

Die räumliche Verteilung ökologischer, landschaftlicher und gesellschaftlicher Werte und Gefahren für diese Werte in der UNESCO Biosphäre Entlebuch

Herausgeber:

UNESCO Biosphäre Entlebuch und ETH Zürich, Ecosystem Management, Institut für Terrestrische Ökosysteme
© Management UNESCO Biosphäre Entlebuch und ETH Zürich, 2015

Zitiervorschlag:

Knaus F. 2015: Die räumliche Verteilung ökologischer, landschaftlicher und gesellschaftlicher Werte und Gefahren für diese Werte in der UNESCO Biosphäre Entlebuch. Interner Bericht, Biosphärenmanagement und ETH Zürich. Schöpfheim und Zürich.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit stellt für die UNESCO Biosphäre Entlebuch (UBE) flächendeckend verschiedene naturräumliche, landschaftliche und gesellschaftliche Werte sowie einige Gefahren für diese Werte dar. Es ist eine Aufarbeitung verschiedenster Geodaten aus unterschiedlichen nationalen, kantonalen und regionalen Quellen, die ohne systematische Herangehensweise, sondern im Hinblick auf die vorhandenen Daten, die Anforderungen der auszuarbeitenden Park-Charta und Bedürfnisse der Praxis ausgewählt wurden. Die bestehenden Geodaten wurden verarbeitet, mit anderen Daten kombiniert und synthetisiert, sodass insgesamt 21 Karten zu den Themen Biodiversität, Vernetzung von Lebensräumen, schützenswerte Arten, Produktivität, Kulturgüter, Schutzstatus, Landnutzungsintensität, Landschaftsqualität, Zersiedelung und Besucherdruck angefertigt werden konnten. Die Karten erlauben es festzustellen, wie die räumliche Verteilung der betrachteten Werte ist. Berechnungen und qualitative Analysen zeigen auf, welche Zusammenhänge zwischen den Karten bestehen. Des Weiteren können aus den Resultaten Massnahmen abgeleitet und räumlich verortet werden.

Die Resultate zeigen auf, dass bezüglich ökologischen, landschaftlichen, kulturellen und anderen Werten sehr grosse räumliche Gradienten bestehen. Es bestehen bezüglich aller Werte Standorte mit sehr hoher Qualität, immer aber auch Standorte mit sehr tiefer Qualität. Bei den ökologisch-orientierten Werten bestehen sehr hohe Werte in den Hintertälern, also in höheren und abgelegenen Lagen, wo die Landnutzung extensiv ist. In den Räumen nahe bei den Siedlungen sind die ökologischen Werte tief. Hohe kulturelle Werte sind in den historischen Dorfzentren konzentriert und nehmen mit steigender Distanz zu diesen ab. Bei den anderen Werten sind die räumlichen Muster nicht einheitlich, respektive, es bestehen Datenlücken, die in weiteren Projekten geschlossen werden müssten, um robuste Aussagen machen zu können.

Aus der Synthese der Karten geht hervor, dass es bezüglich den ökologischen, landschaftlichen und kulturellen Werten Handlungsbedarf und Chancen gibt, um sie zu sichern. Das gilt sowohl für hohe Werte, die auf hohem Niveau erhalten werden sollen, wie auch für tiefe Werte, die mittel- bis langfristig erhöht werden sollen. Der grösste Handlungsbedarf besteht in der Landwirtschaft, die mit ihrer teilweise hohen Landnutzungsintensität vor allem ökologische, aber auch landschaftliche Werte stark negativ beeinflusst. Eine langfristige Strategie, die eine Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung im ganzen Raum, vor allem im Talbereich, vorsieht, muss entwickelt werden. Zu einem möglichen Massnahmenbündel gehören der Aufbau von Vertriebskanälen und Marketing für Milch- und Fleischprodukte, die ausschliesslich auf regionalen Ressourcen basieren, fachliche Unterstützung bei der Neuausrichtung von Betrieben, finanzielle Anreize für die Anlage von Biodiversitätsförderflächen, Sensibilisierung und Ausbildungsmöglichkeiten. Es bestehen Chancen, das „Echt Entlebuch“ Label diesbezüglich inhaltlich aufzuwerten. Ein ebenfalls hoher Handlungsbedarf besteht im Bereich der Siedlungsentwicklung: An den Rändern der Dörfer besteht eine starke Zersiedelungstendenz, die sich negativ auf landschaftliche Werte auswirkt und auch aus gesellschaftlicher, touristischer und ökonomischer Sicht als nicht nachhaltig eingestuft werden muss. Gefordert ist eine Siedlungsentwicklung gegen innen, die kompakte Siedlungsformen bewirkt und die qualitativ so ausgestaltet ist, dass sie identitätsstiftend für die Bevölkerung ist und Begegnungsräume schafft. Dies fordert eine breite Diskussion und präzise Festlegung von Mindeststandards bezüglich Siedlungs-, Grünraum- und Bauformen in den Bau- und Zonenreglementen der Gemeinden. Ein letzter Handlungsbedarf besteht im Bereich der touristischen Weiterentwicklung der UBE: Sie soll so gesteuert werden, dass zukünftig möglichst wenige negative Auswirkungen auf ökologische und landschaftliche Werte von ihr ausgehen. Dies setzt voraus, dass einerseits grossräumlich festgelegt wird, wo die Gäste mit Angeboten und Werbung in Zukunft hingelockt werden und wo nicht; andererseits, wo mit kleinräumlichen Lenkungsinstrumenten die Gäste an sensiblen Flächen und Arten vorbeigeführt werden können.

Die Resultate, deren Synthese sowie die daraus abgeleiteten Massnahmenvorschläge müssen in einem nächsten Schritt in den strategischen Gremien der UBE diskutiert werden. Sie können, falls sie auf Zustimmung stossen, in der Park-Charta und damit in der langfristigen Ausrichtung des Biosphärenmanagements berücksichtigt werden. Die Massnahmen im Landwirtschaftsbereich können weiter verfeinert und in die Programmvereinbarung 2016-2019 aufgenommen werden. Die Siedlungs-bezogenen Massnahmen müssen in einem längeren Prozess mit den Gemeinden diskutiert werden, bevor sie angegangen werden können. Die Massnahmen im Tourismusbereich werden bereits in den kommenden Jahren umgesetzt.

Die Umsetzung der hier vorgeschlagenen Massnahmen bedeutet in vielen Fällen eine Abkehr von heutigen Praktiken und Denkweisen. Es sind Massnahmen, die wegen ihres langfristigen Planungs- und Resultathorizonts nicht in die heutige, kurzlebige Welt passen und die aufgrund ihrer inhaltlichen Ausrichtung mit Nachsicht und im besten Fall partizipativ umgesetzt werden sollen. In den dargestellten Bereichen sind sie aber zentrale Pfade hin zu einer nachhaltigen Entwicklung. Es sind zukunftsorientierte Pfade einer Modellregion.

Dank

Diese Arbeit war nur machbar dank der Möglichkeit, ein breites Fundament von bestehenden Daten zu nutzen. Den Personen und Institutionen, die mir für dieses Projekt ihre Daten zu Verfügung gestellt haben, gebührt darum der herzlichste Dank: der Dienststelle Raum und Wirtschaft Luzern (Daniel Peter und Stefanie Hinn) und der Dienststelle Landwirtschaft und Wald Luzern (Thomas Stirnimann) für die umfangreichen kantonalen und nationalen Daten; der Universität Lausanne (Emmanuel Reynard), der Agroscope (Beatrice Schüpbach) und der WSL (Janine Bolliger) sowie der ETH Zürich (Enrico Celio) für kleinere, aber nicht weniger wichtige Datensätze; Seraina Bamert und Simon Blatter für die Daten ihrer Master- und Bachelorarbeiten; Daten über die gesamte Artenpalette wurde von der Plattform Infospecies zur Verfügung gestellt: Vogeldaten der Vogelwarte (Hans Schmid), Tierdaten des CSCF (Simon Capt), Moosdaten der NISM (Norbert Schnider), Flechtendaten der Swisslichens (Silvia Stofer) und Pflanzendaten der Infoflora (Michael Jutzi). Thomas Hahn und Christoph Benkler (ehemals ETH Zürich) haben umfangreiche Georeferenzierungen und komplexe Auswertungen für das Projekt geleistet. Patricia Moll und Sarah Brugger von der ETH Zürich haben zahlreiche Male wertvolle Hilfestellungen im ArcGIS Anwendungsdschungel geleistet. Urs Felder hat in einigen Gesprächen wichtige Informationen und Erfahrungen geliefert. Annette Schmid und Theo Schnider danke ich herzlich für konstruktive Rückmeldungen zu einer ersten Version dieses Berichts. Der ETH Zürich, insbesondere der Professur Ecosystem Management von Jaboury Ghazoul, danke ich für das Ermöglichen der Arbeit, im Hinblick auf die bereitgestellte Infrastruktur und die zur Verfügung gestellte Zeit.

Abkürzungsglossar

ASTRA	Bundesamt für Strassen
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BBZN	Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung
BDM	Biodiversitätsmonitoring Schweiz
BiLU	Bauinventar des Kantons Luzern
BFF	Biodiversitätsförderfläche (ehemals ökologische Ausgleichfläche)
BFS	Bundesamt für Statistik
BLN	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
CSCF	Centre Suisse de Cartographie de la Faune
ETH	Eidgenössisch Technische Hochschule in Zürich
ha	Hektare
ISOS	Inventar schützenswerter Ortsbilder der Schweiz
IVS	Inventar historischer Verkehrswege der Schweiz
Karch	Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz
KDV	Kantonales Denkmalverzeichnis des Kantons Luzern
KGS	Inventar der Kulturgüter von nationaler und regionaler Bedeutung Schweiz
km ²	Quadratkilometer
LEK	Landschaftsentwicklungskonzept
lawa	Dienststelle Landwirtschaft und Wald des Kantons Luzern
NISM	Nationales Inventar der Schweizer Moosflora
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
r	Korrelationskoeffizient
rawi	Dienststelle Raum und Wirtschaft des Kantons Luzern
REP	Regionaler Entwicklungsplan (entspricht einem regionalen Richtplan)
ScNat	Akademie der Naturwissenschaften der Schweiz
UBE	UNESCO Biosphäre Entlebuch
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNIL	Universität Lausanne

Geographische Bezeichnungen

Im Text werden verallgemeinernde geographische Bezeichnungen verwendet, die nicht von allen Lesern gleich interpretiert werden. Folgende Definitionen wurden für die aufgeführten Begriffe in diesem Bericht verwendet:

Haupttal:	Das Haupttal der UBE ist das von Südwesten nach Nordosten verlaufende, breite Tal, mit den Dörfern Marbach, Escholzmatt, Schüpfheim, Hasle, Entlebuch und Doppleschwand.
Seitental:	Als Seitental wird das in Richtung Norden verlaufende Waldemmental von Sörenberg über Flühli nach Schüpfheim verstanden.
Hintertäler:	Hintertäler sind grössere und kleinere, höher gelegene, in den Voralpen liegende Täler, die wenig gut erschlossen sind. Es sind dies z.B. das Gross- und Kleinentental, das Hilferntal, die Täler des Rotbachs, Howäldlibachs oder des Staubbachs.
Napf:	Mit der Bezeichnung „Napf“ wird in diesem Bericht das ganze Gebiet des Napfs verstanden, jedoch nur die Fläche, die in der UBE liegt. Dieses Gebiet ist praktisch deckungsgleich mit der Gemeinde Romoos.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	i
Dank	ii
Abkürzungsglossar	iii
Geographische Bezeichnungen	iii
1. Einleitung	1
Grundsätzliches Vorgehen	2
Relevanz	2
2. Resultate	4
2.1 Naturräumlich orientierte Werte	4
2.1.1 Biodiversität	4
2.1.2 Landschaftsdiversität.....	5
2.1.3 Vernetzungsgrad	6
2.1.4 Schutz-Prioritätsgrad der Artengemeinschaft.....	7
2.1.5 Empfindlichkeit der Lebensräume.....	8
2.1.6 Hemerobiegrad.....	9
2.1.7 Potentielle Produktivität	10
2.1.8 Geologische Formationen	11
2.2 Gesellschaftlich orientierte Werte.....	12
2.2.1 Ökonomischer Wert	12
2.2.2 Kulturelle identitätsstiftende Werte	13
2.2.3 Landschaftlicher Eigenwert	14
2.2.4 Schönheit der Landschaft aus Touristensicht.....	15
2.2.5 Standortgebundene essentielle Funktionen für den Menschen	16
2.2.6 Schutzstatus	17
2.3 Gefährdungen der Werte	18
2.3.1 Landnutzungsintensität	18
2.3.2 Zersiedelung	19
2.3.3 Druck bezüglich Landnutzungsänderungen.....	20
2.3.4 Zugänglichkeit.....	21
2.3.5 Besucherdruck	22
3. Synthese	24
3.1 Ökologische Werte, ihre Gefährdung und Chancen für die Zukunft	24
3.2 Landschaftliche Werte, ihre Gefährdung und Chancen für die Zukunft.....	26
3.3 Kulturelle Werte, ihre Gefährdung und Chancen für die Zukunft	27
3.4 Verbleibende Werte und weitere Forschungsfragen	28
4. Schlussfolgerungen	29

5. Referenzen	30
5.1 Literatur	30
5.2 Daten	31
Anhang A1: Weiterführende Resultate	33
A1.1: Objekte von Kulturinventaren nach Gemeinden.....	33
A1.2: Objekte von Natur- und Landschaftsinventaren nach Gemeinden.....	33
A1.3: Korrelationsmatrix zum Zusammenhang der verschiedenen Karten untereinander.....	34
A1.4: Differenzierung der wichtigsten Resultate nach Kern-, Pflege- und Entwicklungszone.....	35
Anhang A2: Detaillierte Methodik	36
A2.1 Naturräumlich orientierte Werte	36
A2.1.1 Biodiversität	36
A2.1.2 Landschaftsdiversität	39
A2.1.3 Vernetzungsgrad	40
A2.1.4 Schutz-Prioritätsgrad der Artengemeinschaft.....	40
A2.1.5 Empfindlichkeit der Lebensräume	41
A2.1.6 Hemerobiegrad	42
A2.1.7 Potentielle Produktivität	43
A2.1.8 Geologische Formationen	43
A2.2 Gesellschaftlich orientierte Werte	44
A2.2.1 Ökonomischer Wert	44
A2.2.2 Kulturelle identitätsstiftende Werte	44
A2.2.3 Landschaftlicher Eigenwert.....	45
A2.2.4 Schönheit der Landschaft aus Touristensicht	46
A2.2.5 Standortgebundene essentielle Funktionen für den Menschen.....	46
A2.2.6 Schutzstatus	47
A2.3 Gefährdungen der Werte	47
A2.3.1 Landnutzungsintensität.....	47
A2.3.2 Zersiedelung.....	48
A2.3.3 Druck bezüglich Landnutzungsänderungen	49
A2.3.4 Zugänglichkeit	49
A2.3.5 Besucherdruck.....	49
A2.4 Korrelationen zwischen Karten	50
A2.5 Auswertungen bezüglich Zonierung der UBE	50

1. Einleitung

Für die UNESCO Biosphäre Entlebuch (UBE) liegt eine grosse Vielfalt an räumlichen Daten vor, die verschiedenste Themen der Landnutzung, der Wertausstattung der Landschaft oder auch von Ökosystemleistungen abdecken. Der Grossteil dieser Daten sind kantonale und nationale Daten, welche von der GIS Stelle des Kantons Luzern oder in nationalen Datenzentren verwaltet werden. Ergänzt werden diese Daten durch regionale Geodaten aus Forschungsprojekten und wissenschaftlichen Arbeiten der UBE. Diese Daten, z.B. aus den Bereichen Raumplanung, Naturschutz oder Forst- und Landwirtschaft, wurden bisher meist unabhängig voneinander für spezifische Fachfragen konsultiert, nie aber in einen grösseren, übergeordneten Zusammenhang gestellt oder mittels bekannten Methodiken zu weiterführenden Informationsgrundlagen verrechnet. In den Programmvereinbarungen mit dem Bund und dem Kanton Luzern für 2012-2015 wurde darum auf Vorschlag der UBE in einem Projekt festgelegt, alle relevanten räumlichen Daten aufzuarbeiten, zu synthetisieren und mittels Analysen weiterzuverarbeiten. Diese Daten sollen als Grundlage für Planungs-, Entscheidungs-, Evaluations- und Kommunikationszwecke eingesetzt werden und bei Bedarf auch in die Parkcharta einfließen.

Die im Projekt beantworteten Fragestellungen wurden anhand von wiederkehrenden Bedürfnissen aus der Praxis, den Informationsansprüchen der Charta, sowie aus dem Angebot an bestehenden Geodaten abgeleitet. Sie haben damit nicht den Anspruch, auf einem systematischen Ansatz wie z.B. dem Pressure-State-Response-Modell der OECD, zu basieren. Ein solches Unterfangen hätte gründliche und wesentlich ausführlichere theoretische Vorarbeiten und neue Datenerfassungen vorausgesetzt. Die folgenden Fragestellungen wurden im Projekt betrachtet:

- Wie sind folgende, naturräumlich-orientierten Werte im Perimeter der UBE verteilt?
 - Biodiversität auf Artenstufe
 - Landschaftsdiversität
 - Vernetzungsgrad / Lebensraumverbund
 - Schutz-Prioritätsgrad der Artengemeinschaft
 - Empfindlichkeit von Lebensräumen
 - Potentielle Produktivität des Landes
 - Hemerobiegrad (menschlicher Beeinflussungsgrad der Natur)
 - Geologische Formationen

- Wie sind folgende, gesellschaftlich-orientierte Werte im Perimeter der UBE räumlich verteilt?
 - Ökonomischer Wert des Landes
 - Kulturelle identitätsstiftende Werte
 - Landschaftlicher Eigenwert
 - Schönheit der Landschaft aus Touristensicht
 - Standortgebundene essentielle Funktionen für den Menschen
 - Schutzstatus

- Welche folgenden Gefährdungen bestehen bezüglich den einzelnen Werten?
 - Landnutzungsintensität
 - Zersiedelung
 - Druck bezüglich Landnutzungsänderungen
 - Zugänglichkeit
 - Besucherdruck

- Folgende Werte konnten trotz ihrer hohen Relevanz nicht ermittelt werden, da keine ausreichenden Daten vorhanden waren:
 - Störungsanfälligkeit von Tierarten (keine einheitlichen, vergleichbaren Daten zu Fluchtdistanz/Störradius vorhanden)
 - Landschaftliche Symbolwerte (setzt Befragung der Bevölkerung voraus)
 - Kulturelle Ausgestaltung der Landschaft gemäss Rodewald et al. (2014) (setzt umfangreiche Feldarbeit voraus)

Grundsätzliches Vorgehen

Für jeden in den Fragestellungen beschriebenen Wert-Parameter wurde nach passenden Methoden, Daten und Geodaten gesucht, um robuste, flächendeckende Aussagen machen zu können. Die verwendeten Daten und Geodaten sind in Tabelle 1 beschrieben. Die angewandten Methodiken zu den einzelnen Parametern unterscheiden sich stark. Sie sind detailliert im Anhang A2 beschrieben. Die Auswertungen wurden mit ArcGIS 10.0 und 10.2 (Esri Inc.) vorgenommen und dargestellt. Bei der Darstellung der Resultate wurde immer dieselbe Farbgebung verwendet, wobei für die naturräumlich-orientierten und gesellschaftlichen Werte die höchsten Werte jeweils grün und die tiefsten rot gefärbt sind. Bei den Bedrohungen und Gefährdungen wurde die Farbgebung getauscht, rote Werte nehmen die höchste Ausprägung an, grüne die tiefste. Diese Farbgebung weist den besten Kontrast auf und stellt die Resultate am besten dar, birgt aber auch das Risiko, dass grüne Werte als „gut“, rote Werte als „schlecht“ interpretiert werden, was jedoch nicht zwingend gewollt ist, da je nach Akteurs-Perspektive und je nach Resultat eine Bewertung anders ausfallen kann.

Die Resultate wurden alle qualitativ beschrieben, und soweit möglich, mit quantitativen Auswertungen untermauert. Um Zusammenhänge zwischen den Karten aufzuzeigen, wurde eine Korrelationsanalyse zwischen allen Resultatelayern gemacht. Wichtige Zusammenhänge ($r > 0.5$) wurden im Text erwähnt, die gesamte Korrelationsmatrix ist in Anhang A1 aufgeführt. Für jede Karte wurde basierend auf Nachhaltigkeitsaspekten und aus Sicht des Autors eine kurze Bewertung der Resultate vorgenommen, um Massnahmen abzuleiten. Der Bericht schliesst mit einer Synthese, in der übergeordnete Muster herausgearbeitet und Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie die beschriebenen Werte gesichert, erhöht, respektive die Gefahren für diese Werte vermindert werden können.

Relevanz

Mit den Analysen werden „Wertekarten“ geschaffen, welche unterschiedliche Aspekte der Landschaft, ihre Werte und ihren Nutzen für den Menschen beleuchten. Die Resultate decken unter anderem auch weitgehend die neu diskutierten Ökosystemleistungen ab, für welche 2013 konkrete Indikatoren definiert wurden (von Grünigen et al. 2013). Sie können eine wichtige zukünftige Hilfe für das Management der UBE darstellen, indem sie bei Entscheidungsprozessen des UBE Managements aber auch der Gemeinden sachliche Informationsgrundlagen liefern, die aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet und bewertet werden können. So können z.B. die Auswirkungen von möglichen Eingriffen besser bewertet werden, indem betrachtet werden kann, wie hoch die verschiedenen Werte am Eingriffsort sind und welche Veränderungen in den Werten erwartet werden können. Die Erarbeitung von Karten zu den Gefahren für die verschiedenen Werte sowie die Synthese der Resultate hinsichtlich der wichtigsten gemeinsamen Prozesse, zeigen Entwicklungschancen für die Zukunft auf, mit denen das Management stärker auf die langfristige nachhaltige Entwicklung der Region ausgerichtet werden kann.

Die thematisch breite Vorgehensweise, gekoppelt mit der Syntheseleistung der Analysen, ist ein Novum für die Schweiz und kann Signalwirkung für andere Gebiete haben. Die systematische Vorgehensweise, welche sich grösstenteils auf gängige Geodaten abstützt, kann zudem auf den ganzen Kanton Luzern, weitere Kantone oder die ganze Schweiz ausgebaut werden. Dazu kann die Methodik auch in anderen Regionen oder Pärken innerhalb und ausserhalb der Schweiz zum Einsatz kommen.

Für die UBE dienen die Resultate des Projektes der Entwicklung einer grossräumigen Besucherlenkung (Programmvereinbarung 2012-15, TP 2.2: Raumanalyse und Besucherlenkung). Gleichzeitig stellen die Resultate eine wichtige Grundlage für das geplante regionale LEK dar, welches im regionalen Entwicklungsplan (REP) als Massnahme definiert (M18.3) und in den Projektvereinbarungen 2012-15 mit Bund und Kanton festgehalten ist (TP 2.3: RLEK)). Die Resultate dienen darüber hinaus als Grundlage für mögliche neue Massnahmen im Bereich der ökologischen Infrastruktur (Programmvereinbarung mit Bund und Kanton 2016-19) und für die bis 2017 zu erarbeitende „Charta“ der UBE, also dem 10 Jahres Management Plan.

Tabelle 1: Im Projekt Raumanalyse verwendete Geodaten. Die Angaben in der Klammer beziehen sich auf die Identität des Datensatzes in der kantonalen Geodatenbank Luzern.

Wertekarte	Teilkarten als Grundlagen	Verwendete Geodaten (ID bezieht sich auf Luzerner Geodaten)
Biodiversität	Lebensraumkarte	Orthofoto 2011, 025m (ID 1639) Natürliche Waldgesellschaften (=Waldsoziologische Karte), (ID 231) Hochstammobstgärten (ID 956) Landwirtschaftliche Kulturlflächen (ID 957) Landwirtschaftliche Nutzungsarten (ID 1164) Nationale Inventare (Bafu) Vektor 25 (Swisstopo) Landwirtschaftliche Nutzungsintensität (Celio 2014) Betriebsparzellen (Flächen) (ID 1302)
Landschaftsdiversität	Lebensraumkarte	
Vernetzungsgrad	Lebensraumkarte	
Schutz-Prioritätsgrad der Artengemeinschaft		Artenverbreitung mit Georeferenzierung (Infospecies Schweiz)
Empfindlichkeit der Lebensräume	Lebensraumkarte	
Hemerobiegrad		Hemerobiekarte (BSc Arbeit Blatter 2014)
Potentielle Produktivität		Bodeneignungskarte (BLW) Klimaeignungskarte (BLW)
Geologische Formationen		Schweizerisches Inventar der Geotope (informelles Inventar, UniL)
Ökonomischer Wert		Arealstatistik (BFS)
Kulturelle identitätsstiftende Werte		ISOS (ID 91) IVS (ASTRA) Kulturgüterinventar (KGS, selbständig georeferenziert) Archäologische Fundstellen (ID 1546) Bauinventar (BiLU), (ID 1643, 1644, 1645, 1646) Denkmalverzeichnis (KDV), (ID 1648, 1649, 1650)
Landschaftlicher Eigenwert		Grundlagenkarten (Bamert 2013) Hemerobiekarte (Blatter 2014) TLM Strassen, SwissAlti3d (Swisstopo)
Schönheit der Landschaft aus Touristensicht		Karte Befragung Touristen (UBE)
Standortgebundene essentielle Funktionen für den Menschen		Schutzwald (ID 1133) Gewässer- und Grundwasserschutzareale und -Zonen (ID 275)
Schutzstatus		Inventare national (Bafu) Schutzverordnungen kantonal (ID 1288) Moorschutzverordnung (ID 104) Waldreservate (ID 1149) Jagdbannggebiete (Bafu) Ruhegebiete für Wildtiere (ID 1435)
Landnutzungsintensität		Landwirtschaftliche Nutzungsintensität (Celio 2014) Orthofoto 2011, 025m (ID 1639) Waldreservate (ID 1149) Landwirtschaftliche Nutzungsarten (ID 1164)
Zersiedelung		Vektor 25 (Swisstopo)
Druck bezüglich Landnutzungsänderung		Unüberbaute Bauzonen 2012 (ID 1721) Siedlungsbegrenzung (REP) Arealstatistik (ID 132) Modelliertes Potential zur Landnutzungs-Intensivierung (WSL/Rutherford et al. (2008))
Zugänglichkeit		Vektor 25 (Swisstopo)
Besucherdruck		Karte touristische Nutzungsintensität (UBE)

2. Resultate

2.1 Naturräumlich orientierte Werte

2.1.1 Biodiversität

Die Biodiversität auf Artenstufe wurde über die geschätzte Anzahl Pflanzenarten definiert. Sie ist in der UBE wie folgt aufgeteilt: 17% der Flächen weisen eine sehr tiefe, 22% eine tiefe, 33% eine mittlere, 10% eine eher hohe, 5% eine hohe, 12% eine sehr hohe Biodiversität auf. Tiefe, mittlere und hohe Biodiversität sind damit zu je etwa einem Drittel vertreten. Räumlich lässt sich jedoch ein starker grossräumiger Gradient feststellen (Abb. 1): Im Haupttal von Entlebuch bis Marbach und im Seitental nach Flühli sind die Flächen sehr artenarm, im Napfgebiet mittel, in den abgelegeneren Hintertälern artenreich. Die artenarmen Flächen stellen dabei das produktivste Land im Entlebuch dar, das sehr intensiv genutzt wird (hohe Nährstoffeinträge, häufige Schnitte im Wiesland) und darum weitestgehend biologisch verarmt ist (Bosshard 2015). Dieses generelle Muster muss aus der Nähe betrachtet jedoch weiter differenziert werden: Im intensiv genutzten Haupttal sind regelmässig auch Flächen mittleren Artenreichtums zu finden. Es sind dies meist lineare Strukturen, welche aus Hecken, Feldgehölzen und auch Waldflächen bestehen und wichtige Vernetzungsachsen in Quer- und Längsrichtung darstellen. Dazu gibt es einige flächige Strukturen entlang der steileren Seitenflächen des Haupttals, die extensiv als Biodiversitätsförderfläche (BFF) genutzt werden und darum über eine höhere Artenvielfalt als die sie umgebenden Flächen verfügen. Es muss jedoch festgestellt werden, dass im Haupttal praktisch keine Flächen mit einer Diversitätskategorie höher als „mittel“ vorkommen, obwohl das Potential für artenreiche Flächen z.B. an den südexponierten Hängen sehr hoch wäre.

Im Napfgebiet werden die offenen Flächen ebenfalls intensiv genutzt und sind artenarm, die Wälder entlang der steilen Talseiten weisen eine mittlere Artendiversität auf. Nur die TWW-Schutzflächen zeigen eine hohe Biodiversität. Es ist möglich, dass die Biodiversität in dieser abwechslungsreichen Landschaft unterschätzt wird, da die in diesem Gebiet stark vertretenen Grenzstrukturen und Ökotope in den Grundlagendaten unzureichend erfasst sind.

Biodiversitätsreiche Flächen finden sich praktisch ausschliesslich in höheren, abgelegenen oder steilen Lagen. Wobei sie wiederum durchsetzt sind mit Flächen tieferer Diversität, teilweise sogar sehr tiefer Diversität. Die letzteren sind Flächen, die ähnlich intensiv genutzt werden wie die Talflächen und häufig in der Nähe von Ställen oder Alphütten liegen. Des Weiteren bestehen in höheren Lagen auch Flächen, die natürlicherweise artenarm sind: Dazu gehören Hochmoore (z.B. im Raum südlich Sörenberg) oder Schuttfluren (z.B. Nordhang Schratzenfluh oder Schwändiliflüh). Flächen in den höheren Gebieten mit hoher Biodiversität sind BFF, geschützte Flachmoore und Trockenwiesen oder aber Sömmerungsweiden. Die Aufrechterhaltung der ökologischen Qualität der letzteren, noch weitgehend ungeschützten Flächen, wird aus Naturschutzperspektive die Hauptaufgabe des nächsten Jahrzehnts sein, laufen doch auf dieser Höhenstufe mittlerweile ebenfalls Intensivierungsprozesse auf gut erreichbaren, respektive Nutzungsaufgaben auf schlecht erreichbaren Flächen ab. Beide Prozesse reduzieren langfristig die Biodiversität dieser verbleibenden Biodiversitäts-Hot-Spots.

Eine feinkörnigere Betrachtung der Karte deutet auf lokale Unterschiede des Biodiversitätsgrades hin, der schwache bis starke Gradienten aufweist, je nach Landnutzungsintensität und Lebensraum. Generelle kleinräumliche Muster lassen sich daraus aber nicht ableiten.

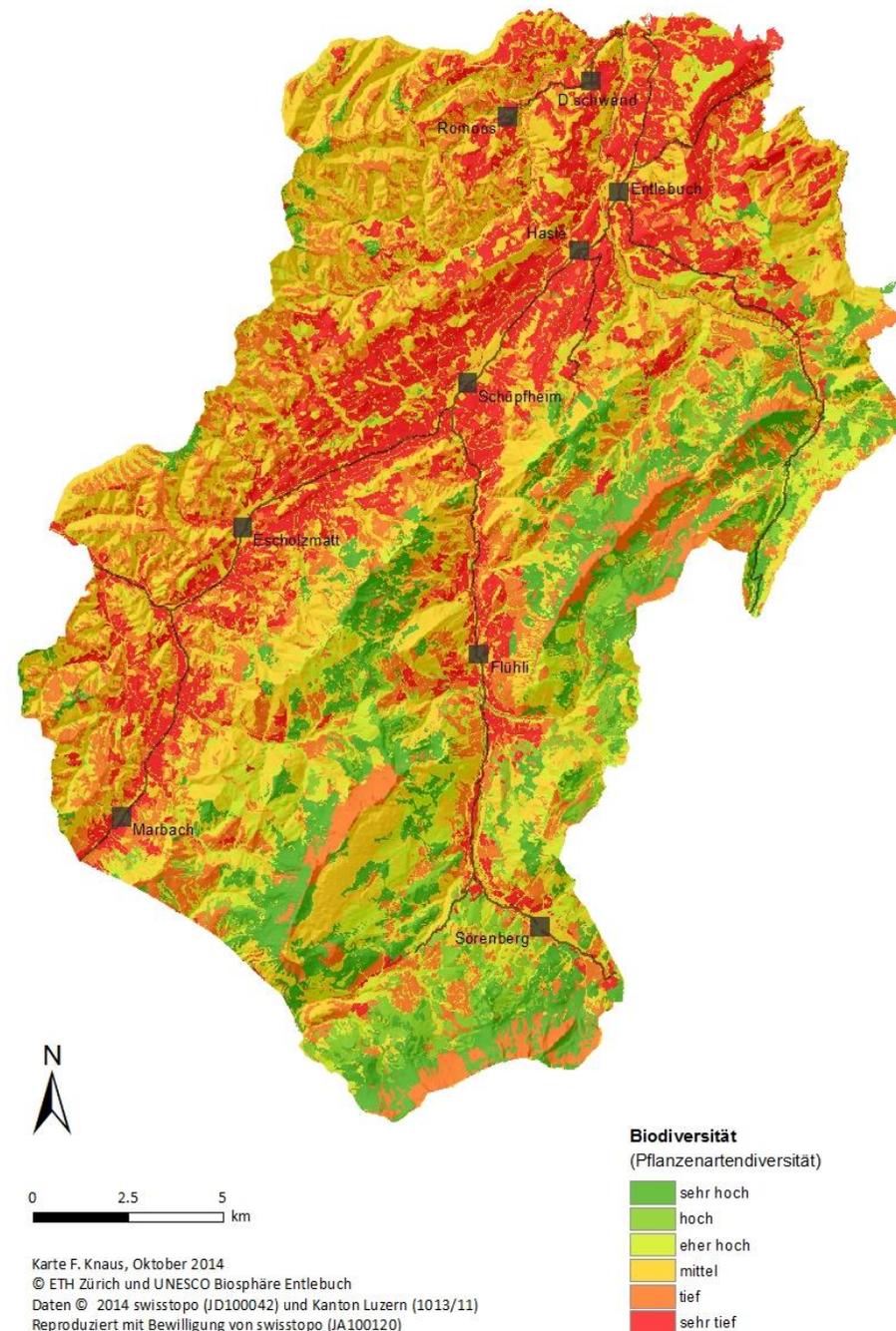


Abb. 1: Biodiversität in der UBE grob kategorisiert nach der eingeschätzten Pflanzenartendiversität.

2.1.2 Landschaftsdiversität

Die Landschaftsdiversität betrachtet die Biodiversität auf Landschaftsebene und wird quantifiziert über die Anzahl verschiedener Lebensräume pro km². Durchschnittlich finden sich in der UBE pro km² 11 Lebensräume, was in Abbildung 2 einem gelben Farbton entspricht und auch weitestgehend am meisten vorkommt. Hohe Landschaftsdiversitäten finden sich besonders entlang von Flüssen, in den Auen von nationaler Bedeutung, nördlich und westlich von Doppleschwand (Fontannen, Ämmematt), nördlich und südöstlich von Entlebuch (Ämmematt und Grossentental) sowie südlich von Flüfli (Rotbach-Waldemme). In diesen Gebieten können die Flusssysteme noch weitgehend freie Dynamiken entwickeln, was zur Schaffung stetig neuer Lebensräume und damit zu einer Vielzahl an Lebensräumen auf kleinem Raum führt. Ebenfalls hohe Werte bezüglich Landschaftsdiversität weisen die grösseren Moorgebiete südlich bis westlich von Sörenberg, im Gross- und Kleinentental südöstlich von Entlebuch und im Gebiet des Tällemoses in Escholzmatt auf. Hier sind es die starken und kleinräumlichen Gradienten von Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit, welche eine hohe Lebensraumdiversität auf kleinem Raum schaffen.

Die tiefsten Landschaftsdiversitätswerte finden sich in den höchsten Gipfelregionen der UBE (Schrattenfluh, Rothorn, Schafmatt, Beichlen), wo die Lebensräume aus wenigen und meist sehr grossflächigen Lebensraumtypen bestehen: Schutt, Fels, Karstflur und Gebirgs-Magerrasen. Diese Einförmigkeit hat ökologische Gründe: mit steigender Höhe nimmt die Anzahl potentiell vorhandener Lebensräume ab, weil die Lebensraumbedingungen in steilen Flächen einheitlicher sind und stärker durch das Klima beeinflusst werden, als durch sich ändernde zwischenartliche Beziehungen und verschiedenartige menschliche Einflüsse, die in tieferen Lagen die Lebensraumdiversität stärker prägen. Die Flächen ohne Baumbewuchs der Schrattenfluh und des Rothorn-Grats haben weiter durch das Fehlen von Waldlebensräumen einen zusätzlich eingeschränkten Lebensraumpool.

Ein Blick auf die Flächen zwischen den positiven und negativen Extremwerten zeigt ein ähnliches Muster wie bei der Biodiversitätskarte: Landschaften der tieferen Lagen, insbesondere des Haupttales sind weniger abwechslungsreich, während höhere Lagen höhere Landschaftsdiversitäten aufweisen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Flächen im Haupttal eher gross sind und einheitlich bewirtschaftet werden, während in höheren Lagen aufgrund der höheren Heterogenität des Reliefs die Bewirtschaftung weniger einheitlich ist, also zum Beispiel die Schnittnutzung mit verschiedenen Weidetypen ergänzt wird und unterschiedliche Waldlebensräume dazukommen. Dies führt in höheren Lagen zu einer erhöhten landschaftlichen Diversität.

Die Flächen mit hoher Landschaftsdiversität sind teilweise auch diejenigen, von denen die genauesten Lebensraumdaten vorliegen. Mit der angewandten Methodik sollte ein Einfluss der Datengüte auf die Resultate jedoch eliminiert worden sein. Es kann darum vermutet werden, dass es die Eigenschaften der Landschaftsausschnitte mit hoher Lebensraumdiversität sind, welche die hohen Werte im Vergleich zu den sie umgebenden Flächen erklären: Die Landschaftsdiversität ist da gross, wo dynamische und verschiedenartige Störungen auftreten und wo die natürlichen kleinräumlichen Heterogenitäten belassen werden. Das sind heute vor allem noch Flächen in geschützten und sehr abgelegenen Gebieten, wo sich die repetitiven, homogenen und grossflächigen menschlichen Nutzungen (wie z.B. die maschinelle Schnittnutzung), die zu sehr einheitlichen Landschaftskammern und damit einer tiefen Lebensraumdiversität führen, nicht etablieren konnten.

Die Aufrechterhaltung einer hohen Landschaftsdiversität ist aus landschaftsästhetischer und damit touristischer wie auch aus ökologischer Sicht erstrebenswert. Massnahmen, die zu einer Erhöhung der

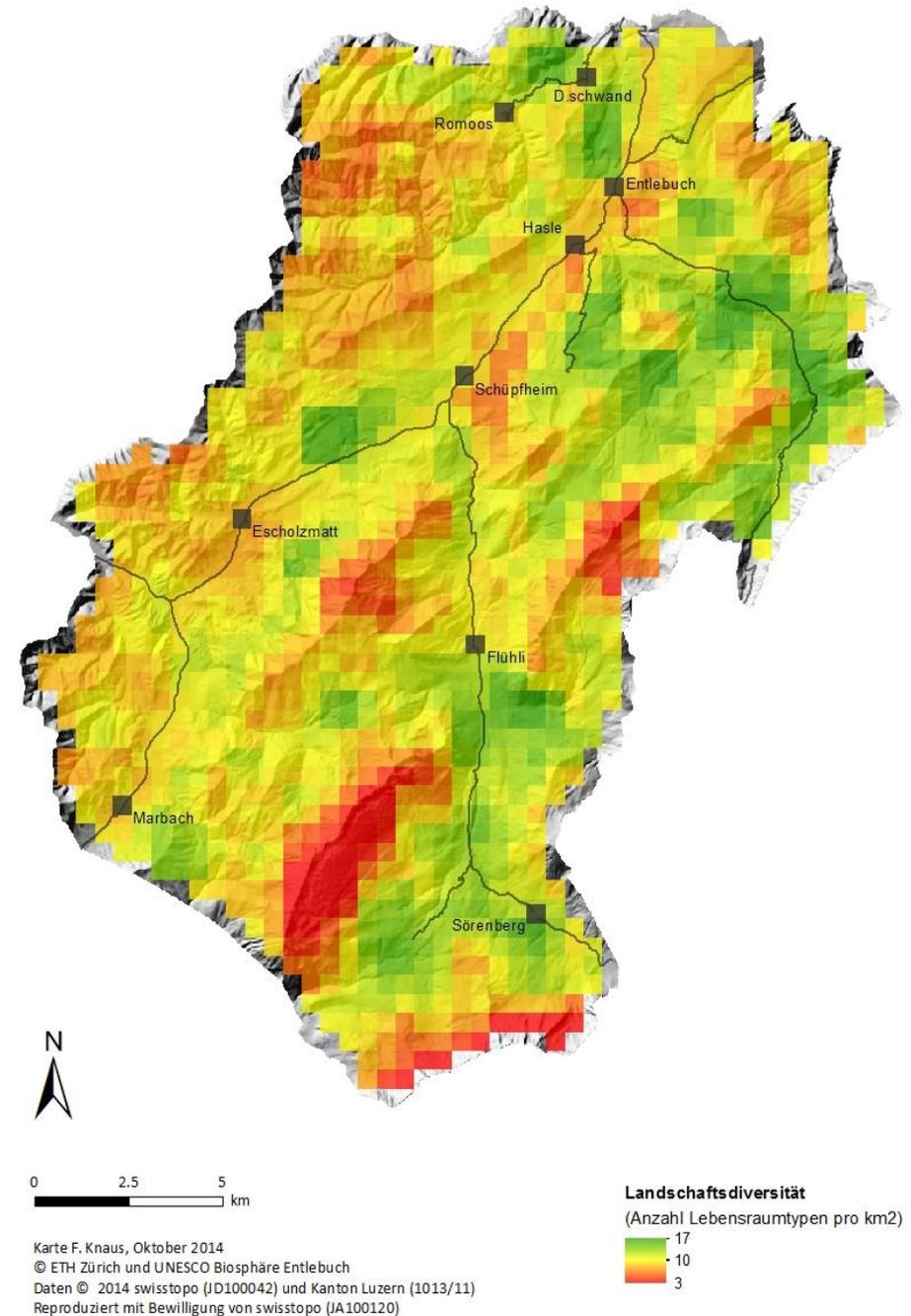


Abb. 2: Landschaftsdiversität in der UBE gemessen in der Anzahl Lebensraumtypen pro Quadratkilometer.

Nutzungsdiversität und Landschaftsheterogenität führen, sind vor diesem Hintergrund zu unterstützen. Ausgeschlossen von diesem generellen Hinweis sind Gipfelzonen, die natürlicherweise weniger divers sind.

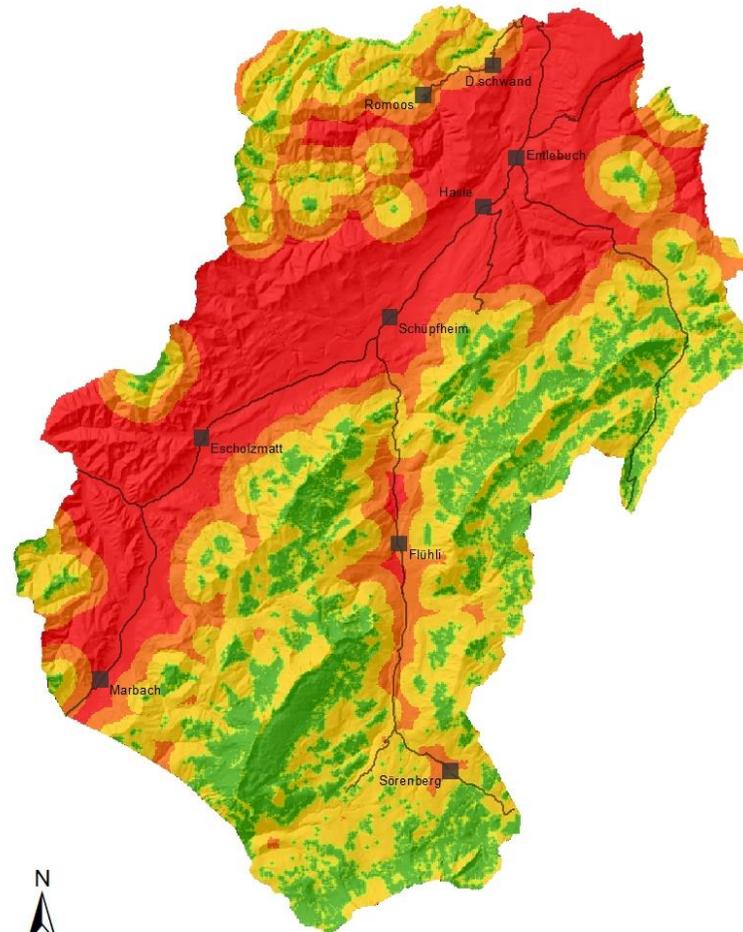
2.1.3 Vernetzungsgrad

Der Vernetzungsgrad wurde für Trocken- und Feuchtgebiete über die Distanz von jedem beliebigen Punkt zum nächsten der jeweiligen Gebiete berechnet. Summiert man die an den Ausbreitungsmöglichkeiten verschiedener Tiergruppen orientierten Vernetzungskategorien in zwei übergeordnete Kategorien auf, so zeigt sich, dass in den Trockengebieten 55% der Fläche gut bis perfekt vernetzt ist und 45% mässig bis schlecht. Bei den Feuchtgebieten ist das Muster umgekehrt: 43% sind gut bis perfekt vernetzt, 57% mässig bis schlecht.

Diese Zusammenhänge zeigen sich auch im räumlichen Muster: Der Vernetzungsgrad ist für Trockengebiete (Abb. 3.1) in den Voralpen, Hintertälern und auch im Napfgebiet gut bis sehr gut, während das Haupttal eine breite Barriere ohne verbindenden Elemente zwischen den zwei Grossräumen darstellt. Dieser Zusammenhang zeigt sich auch in einer deutlichen Korrelation des Vernetzungsgrades mit der Höhe über Meer ($r=0.65$): Je höher eine Fläche liegt, desto besser ist ihr Vernetzungsgrad bezüglich Trockengebieten.

Bei den Feuchtgebieten (Abb. 3.2) sind die Hintertäler gut vernetzt, gegen tiefere Lagen hin nimmt die Dichte und Vernetzung der Feuchtgebiete aber stetig ab, es bestehen nur noch wenige, sehr isolierte Flächen. Hier haben weniger mobile Tierarten Schwierigkeiten, neu geschaffene Flächen (z.B. neu angelegte BFF) zu kolonisieren, respektive, nur hochmobile Arten mit Wanderdistanzen von mehr als 1km können sich zwischen diesen Gebieten bewegen. Der Austausch von Tieren und Pflanzenpollen oder -Samen zwischen diesen Flächen ist folglich eingeschränkt, was zu Inzuchtverhältnissen und langfristig dem Aussterben der Arten in den jeweiligen Flächen führt.

Für das Überleben der Populationen ist jedoch nicht nur die Wanderdistanz wichtig ist: Alle nötigen Ressourcen (z.B. Futter, Schutz, Partner, etc.) müssen in genügender Dichte innerhalb von gewissen Distanzen vorhanden und erreichbar sein, um eine überlebensfähige Populationsgrösse zu ermöglichen. Diese Distanzen sind meist weitaus kleiner, als die Wanderdistanzen, und entscheiden darüber, ob ein Lebensraum langfristig von einer Art bewohnt werden kann. Das erklärt, weshalb gewisse Flächen trotz guter Vernetzung nicht über gefährdete

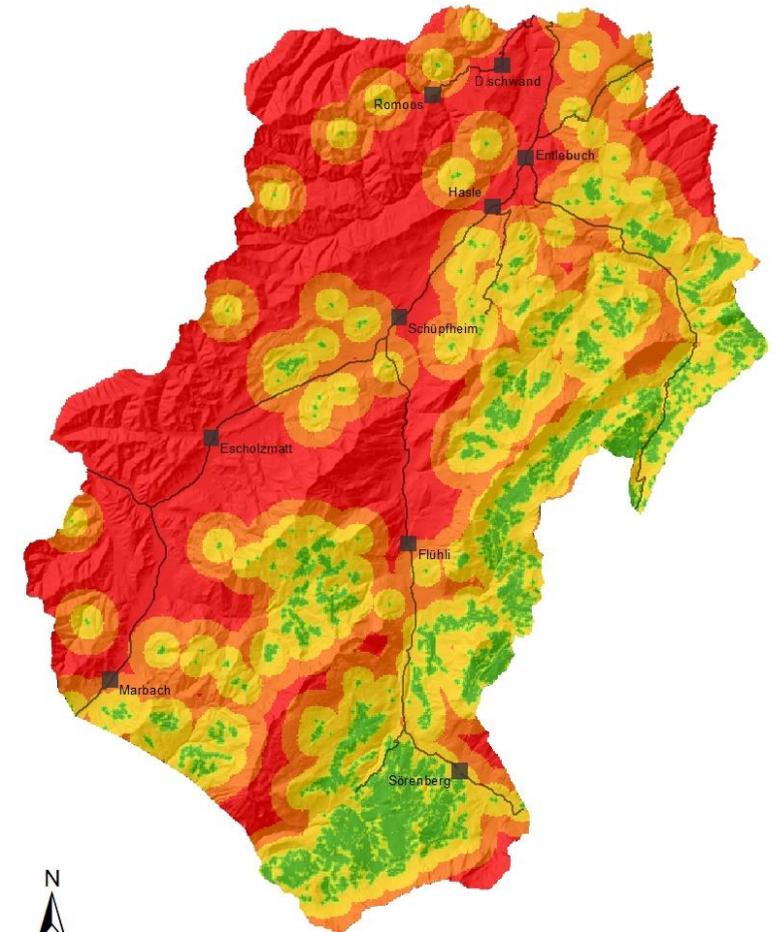


Vernetzungsgrad Trockengebiete

- im selben Patch
- in der Nachbarschaft
- sehr gut vernetzt
- gut vernetzt
- mässig vernetzt
- schlecht vernetzt

Karte F. Knaus, Oktober 2014
© ETH Zürich und UNESCO Biosphäre Entlebuch
Daten © 2014 swisstopo (JD100042) und Kanton Luzern (1013/11)
Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100120)

Abb. 3.1: Vernetzungsgrad der Trockengebiete in der UBE



Vernetzungsgrad Feuchtgebiete

- im selben Patch
- in der Nachbarschaft
- sehr gut vernetzt
- gut vernetzt
- mässig vernetzt
- schlecht vernetzt

Karte F. Knaus, Oktober 2014
© ETH Zürich und UNESCO Biosphäre Entlebuch
Daten © 2014 swisstopo (JD100042) und Kanton Luzern (1013/11)
Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100120)

Abb. 3.2: Vernetzungsgrad der Feuchtgebiete in der UBE.

Arten verfügen (siehe Kapitel 2.1.4). Aus den Resultaten lässt sich ableiten, dass es essentiell für die Vernetzung der isolierten Populationen wäre, grössere und kleinere extensive Flächen mit ökologischer Qualität (BFF Stufe 2) als Trittsteinbiotope anzulegen. Dies betrifft insbesondere die Feuchtgebiete. Bei den eher isolierten Trockengebieten des Napfs wäre eine Überprüfung der Vernetzung gegen Norden und Westen (Kanton Bern) angebracht.

2.1.4 Schutz-Prioritätsgrad der Artengemeinschaft

Der Schutz-Prioritätsgrad der Artengemeinschaft zeigt auf, wie viele für die Schweiz aus Naturschutzsicht prioritäre Arten pro km² vorkommen, wobei Arten mit hohem Prioritätsgrad mit einer höheren Punktzahl gewichtet wurden. In einem einzelnen Kilometerquadrat südwestlich von Sörenberg kommen extrem viele dieser prioritären Arten vor: Die erreichte Punktzahl von 144 setzt sich aus 4 Arten erster, 15 Arten zweiter, 16 Arten dritter und 51 Arten vierter Schutz-Priorität zusammen. Neben diesem eigentlichen Hot-Spot kommen in 3 Kilometerquadraten überaus viele Prioritätsarten vor. In 7 Kilometerquadraten kommen sehr viele Prioritätsarten vor, in 16 viele, in 46 einige und in 327 nur wenige. In den übrigen Quadraten liegen entweder keine Daten vor oder es wurden keine Prioritätsarten gefunden.

Der Schutzprioritätsgrad zeigt räumlich leicht unterschiedliche Resultate (Abb. 4) verglichen mit den vorherigen naturräumlichen Karten. Ein Hot Spot von Arten mit hohem Schutz-Prioritätsgrad befindet sich im Gebiet zwischen Sörenberg und der Schratzenfluh. Daneben sind es zahlreiche Flächen in höheren Gebieten, die mit einer generell höheren Anzahl schützenswerter Arten aufwarten können. Einige Flächen fallen aus dem von den vorherigen Karten bekannten Muster heraus: Es sind Flächen mit vielen Prioritätsarten im Haupttal. Zwei dieser vier Flächen liegen in Auen von nationaler Bedeutung, was den Artenreichtum erklärt. Bei den zwei verbleibenden Flächen kann es sich um Artefakte der Datenqualität handeln. Es sind wohl Gebiete, welche aufgrund eines Forschungs- oder Monitoringprogramms eine sehr gute Datenqualität aufweisen. Als Beispiel das Quadrat zwischen Schüpfheim und Escholzmatt mit „sehr vielen“ prioritären Arten: Diese Kategorie ist mit 60-79 Punkten bemessen. Ein Blick auf die floristischen und faunistischen Daten dieses grün herausragenden Quadrats zeigt auf, dass darin keine einzige Art erster Priorität vorkommt, sondern dass die Punktzahl vor allem von Arten dritter und vierter Prioritätsklasse, also weniger wichtigen Arten, generiert wird. Die Abhebung von der umgebenden Fläche kommt in diesem Quadrat praktisch ausschliesslich von der besseren Datenverfügbarkeit. Nichts desto trotz zeigt es auf, dass auch hier noch schutzwürdige Arten vorkommen. Naturschutz-Anstrengungen im Rahmen des ökologischen Ausgleichs machen also im Tal durchaus auch Sinn, eine gewisse Artengarnitur steht für solche Flächen noch zur Verfügung. Für die Festlegung allfälliger Massnahmen zur Unterstützung der darin vorkommenden Prioritätsarten würde es sich lohnen, die in den betroffenen Flächen vorkommenden Arten und ihre Lebensraumanforderungen genauer zu studieren.

Bezüglich der Sicherung der Flächen in den höheren Punktekategorien zeigt sich, dass sie bereits sehr gut geschützt sind: Das Quadrat mit der höchsten Punktzahl südwestlich von Sörenberg ist praktisch ganzflächig unter nationalem Schutz, es weist eine heterogene Zusammensetzung aus Hoch- und Flachmooren mit vielfältigen Waldflächen auf. Alle Flächen mit überaus vielen Arten mit Schutz-Priorität überlagern sich ebenfalls grösstenteils mit Schutzobjekten, es braucht in diesen Flächen keine weiteren Unterschutzstellungen mehr. Allerdings muss sichergestellt werden, dass die Schutzvorschriften eingehalten werden und dass diese den Anforderungen der darin gefundenen Prioritätsarten

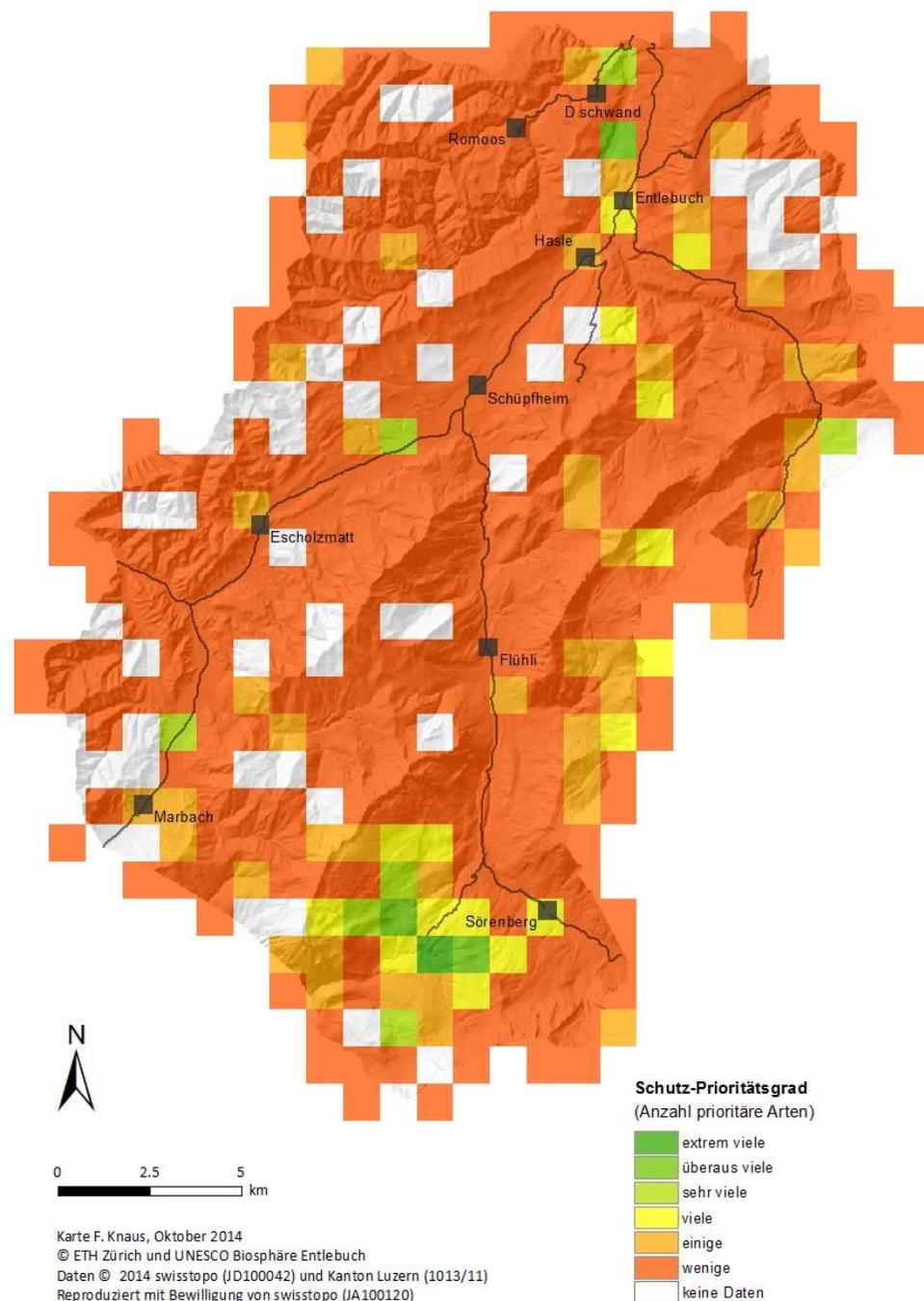


Abb. 4: Anzahl Arten mit hoher Schutzpriorität in der UBE.

nicht widersprechen. Die Flächen dritter und vierter Kategorie, welche bereits zahlreicher vorkommen und viele bis sehr viele Prioritätsarten beheimaten, sind teilweise noch nicht mit Schutzinstrumenten gesichert. Sie könnten dahingehend überprüft werden, ob die vergangene, momentane und allenfalls zukünftige Nutzung die vorgefundenen Prioritätsarten langfristig sichert. Für diese Flächen könnten im Zuge der Erweiterung der ökologischen Infrastruktur gemäss der Biodiversitätsstrategie Schweiz Abklärungen mit den Eigentümern über mögliche Bewirtschaftungsverträge gemacht werden.

2.1.5 Empfindlichkeit der Lebensräume

Die Empfindlichkeit der Lebensräume zeigt auf, wie sensibel ein Lebensraum gegenüber menschlichen Aktivitäten und Störungen ist. Bei 36% der Fläche der UBE handelt es sich um unempfindliche Lebensräume, 20% der Fläche weist eine tiefe, 36% eine mittlere, 7% eine hohe und 1% eine sehr hohe Empfindlichkeit auf. Die empfindlichen Flächen befinden sich – analog zu den vorherigen Karten – in höher gelegenen Flächen und Hintertälern (Abb. 5). Die tief gelegenen Flächen des Haupttals sowie des Seitentals nach Flüfli sind mit unempfindlichen Lebensräumen ausgestattet. Der deutliche Zusammenhang von Höhe und Empfindlichkeit zeigt sich auch in der Korrelation von $r=0.54$: Je höher ein Gebiet, desto empfindlicher ist es. Einige Ausnahmen bestehen, z.B. das Tällemoos zwischen Escholzmatt und Schüpfheim oder das Mettelimoos in Entlebuch, beides Hochmoore nationaler Bedeutung, die sehr empfindlich auf Nährstoffeinträge oder Entwässerungen reagieren und gleichzeitig in eine intensiv genutzte Landschaft eingebettet sind.

Die Empfindlichkeitskarte orientiert sich an den Lebensräumen: Wenig empfindliche Gebiete sind die intensiv genutzten Landwirtschaftsflächen, empfindliche Gebiete hingegen Moor- und Feuchtgebiete. Mittlere Empfindlichkeiten weisen die Wälder auf. Wichtig ist hier darauf hinzuweisen, dass in den letzten Jahrzehnten, im Zuge der Intensivierung der Landwirtschaft, sensible in unsensible Lebensräume umgewandelt wurden. Dabei sind oligotrophe (nährstoffarme) Lebensräume in eutrophe (nährstoffreiche) umgewandelt worden. Oligotrophe Lebensräume reagieren sehr sensibel auf Nährstoffe (sind deshalb auch als empfindlich eingestuft) und verändern sich bei Nährstoffeintrag stark und schnell: Pflanzen, welche Nährstoffe schnell aufnehmen, verdrängen die konkurrenzschwachen Arten, welche gut an Nährstoffarmut angepasst sind indem sie diese beschatten und ihnen so die Lebensgrundlage Licht entziehen. Innerhalb von wenigen Jahren kann sich die Artenzusammensetzung in der Folge von einer Magerwiese hin zu einer Fettwiese entwickeln. Fettwiesen sind wenig empfindlich: Bei stetiger Düngung und regelmässigem Schnitt ist ihre Artenzusammensetzung äusserst stabil. Im Vergleich zu einer Magerwiese ist die Artenzusammensetzung jedoch stark eingeschränkt. Dies erklärt die starke Kongruenz der Karte in Abbildung 5 mit derjenigen der Biodiversität (Abb. 1), welche sich auch statistisch in Form einer sehr starken Korrelation ($r=0.71$) ausdrückt. Je höher also die Empfindlichkeit eines Lebensraums, desto höher auch dessen Biodiversität. Ausnahme für diese Regel sind die Hochmoore, die hochsensibel und natürlicherweise artenarm sind.

Praktisch alle Flächen der höchsten Empfindlichkeitskategorie stehen unter Schutz. Ein Grossteil davon liegt in Biotopen von nationaler Bedeutung, ein kleiner Teil liegt in Naturwaldreservaten. Ungeschützte Flächen der höchsten Kategorie sind Kleinstflächen in Wäldern, die als Hochmoor-Wälder klassifiziert wurden. Flächen zweiter Empfindlichkeitskategorie sind weniger stark mit Schutzgebieten überlagert. Die nicht geschützten Flächen dieser Kategorie sind meist Wälder an wenig zugänglichen Orten, insbesondere am Beichlen-, Farneren- und Schlierengrat-Nordhang, wo aufgrund der Steilheit wenig menschliche Störungen respektive Nutzungsänderungen zu erwarten sind. Wenige ungeschütz-

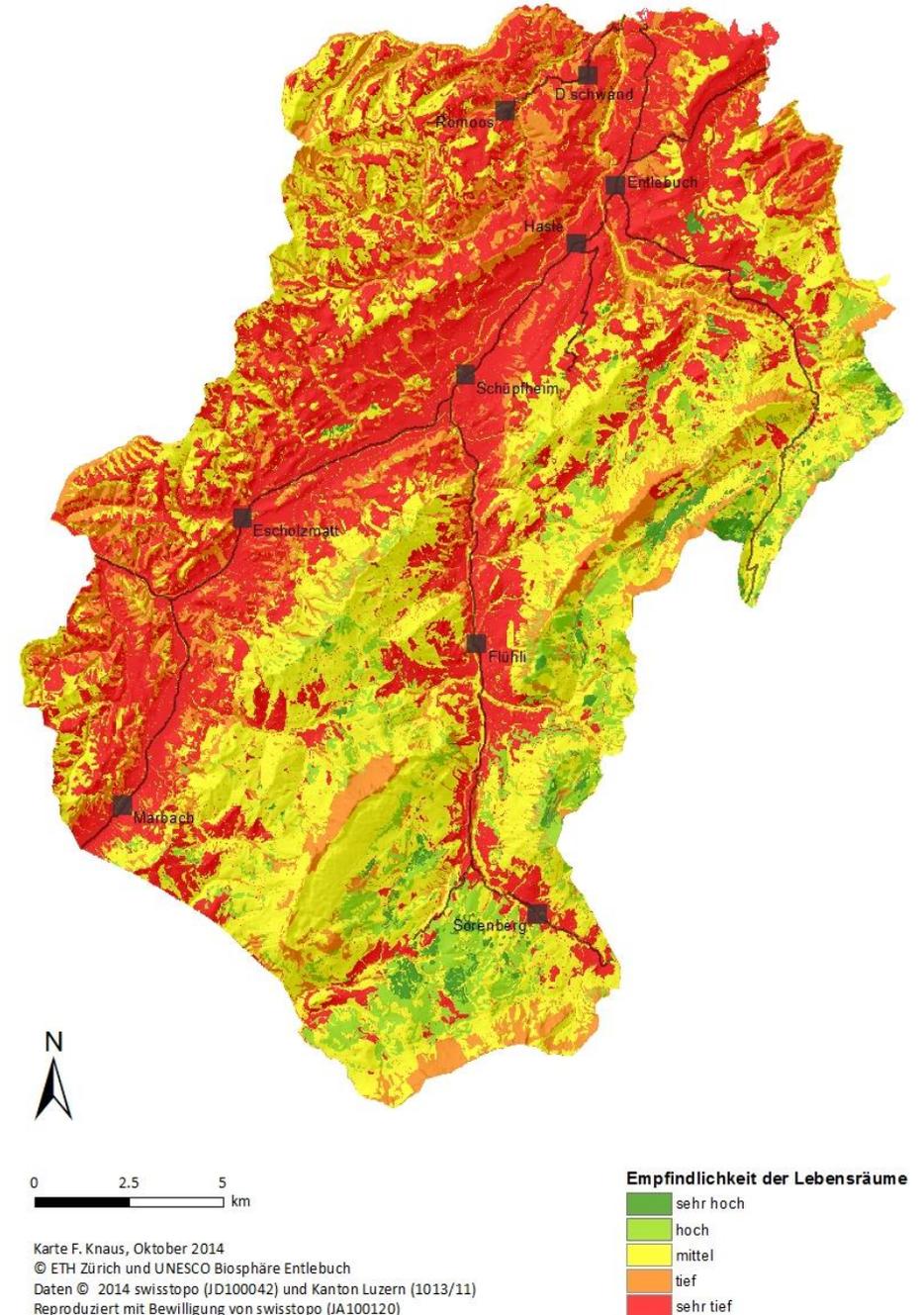


Abb. 5: Empfindlichkeit der Lebensräume in der UBE.

te grössere Flächen dieser Kategorie bestehen weiter im südlichen Teil der Schrattefluh und dem östlichen Teil der Hagleren. Es sind Heidelbeer-Fichtenwälder (*Vaccinion-Piceion* 6.6.2), denen ein hoher Empfindlichkeitsgrad zugewiesen wurde. Es wäre sinnvoll, diese Wälder in Naturwaldreservate aufzunehmen, um einen langfristigen Nutzungsverzicht zu gewährleisten. Dies muss in einem partizipativen Prozess mit den Eigentümern ausgehandelt werden.

2.1.6 Hemerobiegrad

Der Hemerobiegrad ist der inverse Wert des Wildnis- oder Natürlichkeitsgrades, er zeigt den Grad der menschlichen Beeinflussung der Natur auf. In der UBE sind rund 14% der Fläche als ahemerob, also eigentliche Wildnisflächen, eingestuft. 22% sind oligo-hemerob, also nur wenig vom Mensch beeinflusst. 28% sind meso-hemerob, also vom Mensch extensiv genutzt. 15% sind als beta-euhemerob eingestuft, was bereits einer relativ starken Einflussnahme des Menschen entspricht. In diese Kategorie fallen z.B. mittelintensiv genutzte Wiesen und Weiden mit Düngung, Flächen mit Lärm- und Luftverschmutzung durch Strassenverkehr sowie Störungen durch Wanderer und den Skibetrieb. 19% der Flächen sind alpha-euhemerob, was einer starken menschlichen Einflussnahme entspricht. Hier wird intensiv gewirtschaftet: Bodenverdichtung, Entwässerung, Dünger- und auch Pestizideinsatz sind möglich. Schliesslich sind 2% meta-hemerob, also vollständig vom Menschen geschaffen. Es sind die Siedlungsflächen, welche teilweise oder vollständig versiegelt sind. Zusammenfassend können die ersten drei Kategorien als naturbestimmt zusammengefasst werden. Sie decken 64% der Fläche ab. Die verbleibenden drei Kategorien können als kulturbestimmt zusammengefasst werden, sie decken 36% der Fläche ab.

Betrachtet man die räumliche Verteilung des Hemerobiegrades (Abb. 6), so bestehen wesentliche qualitative Übereinstimmungen mit den vorherigen Karten: Die kulturbestimmten Kategorien sind im Haupttal respektive eher in den unteren Lagen zu finden, während die naturbestimmten Kategorien eher in den höheren Lagen und Hintertälern vorkommen. Allerdings korreliert die Höhenlage nicht einheitlich mit dem Hemerobiegrad. Das zeigt sich zum Beispiel im Kleinentental, auf der Marbachegg oder im Raum Beichlen, wo hohe Hemerobiewerte auch in grosser Höhe vorkommen. Ein deutlicher Korrelationswert ergibt sich hingegen mit der Flächenneigung ($r=0.51$): Tiefe Hemerobiewerte sind da zu finden, wo eine menschliche Nutzung gar nicht möglich, respektive stark erschwert ist, nämlich an den steilen v.a. nordexponierten Hängen und da wo es keine Vegetation hat, also auf den unproduktiven Felsenflächen. Weiter zeigt sich in Resultaten von Blatter (2014), dass die Landwirtschaft den Hemerobiewert weitaus am stärksten definiert, nämlich auf etwa 30% der Fläche. Die forstliche Nutzung hingegen nur etwa auf 13% der Fläche.

Aus den Hemerobiekategorien zeigt sich weiter, dass 86% der Fläche stärker oder schwächer durch den Menschen genutzt wird. Es kann davon ausgegangen werden, dass dies der physisch nutzbaren Fläche entspricht. Das bedeutet, dass alle irgendwie nutzbaren Flächen vollumfänglich genutzt werden. Bezüglich der Naturnähe dieser Nutzung kann gesagt werden, dass bei der Nutzung auf über der Hälfte der genutzten Fläche, nämlich auf 50% der Gesamtfläche der UBE der natürliche bis halbnatürliche Charakter erhalten bleibt, wie zum Beispiel auf Sömmerrungsflächen. Auf dem Rest der Fläche, 36% der Fläche der UBE, überprägt der Mensch den Charakter der Fläche. Hier haben wir es mit intensiver Landwirtschaft zu tun.

Bezogen auf die Zonierung der UBE liegt die naturnahe Nutzung zu 12% in der Kernzone, zu 51% in der Pflegezone und zu 37% in der Entwicklungszone. Die kulturbestimmte Nutzung liegt zu 1% in der Kern-

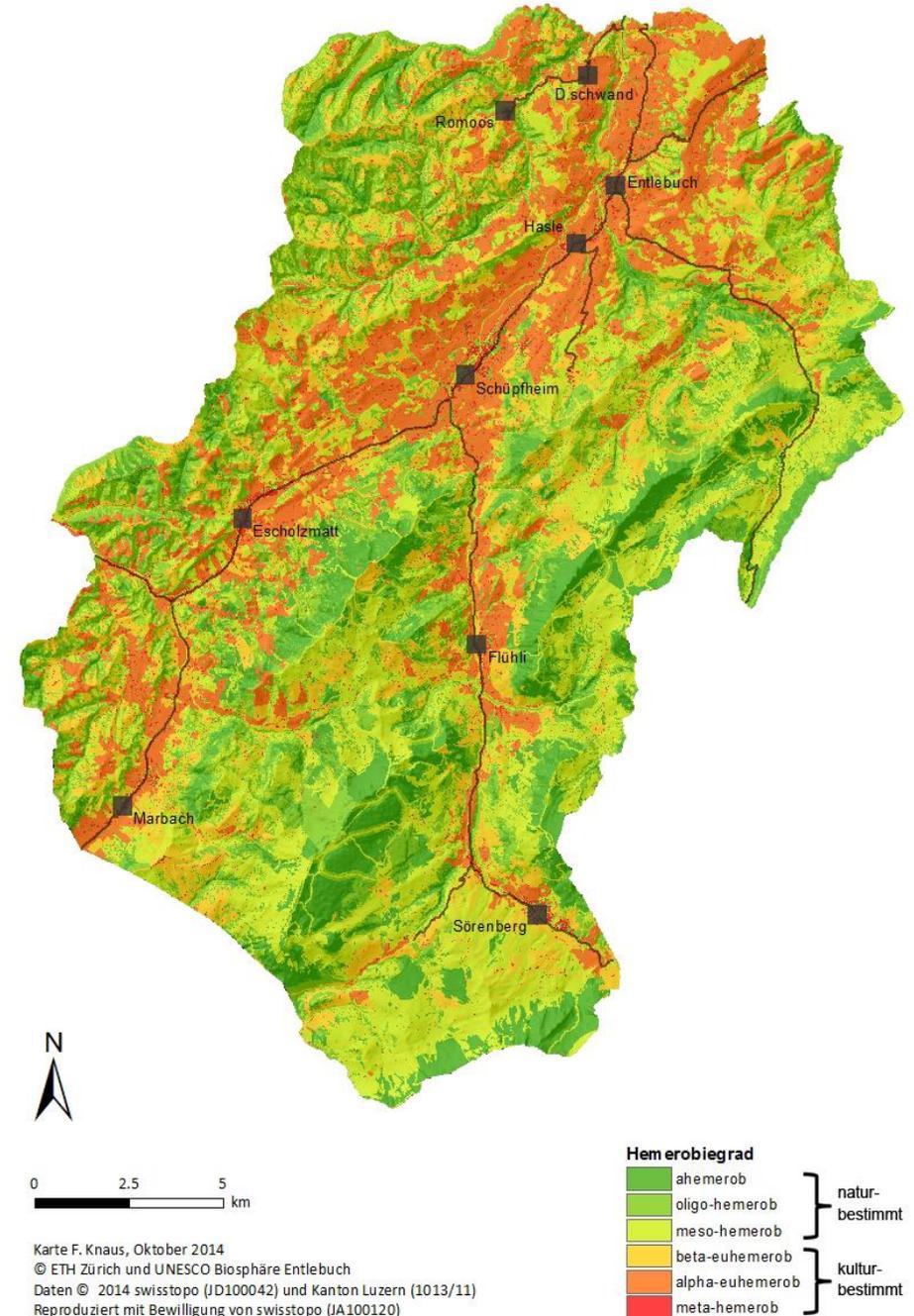


Abb. 6: Hemerobiegrad (inverser Wert des Natürlichkeitsgrades) in der UBE.

zone (Alpgebäude), 25% in der Pflegezone und 74% in der Entwicklungszone. Die Zonierung der UBE differenziert also sinnvoll bezüglich des Natürlichkeitsgrades der darin liegenden Flächen.

Eine deutliche Korrelation zeigt sich zwischen der Empfindlichkeit der Lebensräume und dem Hemerobiegrad ($r=-0.54$). Je höher die Empfindlichkeit der Lebensräume, desto tiefer der Hemerobiegrad. Je stärker der menschliche Einfluss also, desto weniger empfindlich oder desto stabiler der Lebensraum. Der dieser Korrelation zugrunde liegende Zusammenhang wurde bereits in Kapitel 2.1.5 aufgezeigt.

2.1.7 Potentielle Produktivität

Die potentielle Produktivität leitet sich aus den Charakteristiken des Bodens und den klimatischen Gegebenheiten der jeweiligen Flächen ab und zeigt auf, wie produktiv eine Fläche bezogen auf die land- und forstwirtschaftliche Nutzung ist. Basierend auf diesen grundlegenden Eigenschaften ergibt sich für 0.5% der Fläche eine sehr hohe potentielle Produktivität, für 13% eine hohe, für 17% eine mittlere, für 24% eine tiefe, für 43.5% eine sehr tiefe. Für 2% liegen keine Daten vor, was unproduktiven Flächen entspricht.

Räumlich betrachtet zeigt sich ein Bild, das mit den vorhergehenden Bilder übereinstimmt (Abb. 7): Die höchsten zwei Produktivitätsklassen befinden sich im Haupttal, wobei die höchste potentielle Produktivität nördlich von Entlebuch zu finden ist. Eine hohe potentielle Produktivität zeigt sich in den etwas trockneren Gebieten des Haupttalbodens, und in den leicht höheren Lagen nahe Doppleschwand und Richtung Romoos. Einige Lagen des Haupttales weisen aufgrund ihrer Bodenbeschaffenheit eine mittlere potentielle Produktivität auf. Die verbleibenden Flächen mit tiefer bis sehr tiefer Produktivität liegen in steilen Flächen, höheren Lagen und Hintertälern. Diese Gebiete weisen eher schlechte Bodeneigenschaften auf und liegen zum Beispiel in staunassen Flyschgebieten. Grundsätzlich gilt: Je höher gelegen, desto tiefer die Produktivität ($r=-0.74$), was mit der abnehmenden Vegetationsperiode und abnehmenden Bodenqualität zu erklären ist.

Räumlich genaue Aussagen zur potentiellen Produktivität sind nicht möglich. Es zeigt sich in der farblichen Ausgestaltung der Karte, dass die Datengrundlagen sehr grob sind. Dies kommt daher, dass die Bodendaten der Schweiz sehr ungenau sind: Eine flächendeckende Bodenkarte existiert nur auf Bundesebene und in einer Auflösung von 1:200'000. Trotz dieser Skala weist die Karte der potentiellen Produktivität grosse Übereinstimmungen mit der Karte der Landnutzungsintensität (Kap. 2.3.1) auf. Dies insbesondere in der offenen, also landwirtschaftlich genutzten Landschaft, wo die potentielle Produktivität durch die Landwirte zu einem grossen Teil ausgeschöpft wird. Die relativ grosse Übereinstimmung der zwei Karten zeigt sich unter anderem auch in ihrer Korrelation ($r=0.51$). Dies zeigt statistisch auf, dass ein positiver Zusammenhang zwischen potentieller Produktivität und der Landnutzungsintensität besteht. Der eher tiefe Korrelationsfaktor zeigt jedoch auf, dass der Zusammenhang nicht ganz einheitlich ist: So werden auch Böden mit hohem Potential extensiv (z.B. als BFF) und solche mit tiefem Potential (z.B. ebene Flächen nahe von Alpen) intensiv genutzt. Eine weitere Begründung für die eher schwache Korrelation ist die unterschiedlich gute Datenauflösung.

Eine weitere Korrelation ergibt sich aus der potentiellen Produktivität und dem Vernetzungsgrad der Trockengebiete. Die positive Korrelation ($r=0.61$) zeigt auf, dass eine bessere Vernetzung (kürzere Distanzen zwischen ökologisch wertvollen Trockenwiesen) in Flächen mit tieferer potentieller Produktivität, also in den höheren Lagen, besteht. Der Vergleich der zwei Karten (Abb. 7 und Abb. 3.1) legt diesen Zusammenhang auch qualitativ nahe.

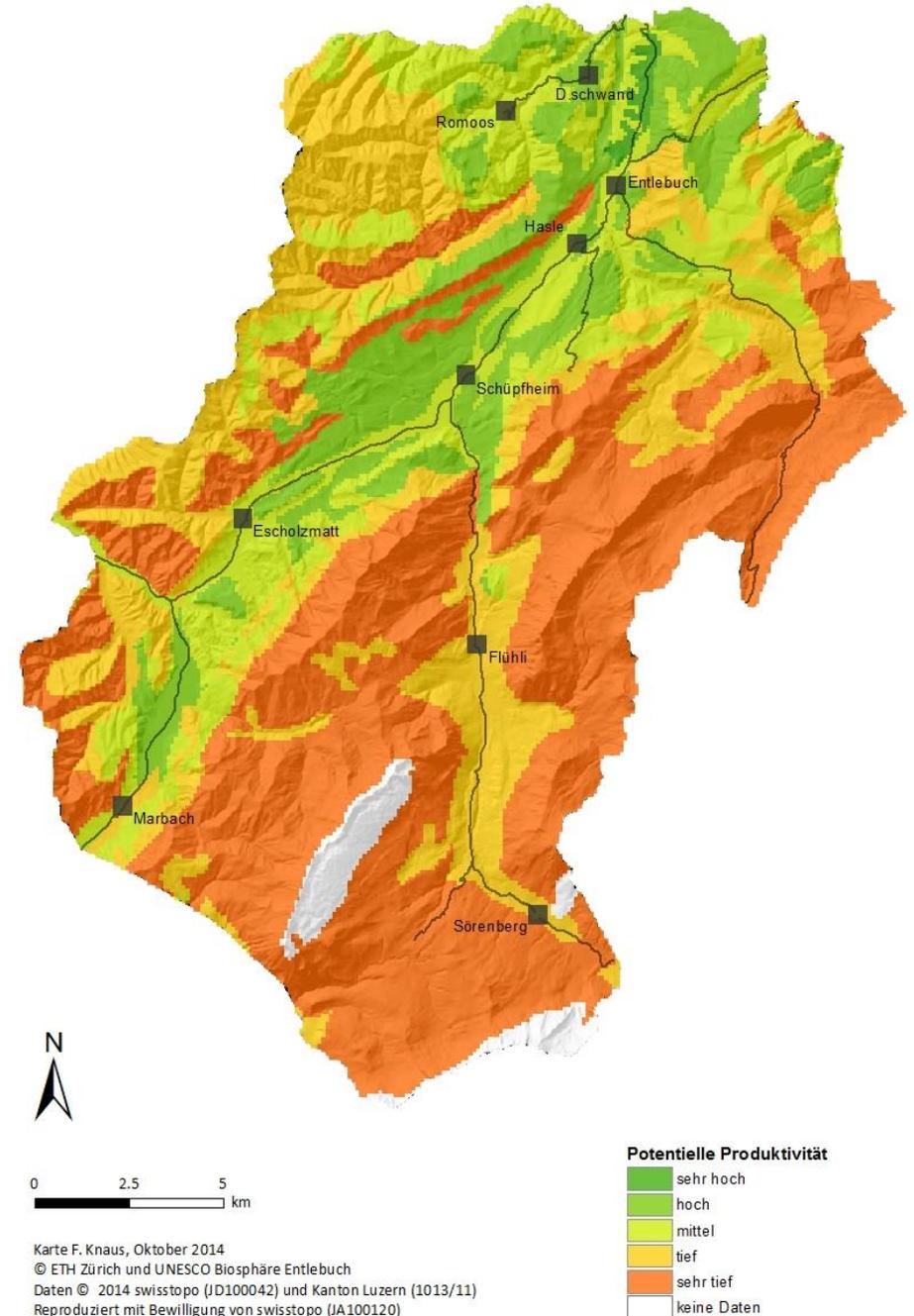


Abb. 7: Potentielle Produktivität in der UBE berechnet aus Boden- und Klimacharakteristiken.

Eine dritte Korrelation ergibt sich mit der Empfindlichkeit ($r=-0.50$). Sie zeigt, dass je höher die potentielle Produktivität einer Fläche, desto tiefer ihre Empfindlichkeit. Flächen mit hohem Produktionspotential werden in der UBE intensiv genutzt und sind mit Lebensräumen tiefer Empfindlichkeit ausgestattet. Auf diesen Zusammenhang wurde bereits in Kapitel 2.1.5 eingegangen.

2.1.8 Geologische Formationen

Geologische Formationen oder Geotope sind Gebiete, die geologische, geomorphologische oder geökologische Prozesse vorbildhaft illustrieren und darum als Zeugen der Erdgeschichte erhalten bleiben sollten. Sie zeigen beispielhaft die Entstehung der Landschaft und die Entwicklung des Klimas auf. Es besteht hierzu ein inoffizielles Inventar (Arbeitsgruppe Geotopschutz Schweiz 1999), das politisch-rechtlich noch nicht verankert ist. Die UBE verfügt über drei solcher vorgeschlagener Geotope, (Abb. 8).

Zwei Geotope liegen als Teil im Perimeter der UBE:

- Napfbergland (Nagelfluh-Schuttfläche) im Norden und Westen
- Hagleren-Glaubenberg (Schlieren-Flysch) im Südosten

Ein Geotop ist vollständig im Perimeter der UBE enthalten:

- Schrattenfluh (Höhlen- und Karstsystem) westlich Sörenbergs

Die Geologischen Formationen decken insgesamt 14% der Fläche der UBE ab und liegen in den Gemeinden Romoos, Entlebuch, Hasle, Schüpfheim, Escholzmatt-Marbach und Flühli. Alle Teilflächen der drei Geotope liegen vollständig in einem BLN Gebiet. Das Geotop Schrattenfluh ist mit einer kantonalen Naturschutzverordnung auf einem Teil seiner Fläche noch restriktiver als die BLN Gebiete geschützt. Die Ziele des Geotop-Schutzes, die sich für solch flächenhafte Gebilde sehr stark am Landschaftsschutz orientieren, sind mit dem bestehenden Schutzregime respektive den bestehenden Inventaren bereits abgedeckt.

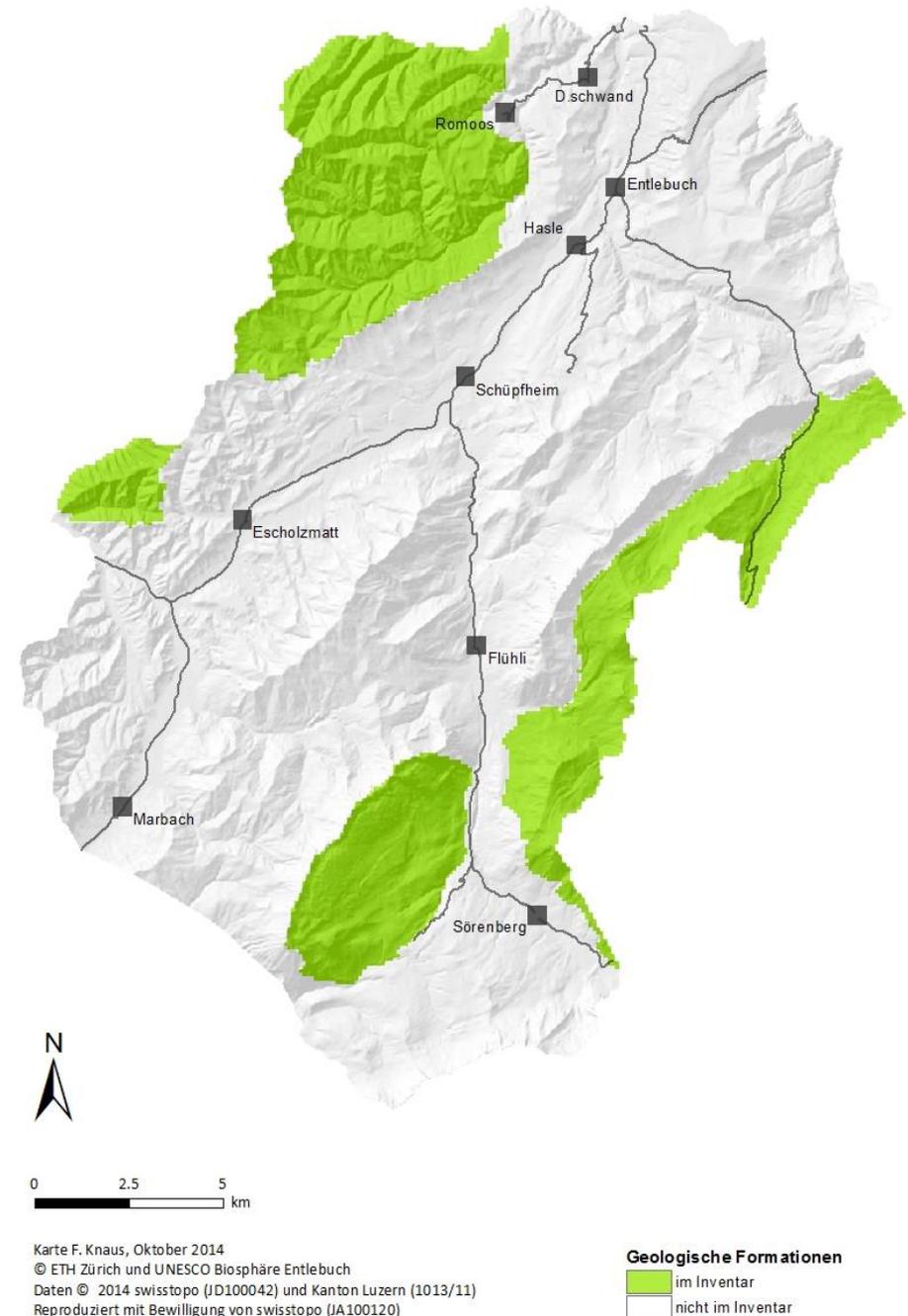


Abb. 8: Geotope von nationaler Bedeutung (Vorschlag der ScNat) in der UBE.

2.2 Gesellschaftlich orientierte Werte

2.2.1 Ökonomischer Wert

Der ökonomische Wert einer Fläche, umgesetzt und dargestellt als Ertrag, der pro Hektare und pro Jahr erzielt werden kann, wird in einer sehr groben Abstufung dargestellt, welche einerseits die grosse Bandbreite an jährlichen Erträgen im Raum abdeckt und andererseits der schlechten Datenlage gerecht wird. In der UBE wird gemäss diesen groben Abschätzungen auf 6% der Fläche kein oder ein Ertrag in unbekannter Höhe erzielt. Auf 41% der Fläche sind es einige hundert Franken, auf 51% einige tausend Franken, auf 1% einige 100'000 Franken und auf 0.23% einige 1'000'000 Franken pro Hektare und Jahr. Es ist hier anzufügen, dass bereits die Datengrundlagen aus der Arealstatistik relativ ungenau sind. Das zeigt sich daran, dass die zwei höchsten Ertragskategorien, die im Wesentlichen der Siedlungsfläche entsprechen, zusammen 1.23% ausmachen, während sie in den genaueren Daten der Swisstopo (Vektor25) das doppelte ausmachen (siehe Kapitel 2.1.6). Die Genauigkeit der räumlichen Zuteilung ist demnach beschränkt, die Grössenordnungen im Raum, also das grobe Bild, kann allerdings als robust eingestuft werden.

Räumlich zeigt sich, dass die unproduktiven Fels- und Geröllflächen der obersten Berglagen keinen Ertrag abwerfen (Abb. 9). Wälder, die meist auf mittleren Höhenlagen und in steilen Gebieten liegen bringen einige 100 Fr. pro Hektare ein. Die restlichen Flächen, welche gut bewirtschaftbar sind, werden praktisch vollständig landwirtschaftlich genutzt und werfen Erträge von einigen 1'000 Fr. pro Hektare ab. Darin sind Direktzahlungen und Erträge aus der Produktion enthalten. Die zwei höchsten Wert-Kategorien, die Gebäuden und Produktionsanlagen entsprechen, konzentrieren sich auf Wohngebäude und Industriebetriebe auf Flächen entlang der Hauptverkehrsachsen oder befinden sich als Landwirtschaftsbetriebe verstreut in der ganzen Landschaft (es zeigt sich hier der Streusiedlungscharakter des Entlebuch).

Räumlich zeigt sich eine nur sehr grobe Übereinstimmung mit den Resultaten des Hemerobiegrades (Abb. 6) und der Landnutzungsintensität (Abb. 15), mit denen am ehesten eine Übereinstimmung zu erwarten wäre. Der Grund dafür liegt einerseits in der Auflösung der Daten, die in Abb. 9 wesentlich schlechter ist, andererseits im eingeschränkten Informationsgehalt für die Ertragskategorien aus den vorliegenden Daten, die nur eine grobe Unterteilung zulassen. Unterschiede ergeben sich zum Beispiel daraus, dass die Arealstatistik nicht zwischen bewirtschafteten und unbewirtschafteten Wäldern unterscheidet. Daraus kann gefolgert werden, dass die Methodik der Arealstatistik für nationale Untersuchungen adäquat, für regionale oder lokale Analysen jedoch zu wenig genau ist. Für detailliertere Abstufungen der ökonomischen Wertausstattung des Raums, müssten weitere Abklärungen gemacht und die Methodik verfeinert werden. Eine solche genauere Karte könnte für zukünftige Managementfragen durchaus hilfreich sein, speziell wenn es darum geht, die finanziellen Auswirkungen von Landnutzungsänderungen abzuschätzen, wie es z.B. bei Extensivierungen in der Landwirtschaft oder auch bei der Ausscheidung von Waldreservaten der Fall ist.

Des Weiteren wären Abschätzungen mit Überlagerungen von verschiedenen Wertschöpfungskämen interessant, so z.B. von landwirtschaftlichen Produktionsflächen mit touristischen Anlagen (Wanderwege und Skipisten) oder auch Schutzgebieten mit ihrer Erholungsfunktion. Es könnte damit ein neuer Weg zur räumlichen Abschätzung von volkswirtschaftlichen Grössen eingeschlagen werden. Grundsätzlich besteht in dieser Thematik noch eine grosse Wissenslücke, die mit wissenschaftlichen Arbeiten geschlossen werden könnte, siehe auch Kapitel 2.2.5.

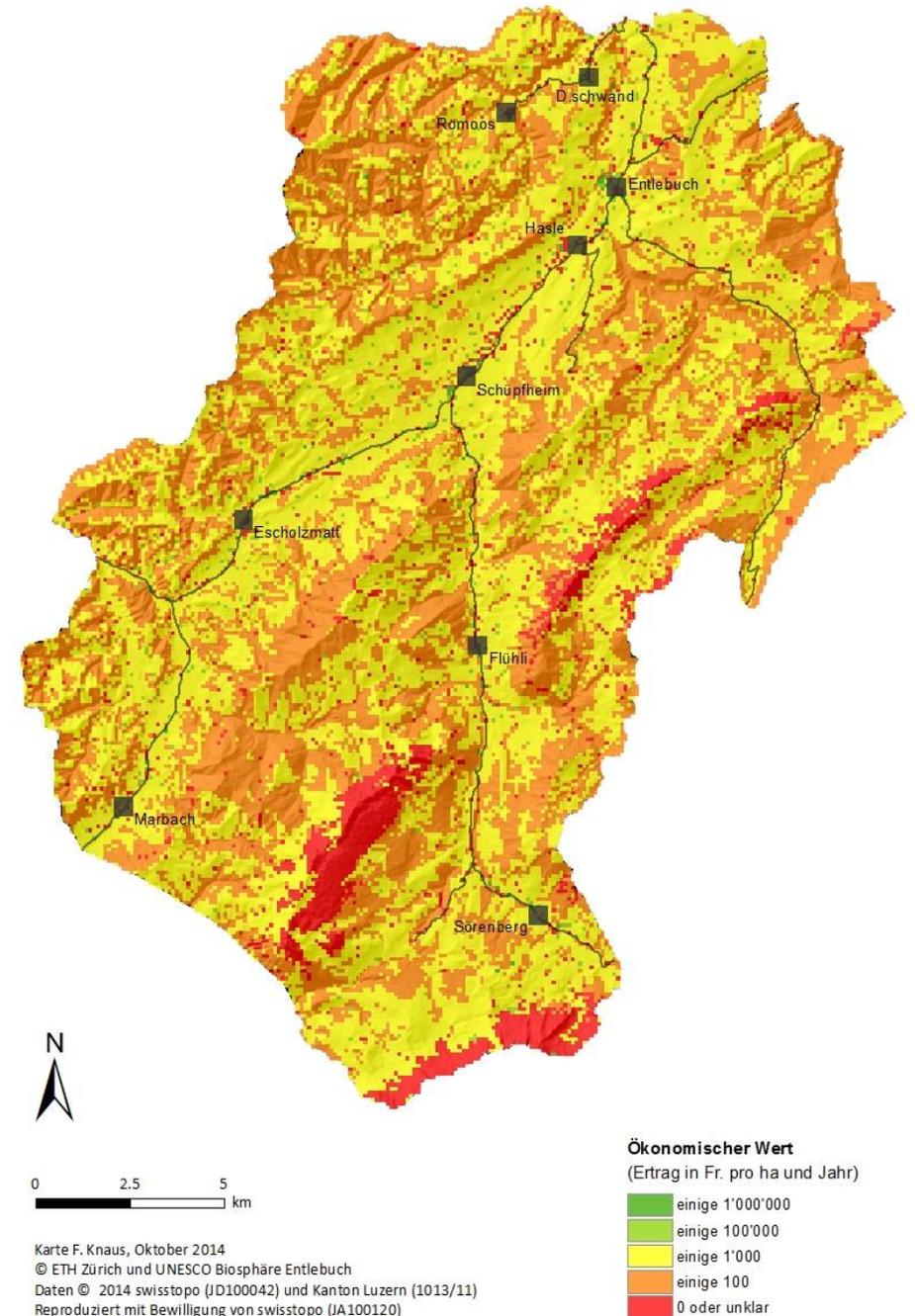


Abb. 9: Ökonomische Werte aller Flächen in der UBE, ausgedrückt als Ertrag pro ha und Jahr.

2.2.2 Kulturelle identitätsstiftende Werte

Die kulturellen Werte wurden über den Bestand von Bauten in nationalen, kantonalen und regionalen Inventaren ermittelt, die immer regionaltypisch und darum identitätsstiftend sind. In der UBE bestehen 9 schützenswerte Ortsbilder von nationaler Bedeutung (ISOS), ein Kulturgut von nationaler Bedeutung (KGS), das jedoch bereits im ISOS berücksichtigt ist (Heiligkreuz) und 11 historische Strassenabschnitte nationaler Bedeutung (IVS). Auf Stufe kantonalen Bedeutung befinden sich 26 punkthafte und 55 flächenhafte Objekte im kantonalen Denkmalverzeichnis (KDV), 108 punkthafte, 1 linienhaftes, 278 flächenhafte und 8 aggregierte Objekte des kantonalen Bauinventars (BiLU) sowie 63 Strassenabschnitte regionaler Bedeutung und 362 punkthafte Elemente des IVS. Das sind beispielsweise Kreuze, Wegkapellen oder Brunnen. Das KGS listet 12 Kulturgüter kantonalen Bedeutung auf, von denen jedoch bereits 9 in den anderen kantonalen Inventaren berücksichtigt sind. Auf Stufe kantonalen Bedeutung existieren des Weiteren 38 archäologische Fundstellen. Auf Stufe lokaler Bedeutung schliesslich finden sich 80 Strassenabschnitte und 145 punkthafte Objekte des IVS. Insgesamt addieren sich die Einträge in Inventaren auf 21 nationale, 951 kantonale und 225 lokale Objekte auf. Es sind in diesen Zahlen alle Einträge der Inventare enthalten. Objekte die in mehreren Inventaren aufgelistet werden, sind in der Zusammenstellung auch mehrfach gezählt.

Die räumliche Verteilung der verschiedenen Objekte zeigt ein Bild, das stark abweicht von den naturräumlich ausgerichteten Karten der vorherigen Kapitel (Abb. 10): Die höchste Dichte an kulturell wichtigen Objekten befindet sich im Hauptttal, wo sich die nationalen, also wertvollsten Objekte in einer maximalen Dichte von 4 Objekten pro Quadratkilometer befinden. Es sind dies die Dorfkerns aller Dörfer ausser Sörenberg sowie der Dorfteil Heiligkreuz. Bei den Verkehrswegen sind es diejenigen Strassen mit gut erhaltener historischer Wegführung und mit teilweise erhaltener Substanz. Bei den Objekten nationaler Ebene im IVS ist darauf hinzuweisen, dass diese im historischen Kontext von nationaler Bedeutung sind, jedoch aufgrund der fehlenden Substanz nicht zum eigentlichen Bundesinventar gehören. Da sie im offiziellen Datensatz als Objekte mit Nummer aufgelistet sind, wurden sie hier als Inventarobjekte berücksichtigt. Die Datenlage und -Umschreibung ist verwirrend.

In Abbildung 10 sind in den Flächen mit Objekten nationaler Bedeutung meist auch Objekte von kantonalen und lokaler Bedeutung vorhanden: Es sind pro Quadratkilometer bis maximal 23 Objekte kantonalen und 11 lokaler Bedeutung. Diese Zusatzinformation kann aufgrund der begrenzten Darstellungsmöglichkeit leider nicht aufgezeigt werden.

Quadrate mit höchstens kantonalen Objekten, darunter fallen verschiedenste historische Gebäude wie Kapellen, Alp- und Bauernhäuser, Käsespeicher, Brücken aber auch Kreuze, Brunnen, ältere militärische Bauten, etc., befinden sich angrenzend an die Hauptverkehrsachsen, teilweise bis in weiter abgelegene Orte. Es bestehen bis zu 19 Objekte pro Quadratkilometer. In diesen Flächen sind neben den kantonalen auch bis zu 3 lokale Inventarobjekte zu finden, die wiederum nicht dargestellt sind.

Kilometerquadrate mit Objekten von ausschliesslich lokaler Bedeutung liegen am weitesten entfernt von den Hauptverkehrsachsen. Es liegen darin bis zu 5 Objekte pro Quadratkilometer vor. Meist sind es gut erhaltene, eher kleinere Bauten mit Verkehrsbezug, die sich im IVS befinden.

Die Inventarobjekte teilen sich unterschiedlich stark auf die Gemeinden auf. Die Zusammenstellung findet sich im Anhang A1. Grundsätzlich ist die Vielzahl sehr ähnlicher Inventare auf den verschiedenen Stufen sehr undurchsichtig und für die Umsetzung suboptimal. Damit diese Inventare besser genutzt werden können, müssten sie kohärenter gestaltet und zusammengeführt werden, was einen langwierigen politischen und administrativen Prozess bedingen würde.

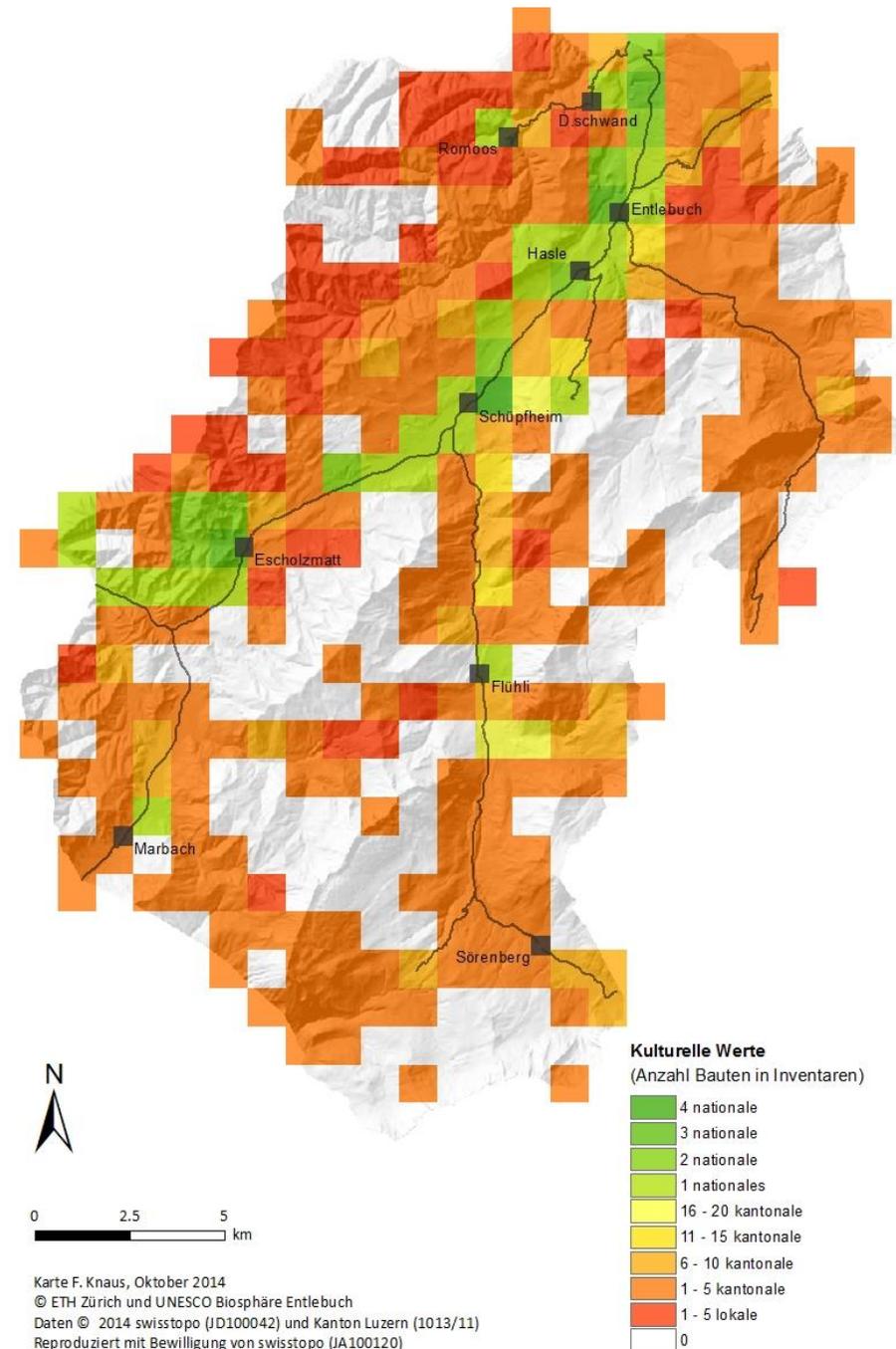


Abb. 10: Die Verteilung von Bauten nationaler, kantonalen und lokaler Inventare in der UBE.

2.2.3 Landschaftlicher Eigenwert

Der landschaftliche Eigenwert zeigt auf Basis unterschiedlicher Parameter, welche die physische Ausstattung der Landschaft beschreiben, die biophysische Grundlage der Landschaftsqualität im Hinblick auf deren visuell wahrgenommene, ästhetische Qualität auf. Hohe landschaftliche Eigenwerte entsprechen einer Landschaft hoher Komplexität bei gleichzeitig hoher Kohärenz, hoher Mysteriosität und guter Lesbarkeit. Diese Komponenten beeinflussen gemäss wissenschaftlichen Untersuchungen bei jedem Menschen die Bewertung der Landschaftsqualität positiv und sind allgemeingültig. Tiefe Werte dieser Komponenten verweisen dementsprechend auf tiefe Eigenwerte der Landschaft. Diese modellierten Werte beschreiben jedoch lediglich die biophysischen Grundlagen der Landschaftsqualität, berücksichtigen also nicht den Einfluss der subjektiven Wahrnehmung in der Landschaftsbewertung durch den Betrachtenden. Diese persönliche Bewertung der Landschaftsqualität basiert zwar auf dem landschaftlichen Eigenwert, schliesst aber weitere wichtige Parameter (z.B. Wissen, Erfahrungen, Erziehung) und weitere Komponenten des Landschaftserlebnisses (z.B. Düfte, Laute, Aktivitäten) ein. Die vom Menschen wahrgenommene Landschaftsqualität ist demnach schlussendlich anders, als der hier berechnete Eigenwert. Dies zeigen unter anderem die Resultate im nachfolgenden Kapitel (2.2.4), wo die Schönheit der Landschaft bei Touristen abgefragt wurde.

Der landschaftliche Eigenwert erreicht auf 1% der Fläche einen sehr hohen Wert, auf 4% einen hohen, auf 19% einen mittleren, auf 59% einen tiefen und auf 17% einen sehr tiefen Wert. Die räumliche Verteilung der Werte weist einen ähnlichen Gradienten wie die ökologisch ausgerichteten Abbildungen der vorherigen Kapitel auf, der jedoch noch etwas stärker prononciert ist (Abb. 11): Im eher flachen Haupttal ist der landschaftliche Eigenwert durchgehend sehr tief bis tief. Mittlere Werte ergeben sich in den etwas stärker reliefierten Flächen entlang der Hügelketten und in den tieferen Tälern des Napfs. Hohe bis sehr hohe Werte ergeben sich in den höchsten Lagen der Hügelketten, wobei die Schwändiliffluh/Schafmatt als einziges Gebiet die höchste Stufe erlangt.

Es wird hier bewusst nicht darauf eingegangen, wie stark die einzelnen der vier Komponenten des Eigenwerts zur Höhe des landschaftlichen Eigenwertes beigetragen haben, da die einzelnen Prädiktoren alleine keine Aussagekraft bezüglich der Landschaftsqualität aufweisen, sondern nur als Kombination, als grösseres Ganzes, Sinn machen.

Es sei hier noch auf die positive Korrelation zwischen landschaftlichem Eigenwert und der Höhe über Meer hingewiesen: Je höher eine Fläche liegt, desto höher ihr landschaftlicher Eigenwert ($r=0.53$). Dieser Zusammenhang zeigt sich bereits mit einem qualitativen Blick auf Abbildung 11: Alle Gebiete mit höheren landschaftlichen Eigenwerten liegen in höheren Gebieten, die tiefsten Werte sind in den tiefen Lagen zu finden. Die Ausnahmen, wie z.B. die Ämmematt, tragen dazu bei, dass der Zusammenhang nicht ganz homogen ausfällt und der Korrelationskoeffizient (r) eher tief ausfällt.

Der landschaftliche Eigenwert als Ganzes lässt sich grundsätzlich mit Massnahmen steigern, welche auf einzelne Aspekte des Eigenwertes fokussiert sind. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass es nicht möglich ist, den landschaftlichen Eigenwert in allen Flächen auf hohe Werte zu bringen. Einige tragende Parameter, insbesondere die geologischen Voraussetzungen (z.B. das Relief), lassen das nicht zu. Aus den Aspekten, welche die vier Prädiktoren der Landschaftsqualität definieren, lässt sich jedoch ableiten, dass Massnahmen, welche die Heterogenität der Landschaft und den Natürlichkeitsgrad der Landschaft steigern, den Eigenwert ansteigen lassen. Solche Massnahmen sind aus Synergieüberlegungen auch im Hinblick auf andere landschaftliche Werte, z.B. die Biodiversität (Kap. 2.1.1), Landschaftsdiversität (Kap. 2.1.2) oder Vernetzungsgrad (Kap. 2.1.3) zu fördern.

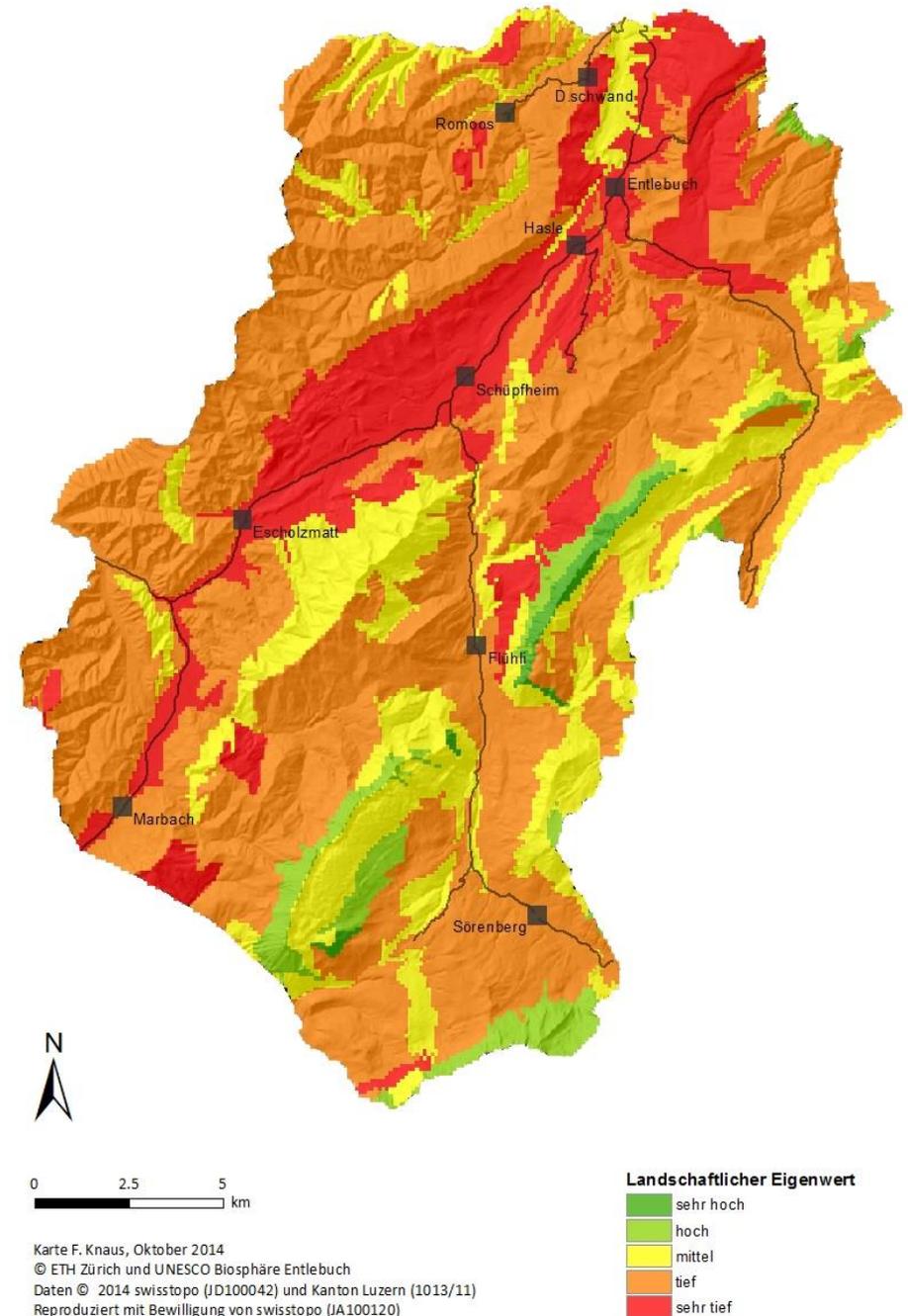


Abb. 11: Der landschaftliche Eigenwert in den Raumeinheiten der UBE.

2.2.4 Schönheit der Landschaft aus Touristensicht

Die Schönheit der Landschaft wurde in einer grossen Umfrage 2011 durch Touristen individuell bewertet, sie ist nur gültig für diese Personengruppe. Dies ist wichtig hervorzuheben, weil andere Akteursgruppen (z.B. Landwirte) die Landschaft anders wahrnehmen, anders bewerten und darum als Resultat eine andere Schönheitskarte entstehen würde. Die ästhetische Bewertung ist jedoch relativ robust, weil sie einerseits eine sehr grosse Bandbreite der Bevölkerung abdeckt und andererseits ein aufsummiertes Bild im Hinblick auf die Landschaftsqualität gibt. So nimmt die Schönheit der Landschaft mit zunehmender Übereinstimmung der Befragten in ihrer Allgemeingültigkeit zu.

In der UBE sind die schönsten Orte in einem Umkreis von 1-2km rund um das Gebiet Wägelsei zu finden (Abb. 12.1). Das entspricht dem Triangel Schlund- Husegg, Schneebergli. Mit zunehmender Entfernung von diesem Hotspot nimmt die Übereinstimmung bezüglich der Schönheit der Landschaft bei den Befragten ab. Zwischen 10 und 20% der Befragten schätzen die Umgebung südlich von Flühli und östlich von Marbach als sehr schön ein. In den restlichen Flächen liegen die Einteilungen als schönste Orte im einstelligen Prozent-Bereich. Diese Flächen sind also nur von wenigen Touristen als sehr schön taxiert, was einerseits an ihrer ästhetischen Qualität, am mangelnden Bekanntheitsgrad oder auch am sehr tiefen Anteil an Gästen dieser Gebiete, die sich in der Umfrage geäussert haben, liegen kann.

Die Schönheit der Landschaft korreliert mit dem Besucherdruck ($r=0.60$), was einerseits darauf hindeutet, dass Leute an Orte gehen, die sie landschaftlich sehr schön finden, andererseits aber auch, dass Orte, die mehr Gäste anziehen, bereits wegen der höheren Anzahl Rückmeldungen in der Umfrage häufiger als schön taxiert werden. Diese Huhn oder Ei Problematik wurde methodisch angegangen, konnte aber wohl nicht ganz gelöst werden. Es verbleibt eine Verzerrung, die dadurch zustande kommt, dass mehr Fragebogenausgabestellen im Raum Sörenberg gelegen haben.

Die Frage nach den am wenigsten schönen Gebieten in der UBE wurde nur von sehr wenigen Personen beantwortet, siehe Skala. Das zeigt bereits auf, dass die meisten Touristen an der Landschaft der UBE nichts bemängeln. Diejenigen Flächen welche als am unschönsten eingestuft wurden, liegen im Haupttal zwischen Entlebuch und Schüpfheim, wo sich die grössten

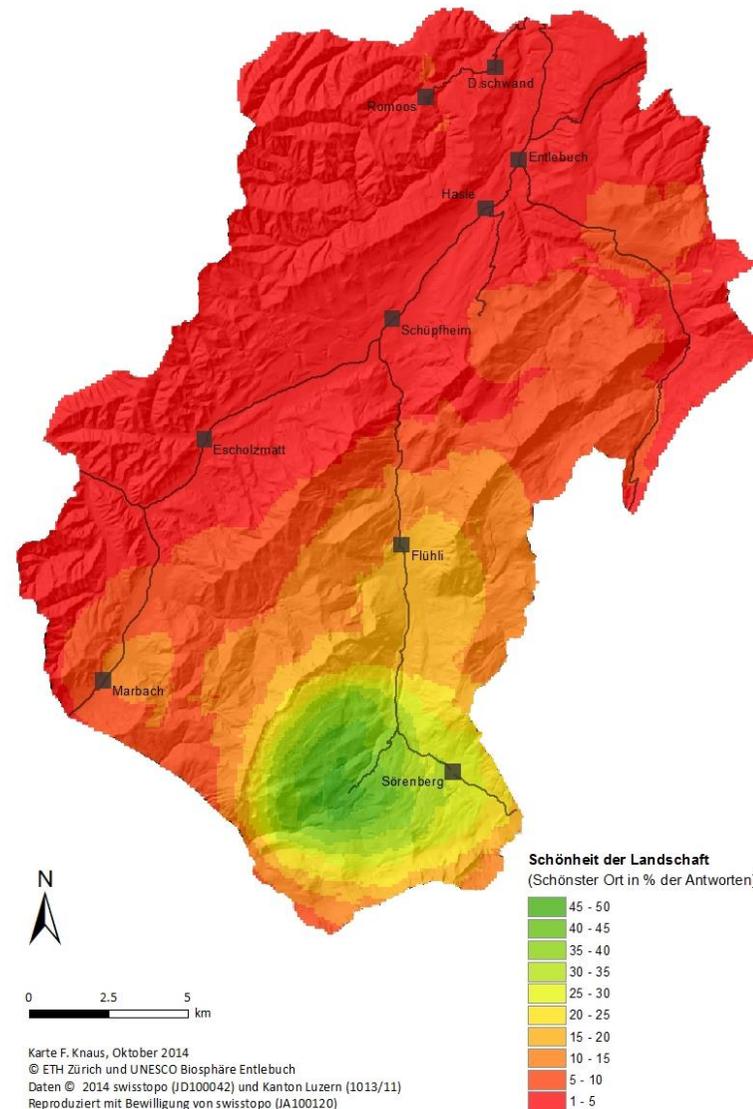


Abb. 12.1: Die schönsten Orte der UBE gemäss Sommertouristen.

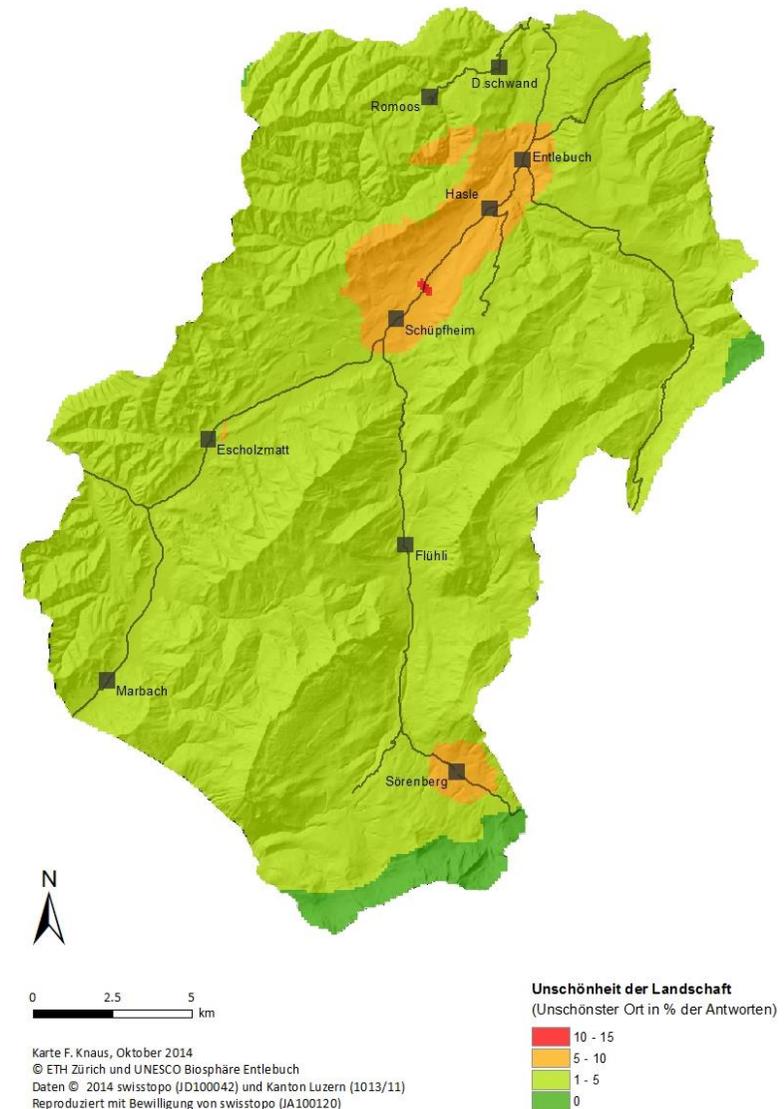


Abb. 12.2: Die am wenigsten schönen Orte der UBE gemäss Sommertouristen.

Siedlungen befinden, wie auch in Sörenberg, wo das Siedlungsbild von Ferienhäusern und Funktionalbauten geprägt ist (Abb. 12.2). Interessant ist bei dieser Abbildung, dass es nur wenige Orte gibt, die von keinen Respondenten als unschön eingeschätzt wurde, es also praktisch für jedes Gebiet jemanden gibt, der es als unschön taxiert. Dieser Umstand mag indessen mit der Methodik zu tun haben, in welcher eher kleine Karten für diese Aufgabe bereitgestellt wurden.

2.2.5 Standortgebundene essentielle Funktionen für den Menschen

Standortgebundene, essentielle Funktionen werden von Ökosystemen bereitgestellt und sind für Bewohner und Gäste nur beschränkt substituierbar. Dazu gehören Schutz vor Lawinen, Steinschlag, Hochwasser sowie die Bereitstellung von Trinkwasser. Auf 0.1% der Fläche der UBE überlagern sich mehrere dieser Funktionen, diese Ökosysteme sind sehr wichtig. Auf 11% der Fläche bestehen Ökosysteme mit wichtiger Funktion. Das sind besondere Schutzwälder, besondere Hochwasserschutzwälder und alle Gewässerschutzzonen. 18% der UBE weist Flächen weniger wichtiger Funktionen auf, also Hochwasserschutzwald oder Gewässerschutzzonen. Das sind grossflächige Gebiete, die pro Quadratmeter keine grosse Wirkung haben, aber aufsummiert über die sehr grossen Fläche eine wichtige Funktion für die Gesellschaft ausführen. Insgesamt haben rund 30% der Fläche der UBE eine spezielle Funktion für den Menschen. Flächenmässig decken die Flächen mit trinkwasserbezogenen Funktionen 92ha ab, hochwasserschutzbezogene 887ha und sicherheitsbezogene 263ha. 91% aller Flächen mit einer Funktion für den Menschen liegen im Wald, die restlichen liegen im offenen, landwirtschaftlich genutzten Land. Dies zeigt sich auf Abbildung 13, wo die farbigen Flächen ungefähr der Waldfläche der UBE entsprechen.

Die Ökosysteme mit sehr wichtigen Funktionen liegen als Kleinstflächen verstreut entlang von Bergketten und im Mettelimoos. Die Ökosysteme mit wichtigen Funktionen liegen entweder in den steilsten Flächen, sie schützen gegen Steinschlag oder Murgänge oder aber liegen in weniger steilen Flächen tieferer Tallagen und stellen Trinkwasser bereit, respektive schützen in höheren Lagen vor Hochwasserereignissen, z.B. im Raum Hilfere nordöstlich von Marbach. Alle Gebiete mit weniger wichtigen Funktionen sind in den übrigen Wäldern zu finden, mit Schwerpunkt im Napfgebiet.

Die hier abgebildeten Flächen decken nicht alle Flächen mit essentiellen Funktionen für den Menschen ab. Als Geodaten würden noch 2048 Grundwasserquellfassungen vorliegen. Da bei diesen die jeweiligen Einzugsgebiete jedoch nicht bekannt sind, wurden sie in der Auswertung weggelassen. Ein Grossteil dieser Fassungen bezieht das Wasser aus bewaldeten Gebieten, denn bei Weiden ist die Gefahr bezüglich Wasserverunreinigungen relativ gross. Alle bewaldeten Gebiete in der Nähe von Grundwasserfassungen könnten damit ebenfalls in die Kategorie „wichtig“ aufgenommen werden, es gäbe somit noch eine zusätzliche Überlagerung einer standortgebundenen essentiellen Funktion im Wald. *Dies zeigt die äusserst wichtige Funktion des Waldes für das Wohlergehen des Menschen auf.*

Neben den hier abgebildeten essentiellen Funktionen für die Grundbedürfnisse des Menschen bestehen weitere Bedürfnisse wie saubere Luft, Ruhe, soziale Beziehungen, etc., bei welchen es jedoch schwierig ist, die dafür vorhandenen Funktionen herzuleiten und räumlich abzubilden. Die Ausarbeitung einer Karte, welche die Nachfrage nach Dienstleistungen von Ökosystemen und die Bereitstellung (das Angebot) der Dienstleistungen durch die Funktionen der Ökosysteme räumlich aufzeigt, wäre jedoch eine interessante Forschungsarbeit, die dazu beitragen könnte, Über- oder Unternutzungen von Ökosystemleistungen räumlich zu identifizieren. Dies könnte wichtige Hinweise für die nachhaltige Nutzung der Ökosysteme und deren Ressourcen liefern.

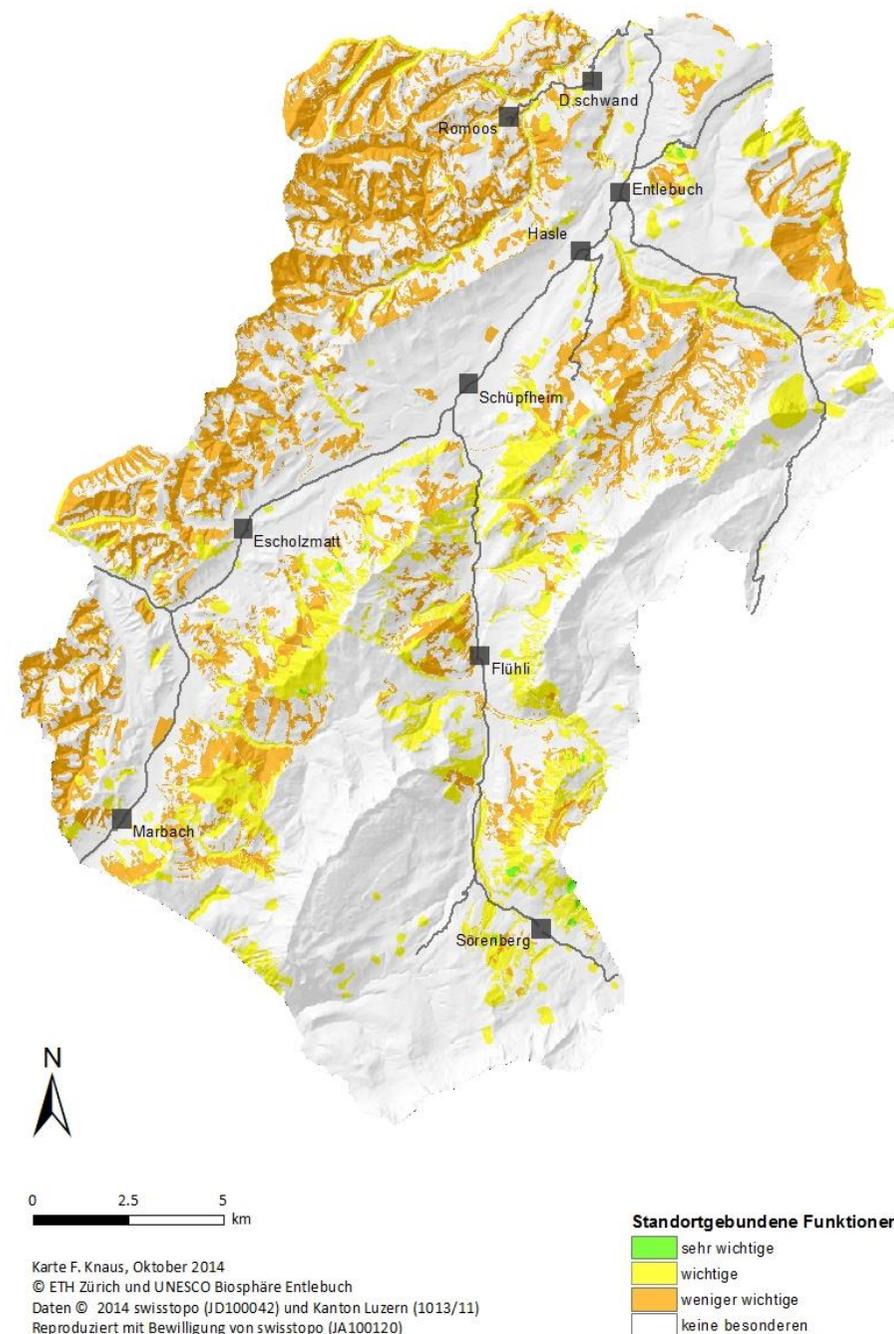


Abb. 13: Flächen, die essentielle, standortgebundene Funktionen für die Menschen in der UBE übernehmen.

2.2.6 Schutzstatus

Der Schutzstatus zeigt auf, wie streng ein Gebiet geschützt ist. In der UBE sind mehr als die Hälfte der Fläche, insgesamt 56%, mit einem Schutzstatus belegt. Berücksichtigt man nur den jeweils strengsten Schutz auf den Flächen, so ergeben sich für 1.5% der Fläche strengster Biotopschutz mit Betretungsverbot, für 9.5% der Fläche strenger Biotopschutz, für 5% eingeschränkter Biotopschutz für nur einige Arten, für 36% Landschaftsschutz und für 4% Wildruhezonen. Betrachtet man die Flächen ohne Überlagerungen, so sind 542ha mit strengstem Biotopschutz mit Betretungsverbot belegt. Es handelt sich um 7 Objekte zum Schutz von Raufusshühnern. Beim strengen Biotopschutz kommen 3 Amphibienlaichgebiete auf 68ha, 4 Auen auf 198ha, 62 Flachmoore auf 1'763ha, 46 Hochmoore auf 584ha, 18 Trockenwiesen und -Weiden auf 69ha und 10 Naturwaldreservate auf 286ha zusammen. Dazu bestehen Feuchtgebiete regionaler Bedeutung auf 389ha. Flächen mit eingeschränktem Biotopschutz belaufen sich auf 9 Sonderwaldreservate mit 243ha, 2 Jagdbanngebiete mit 1'164ha und dem Naturschutzgebiet Schratzenfluh mit 1'134ha. Beim Landschaftsschutz sind es 4 BLN Objekte mit 12'095ha, 5 Moorlandschaften mit 10'428ha und das Landschaftsschutzgebiet Schratzenfluh mit 1'005ha. Bei den Wildruhezonen sind es 19 rechtskräftige Gebiete mit einer Gesamtfläche von 3'180ha. Die Verteilung der Objekte und Flächen nach Gemeinden befindet sich im Anhang A1.

Die Überschneidung der Schutzgebiete ist enorm: Würden sich die aufsummierten Flächen aller Schutzgebiete auf 33'148ha belaufen, so decken sie in der Realität zusammen nur 20'212ha ab. Die Überlagerung beträgt insgesamt 39%. Dieser hohe Wert zeigt auf, dass viele Gebiete mit mehr als einem Schutzinstrument geschützt und damit in Bezug auf mehr als einen Schutzfokus relevant sind. Als Extrem in dieser Hinsicht figuriert das Gebiet Laubersmahdghack, das als Schutzgebiet Hotspot bezeichnet werden kann. Es überlagern sich da mit Hoch- und Flachmooren, Schutzzone Raufusshühner, Sonderwaldreservat, Moorlandschaft, Jagdbann-, Ramsar- und Smaragdgebiet sowie Important Bird Area nicht weniger als 8 verschiedene Schutzstatus auf derselben Fläche!

Bei der räumlichen Verteilung der Schutzgebiete (Abb. 14) wird jeweils nur der höchste Schutzstatus gezeigt. Die strengste Schutzkategorie findet sich auf hoch gelegenen Flächen unterschiedlicher Charakteristiken, die jedoch alle von Mooregebieten bedeckt sind. Objekte mit strengem Biotopschutz liegen vor allem auf höher gelegenen Plateaus mit einem eigentlichen Zentrum südwestlich von Sörenberg. Der Grossteil dieser Flächen besteht aus Hoch- und Flachmooren. Einige der Flächen sind auch in den tieferen Talbereichen auffindbar (z.B. das Tällenmoos nordöstlich von Escholzmatt). Weiter befinden sich im Talbereich einige Auen von nationaler Bedeutung. Auf südexponierten, steileren Flächen liegen einige Trockenwiesen, dies insbesondere auch im Napfgebiet. Eingeschränkter Biotopschutz, der also auf spezielle Artengruppen ausgerichtet ist, findet sich auf der Schratzenfluh und in der Rothornkette. Landschaftsschutzgebiete decken praktisch alle stark reliefierten Flächen, also die Bergketten und die zugehörigen höheren Täler ab. Wildruhegebiete, als am wenigsten stark geschützte Flächen, liegen in den Tal-nahen Waldgebieten eher steilerer Ausprägung. Das Haupttal ist weitgehend frei von Schutzflächen.

Der Schutzstatus korreliert negativ mit der Empfindlichkeit der Lebensräume ($r=-0.54$), dies zeigt auf, dass je empfindlicher ein Lebensraum ist, desto stärker ist er geschützt (beim Schutzstatus ist die höchste Schutzstufe mit einer 1 quantifiziert, die tiefste mit einer 5, deshalb die negative Korrelation). Diese Korrelation kann auch so gedeutet werden, dass nur in den Schutzgebieten die empfindlichen Lebensräume überdauert haben, in den anderen Flächen sind sie in den letzten Jahrzehnten durch die Intensivierung der Landwirtschaft verloren gegangen.

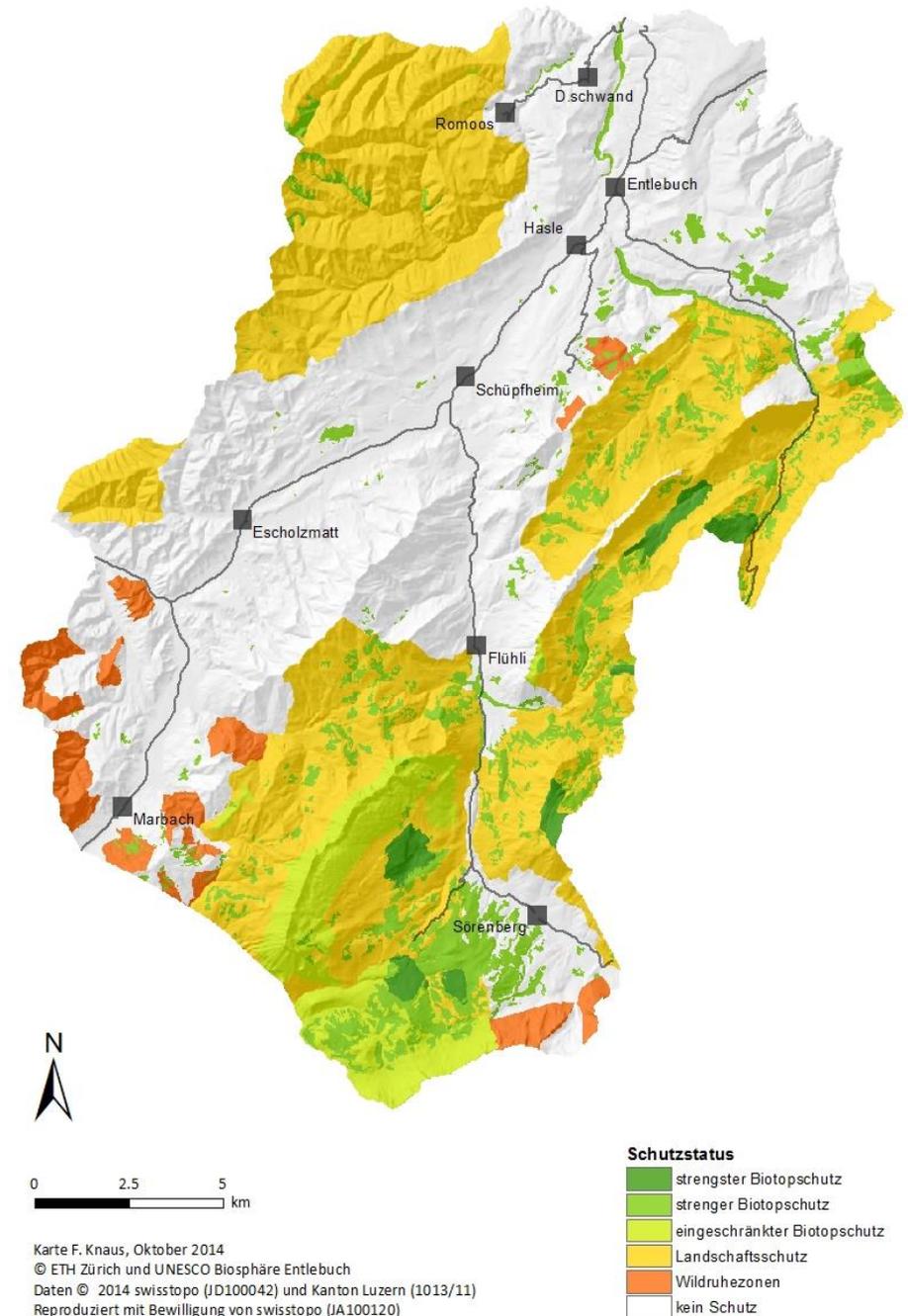


Abb.14: Schutzstatus der Flächen in der UBE. Nur der jeweils strengste Schutz ist gezeigt.

2.3 Gefährdungen der Werte

2.3.1 Landnutzungsintensität

Die durchschnittliche Nutzungsintensität liegt mit einer extrahierten Masse von 5'150kg pro Jahr und Hektare im mittelintensiven Bereich. Tabelle 2 zeigt die Aufteilung der Flächen der UBE auf die verschiedenen Kategorien der Nutzungsintensitäten.

Tabelle 2: Nutzungsintensitätskategorien und deren Verteilung in der UBE

Nutzungsintensität	intensiv		mittelintensiv		wenig intensiv		extensiv		nicht genutzt
	% der Fläche		% der Fläche		% der Fläche		% der Fläche		
% der Fläche	20%		16%		28%		22%		14%
Genutzte Trockenmasse (kg/Jahr/ha)	bis 11'200	bis 9'800	bis 8'400	bis 7'000	bis 5'600	bis 4'200	bis 2'800	bis 1'400	keine
	% der Fläche		% der Fläche		% der Fläche		% der Fläche		
% der Fläche	9%	11%	9%	7%	9%	19%	13%	9%	14%

Räumlich zeigt sich eine klare Zweiteilung (Abb. 15): Die ungenutzten bis extensiv genutzten Flächen liegen in den höheren Lagen mit Minimalwerten in den höchsten Bergflanken. Es handelt sich um unproduktive Felsflächen, Waldflächen, Schutzflächen und Sömmerungsgebiete. Die intensiv genutzten Flächen hingegen liegen im Haupttal, respektive im Seitental bis nach Sörenberg, in den gut zu bearbeitenden und gut erschlossenen Parzellen mit hoher Produktivität. Es sind Wiesen mit hohem Nährstoffeinsatz und häufigem Schnitt. Wenig intensiv und mittelintensiv genutzte Flächen liegen räumlich zwischen den extensiv und intensiv genutzten, es handelt sich um BFF und Wald.

Die sichtbaren Parallelen des räumlichen Intensitätsgradienten mit einigen der vorherigen Karten drücken sich über die höchste Anzahl hoher Korrelationswerte mit anderen Karten aus. So korreliert die Landnutzungsintensität negativ mit der Biodiversität ($r=-0.51$), negativ mit der Empfindlichkeit ($r=-0.58$), positiv mit dem Hemerobiewert ($r=0.65$), positiv mit der potentiellen Produktivität ($r=0.51$) und negativ mit der Höhe über Meer ($r=-0.54$).

Die erste Korrelation besagt, dass die Biodiversität abnimmt, wenn die Landnutzungsintensität zunimmt. Dieser Zusammenhang kann dadurch erklärt werden, dass bei häufigem Düngen und Schnitt wenige schnell wachsende und schnell reproduzierende Arten selektive Vorteile erlangen und über die Beschattung schlussendlich die vielen langsam wachsenden Arten, meist Spezialisten, ausschliessen. Die Zusammensetzung der intensiv genutzten Flächen wird durch diesen Prozess auf einige wenige Arten beschränkt (Bosshard 2015). In den forstwirtschaftlich genutzten Flächen existiert eine intensive Nutzung aufgrund des langsamen Wachstums der Bäume nicht, was den beschriebenen generellen Zusammenhang nur für die Landwirtschaftsflächen gelten lässt. Die begründet den eher tiefen Korrelationskoeffizienten.

Die negative Korrelation der Landnutzungsintensität mit der Empfindlichkeit von Lebensräumen zeigt, dass mit steigender Nutzungsintensität die Empfindlichkeit sinkt. Dieser Zusammenhang macht Sinn: Eine häufige Störung in Form eines landwirtschaftlichen oder forstlichen Eingriffs, der sich durch eine intensive Nutzung ergibt, schliesst sensible Arten bereits kurzfristig aus.

Die positive Korrelation der Landnutzungsintensität mit dem Hemerobiegrad macht aus konzeptionellen Gründen Sinn, die zwei Karten teilen sich denn auch einen Grossteil der Grundlagendaten. Der

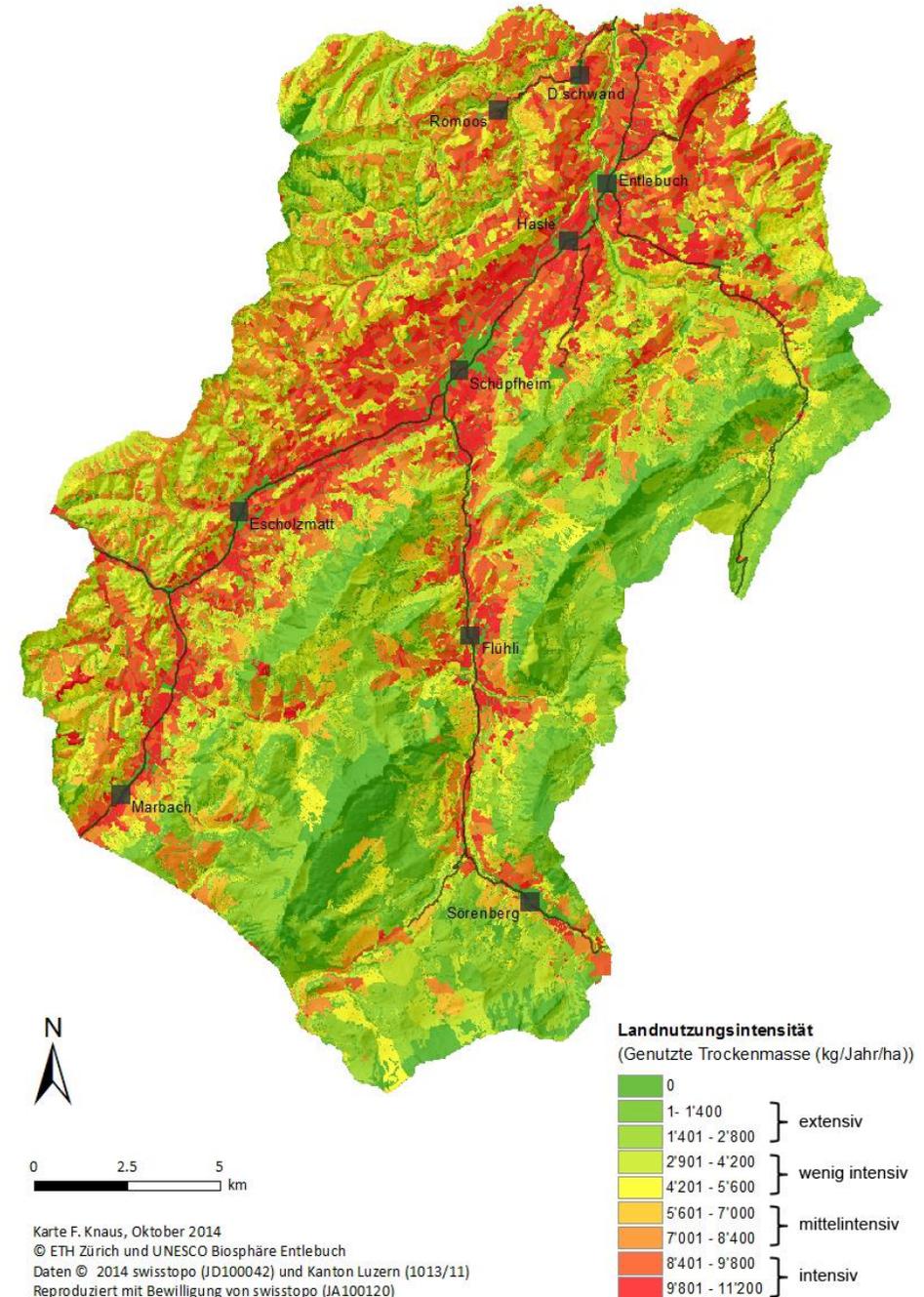


Abb.15: Landnutzungsintensität ausgedrückt in der jährlich genutzten Trockenmasse in kg pro ha.

wichtigste Unterschied zum Hemerobiegrad ist, dass die Siedlungsflächen in der Landnutzungsintensität als „nicht genutzt“ ausgeschieden, während sie im Hemerobiegrad als höchste Kategorie eingestuft sind. Dazu fließen beim Hemerobiegrad noch weitere menschlich-induzierte Faktoren ein, was die Resultate leicht unterschiedlich ausgestaltet.

Es verbleibt die positive Korrelation mit der potentiellen Produktivität. Dieser Zusammenhang drängt sich auf, da nur Flächen intensiv genutzt werden können, welche dafür geeignete Böden und ein passendes Klima aufweisen. Auf diesen Zusammenhang wurde bereits in Kapitel 2.1.7 eingegangen.

Eine intensive Landnutzung, die grosse Landbereiche abdeckt, ist aus Sicht der Nachhaltigkeit negativ zu werten. Es entstehen neben Artenverlusten auch andere negative Externalitäten vor Ort (Geruchsemissionen, Maschinenlärm, Wasserverschmutzung oder Grundwasserprobleme). Mit dem Futtermittelimport, der hohe Intensitätsstufen auf einer grösseren Fläche überhaupt erst möglich macht, sind auch ausgelagerte, klar negativ einzustufende Externalitäten (industrieller Anbau von Soja, Mais und Getreide, Abholzung Regenwald, etc.) verbunden. Anstrengungen, welche eine Reduktion der Landnutzungsintensität vor allem in den höchsten Intensitätsstufen bezwecken, sind darum aus Nachhaltigkeitsperspektive zu fördern. Für die UBE wäre dies der Trend hin zu graslandbasierter Landwirtschaft, für welche die klimatischen und räumlichen Voraussetzungen in der UBE prädestiniert sind; auch die Anstrengungen im ökologischen Ausgleich gehören dazu.

2.3.2 Zersiedelung

Zersiedelung bedeutet eine Zunahme der Siedlungsfläche bei gleichzeitig steigender Streuung der Flächen im Raum und sinkender Ausnützung für Wohn- und Arbeitszwecke pro Fläche (siehe Schwick et al. 2011). Wenig zersiedelte Orte sind demnach kompakt gebaut und weisen hohe Nutzungsdichten bezüglich Wohnen und Arbeiten auf. Die Zersiedelung wurde mit einem einfachen Zugang berechnet: Die Anzahl Gebäude pro Hektare. Diese Berechnung betrachtet in der vorliegenden Ausgestaltung zwei der drei erwähnten Komponenten der Zersiedelung: Die überbaute Fläche und die Dichte (als vereinfachtes Mass der Streuung) im Raum. Ein Faktor wird wegen fehlenden Daten ausser Acht gelassen: Der Ausnutzungsgrad der Gebäude für Wohn- oder Arbeitszwecke. Der traditionelle Streusiedlungscharakter des Entlebachs muss in der Interpretation der Zersiedelungswerte berücksichtigt werden. So wurden hohe Dichten an Gebäuden (ab 250 Gebäude pro ha) als Dorfkerne und tiefe Dichten (bis 50 Gebäude pro ha) als Einzelhöfe der Streusiedlung nicht mit der Zersiedelung in Zusammenhang gebracht. Der mittlere Dichtebereich (ca. von 51 bis 250 Gebäude pro ha) kann jedoch je nach Ausgestaltung (Anordnung im Raum und Ausnutzungsgrad) potentiell auf Zersiedelung hindeuten.

Die Anzahl Gebäude im Entlebuch beläuft sich im Durchschnitt auf 24 pro Hektare. Der Maximalwert wurde bei 860 Gebäuden pro Hektare in Sörenberg erreicht. Auf 15% der Fläche der UBE befindet sich keine Siedlung, auf 75% der Fläche findet sich der typische Streusiedlungscharakter mit wenigen Einzelhöfen, auf 1% der Fläche befinden sich Dorfkerne. Auf 6% der Fläche bestehen Dichten, welche Zersiedelungstendenzen aufweisen. 3% der Fläche ist mit grösster Wahrscheinlichkeit zersiedelt, d.h. das Siedlungsgebiet ist wenig kompakt und räumlich schlecht ausgenutzt.

Räumlich betrachtet zeigt sich ein starker Gradient rund um die Dorfkerne (Abb. 16). Hohe Dichten von Bauten befinden sich entlang der Hauptverkehrswege in den Ortschaften, zersiedelungsgefährdete Bereiche arrondieren die Dichten Zentren wie auch die Hauptverkehrsachsen. Weiter abgelegen von den Verkehrsachsen liegen die typischen Streusiedlungsgebiete mit tiefen Gebäude-dichten. Flächen ohne oder mit ganz wenigen Gebäuden (z.B. Ställen oder Alphütten) finden sich in

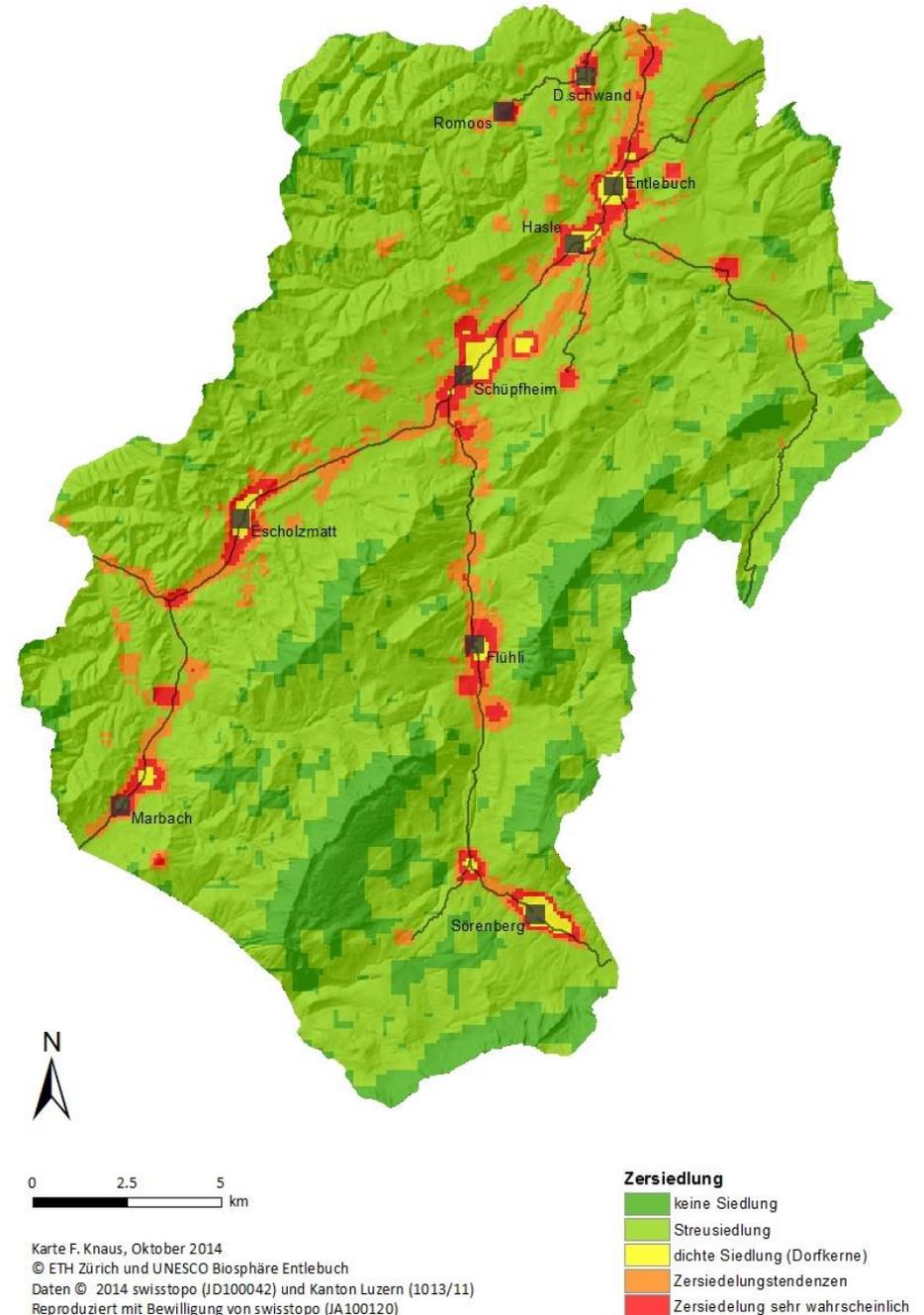


Abb.16: Siedlungsstruktur und Zersiedelungstendenzen in der UBE.

den am wenigsten gut erschlossenen Flächen und in felsigen Partien, wo Steinschlag und Lawinengefahren zu erwarten sind, respektive, da wo keine Landnutzung möglich ist und darum Gebäude überflüssig sind.

In Abbildung 16 zeigt sich die unterschiedliche Verdichtung der Ortschaften respektive deren Ausbreitung im Raum sehr gut: Die Siedlung von Hasle über Entlebuch bis Ebnet bildet bereits eine zusammenhängende Struktur, die wenig verdichtet ist. Schüpffheim weist ein grosses und dichtes Zentrum auf, breitet sich aber flächenmässig stark und mit abnehmender Dichte in die umliegende Landschaft aus. Escholzmatt ist ein sehr langgezogenes Dorf tieferer Gebäudedichte. Marbach und Flühli weisen verschiedene, jedoch eher weniger dicht gebaute Ortsteile auf. Sörenberg schliesslich weist die grösste Verdichtung auf und deckt auch eine relativ grosse Fläche ab mit schnell abnehmender Siedlungsdichte gegen den Dorfrand hin.

Die Zersiedelung ist in den letzten Jahrzehnten in der UBE im Vergleich zur Gesamtschweiz und zum Kanton Luzern überdurchschnittlich gestiegen (Knaus 2011). Es wäre interessant, die Entwicklung der Zersiedelung kartographisch aufzuzeigen und mit weiteren Zersiedelungsmassen zu ergänzen, um die Flächen und Entwicklungen zu identifizieren, die hauptsächlich zur Zersiedelung beigetragen haben. Die Zunahme der Zersiedelung ist als nicht nachhaltig einzustufen, da selbst der wirtschaftliche und soziale Nutzen des Siedlungswachstums umstritten ist: Eine ineffiziente Nutzung des Landes führt zum Rückgang von landwirtschaftlich nutzbarem Land, hohen öffentlichen Infrastrukturkosten und Schlafgemeinden (Schwick et al. 2011). Es wäre zwingend angebracht, in den wachsenden Gemeinden die Zentren stärker zu nutzen und die Bautätigkeiten stärker dahin zu lenken, kompakte Formen mit hoher Nutzungsdichte für Wohnen und Arbeiten zu schaffen. Nur mit griffigen Vorgaben kann das Entlebucher Haupttal langfristig von einer übermässigen Zersiedelung verschont bleiben. Damit kann nicht zuletzt auch das touristische Kapital gesichert werden.

2.3.3 Druck bezüglich Landnutzungsänderungen

Für zukünftige Landnutzungsänderungen wurden 3 Prozesse betrachtet: Kurzfristige und mittelfristige Ausdehnung der Siedlung, landwirtschaftliche Intensivierungen sowie Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung in Grenzertragsflächen. Die berechneten Werte zu den Landnutzungsveränderungen zeigen eine relativ stabile weitere Entwicklung der Landschaft auf. Auf 83% der Fläche ist der Druck bezüglich Landnutzungsänderungen sehr tief, es wird von keinen Veränderungen ausgegangen. Auf 1% der Fläche ist der Druck tief, diese Flächen könnten mittelfristig vom Wald überwachsen werden. Auf 14% der Fläche ist der Druck hoch, es werden Intensivierungen in der landwirtschaftlichen Nutzung erwartet. Auf die Fläche umgerechnet entspricht das 5'500ha, was einem Drittel der landwirtschaftlichen Nutzfläche entspricht. Auf 2% der Fläche wird ein hoher Druck bezüglich Landnutzungsveränderungen erwartet. Es sind dies die möglichen zukünftigen Siedlungsflächen, die innerhalb der Siedlungsbegrenzungslinie des regionalen Entwicklungsplans liegen. Schliesslich wird auf 0.2% der Fläche ein sehr hoher Druck bezüglich Landnutzungsveränderungen festgestellt. Das sind die Flächen, welche zum Zeitpunkt der Projektstarts als Bauzonen ausgeschieden wurden und von denen erwartet wird, dass sie nächstens überbaut werden. Diese Annahme ist nicht überall zutreffend (Baulandhortung), eine weitere Differenzierung kann aber basierend auf den vorliegenden Daten nicht vorgenommen werden. Wichtiger als die exakte Modellierung ist die grobe räumliche Verortung der Prozesse: Die höchsten Drücke bezüglich Landnutzungsveränderungen liegen direkt in oder um die bestehenden Ortschaften (Abb. 17). Mittlere Drücke sind im ganzen Perimeter der UBE verteilt mit

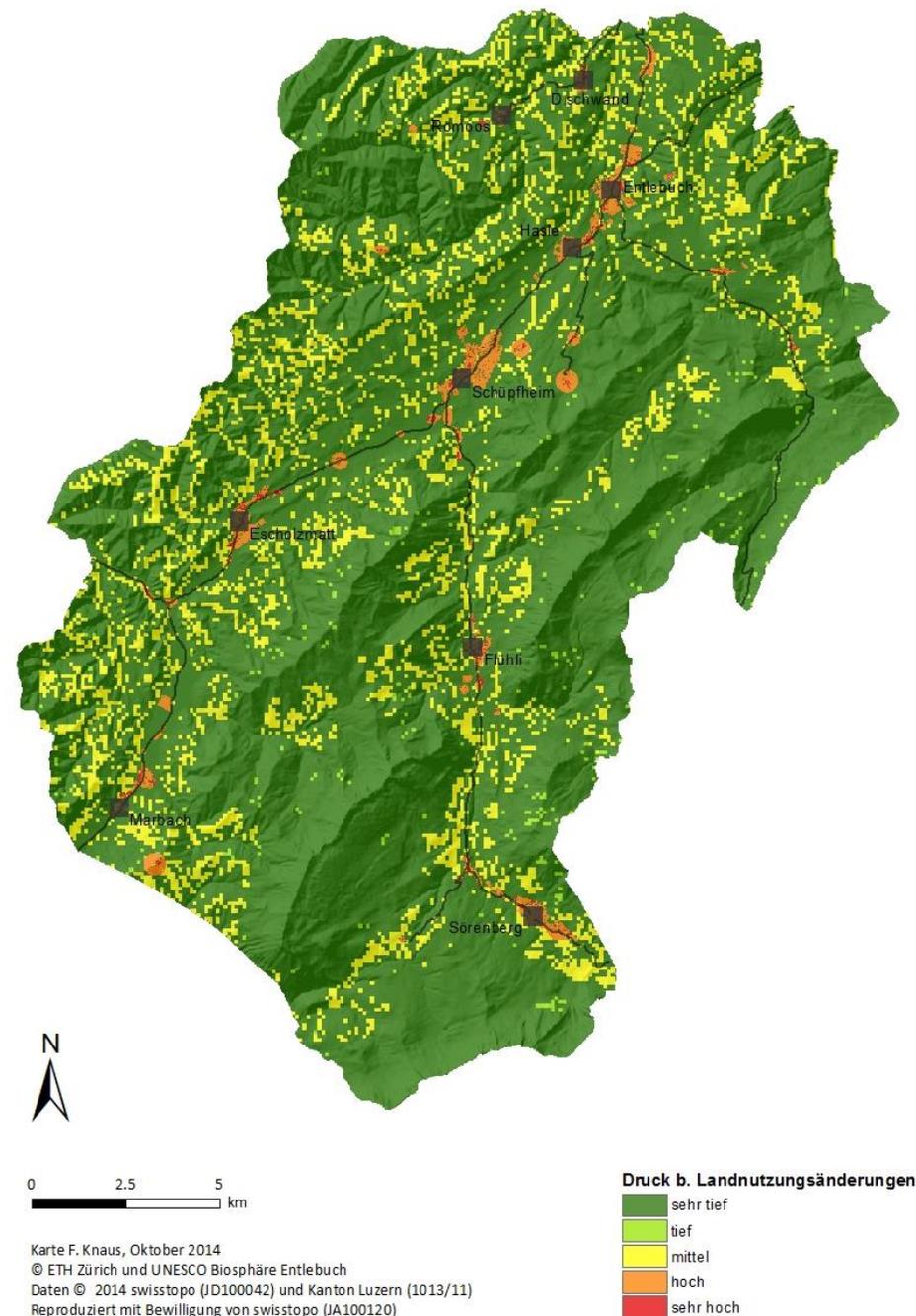


Abb.17: Druck bezüglich Landnutzungsänderungen in der UBE.

Schwerpunkt auf etwas erhöhte Flächen nahe zu den Ortschaften. Tiefe Drücke bestehen in einigen höheren Flächen ohne eigentliches Muster, wahrscheinlich entlang von Waldrändern. Der Rest und Grossteil der Fläche ist mit sehr tiefen Drücken belegt.

Die Datengrundlagen zu dieser Karte dürften sich in der Zeitspanne der Ausarbeitung des Projekts bereits verändert haben. Zahlreiche ausgeschiedene Bauzonen sind in der Zwischenzeit (seit 2012) bereits überbaut worden, neue Bauzonen wurden eventuell bereits wieder ausgeschieden. Die Angaben zur Nutzungsextensivierung oder -Intensivierung in der Landwirtschaft von Rutherford (2008) sind nicht sehr genau, da diese Daten von einem Forschungsprojekt mit nationalem Fokus stammen und sich auf ältere Daten abstützen (Bezugsperioden von 1992-97). In der Zwischenzeit werden auch hier schon zahlreiche Intensivierungen stattgefunden haben. Für genauere und aktuellere Angaben müssten in einem partizipativen Prozess historische und geplante Nutzungsänderungen parzellenscharf ermittelt werden, was sehr zeitaufwändig wäre, jedoch die Daten um ein Vielfaches genauer machen würde.

Es zeigt sich also, dass die verwendeten Datengrundlagen lückenhaft, zu grossskalig und nur kurz gültig sind. Die Karte ist folglich nur in ihrer räumlichen Grössenordnung aussagekräftig. Sie zeigt auf, dass auf einer kleinen Fläche rund um die Dörfer schnelle und irreversible Landnutzungsänderungen ablaufen, auf einer grösseren Fläche in Talnähe Nutzungsänderungen in den Landwirtschaftsflächen ablaufen und auf dem grössten Teil der Fläche in Zukunft keine grossen Veränderungen zu erwarten sind. Die kurzfristigen und schnellen Änderungen in Siedlungsnähe können direkt über die Gemeinden gesteuert werden. Ansätze wurden bereits im vorherigen Kapitel (2.3.2) erwähnt. Die langsameren und weniger starken Änderungen im Landwirtschaftsland sind stark an die Ausrichtung der nationalen Landwirtschaftspolitik und an die individuelle sozio-ökonomische Lage der Landwirtschaftsbetriebe gebunden, hängen aber auch stark von den Wertvorstellungen der Landwirte ab (Celio 2014). Diese Faktoren können nur langsam und indirekt, zum Beispiel über Bildung oder politische Prozesse auf nationaler Ebene, beeinflusst werden.

Die schlechte Datenlage ist bedauernswert, denn das Antizipieren und Aufzeigen von Landnutzungsänderungen, das Einordnen dieser in Grössenordnungen sowie die Bewertung der Prozesse wären wichtige Grundlagen für ein modellhaftes Management hinsichtlich der landschaftlichen, kulturhistorischen und gesellschaftlichen Werte. Es wäre eine interessante Aufgabe für die Wissenschaft, sich einer besseren Methodik und Datengrundlage in diesem Bereich zu widmen und als Managementinstrument bereitzustellen.

2.3.4 Zugänglichkeit

Die Zugänglichkeit wird mit der Distanz zum nächsten Weg oder zur nächsten Strasse ermittelt und zeigt auf, wie einfach eine Fläche erreichbar ist. In der UBE sind 81% der Flächen in einer Distanz von weniger als 100m erreichbar, 12% der Flächen sind 100 bis 200m von der nächsten Erschliessung entfernt, 5% 200 bis 300m, 1.4% 300 bis 400m, 0.6% 400 bis 500m, die restlichen Kategorien sind im Promillebereich. Nur gerade 0.003%, also 1ha, sind mehr als 800m von einer Erschliessung entfernt. Die höchste gemessene Distanz zu einer Erschliessung beträgt 806m. Das gesamte Gebiet der UBE kann damit als enorm gut erschlossen eingeschätzt werden.

Die räumliche Verteilung (Abb. 18) widerspiegelt die quantitative Lage: Praktisch die gesamte Fläche der UBE ist mit den ersten zwei Zugänglichkeitskategorien bedeckt, mit nur wenigen Ausnahmen. Diese Ausnahmen liegen in den ruppigsten Lagen, meist in den äusserst steilen und felsigen Nordhän-

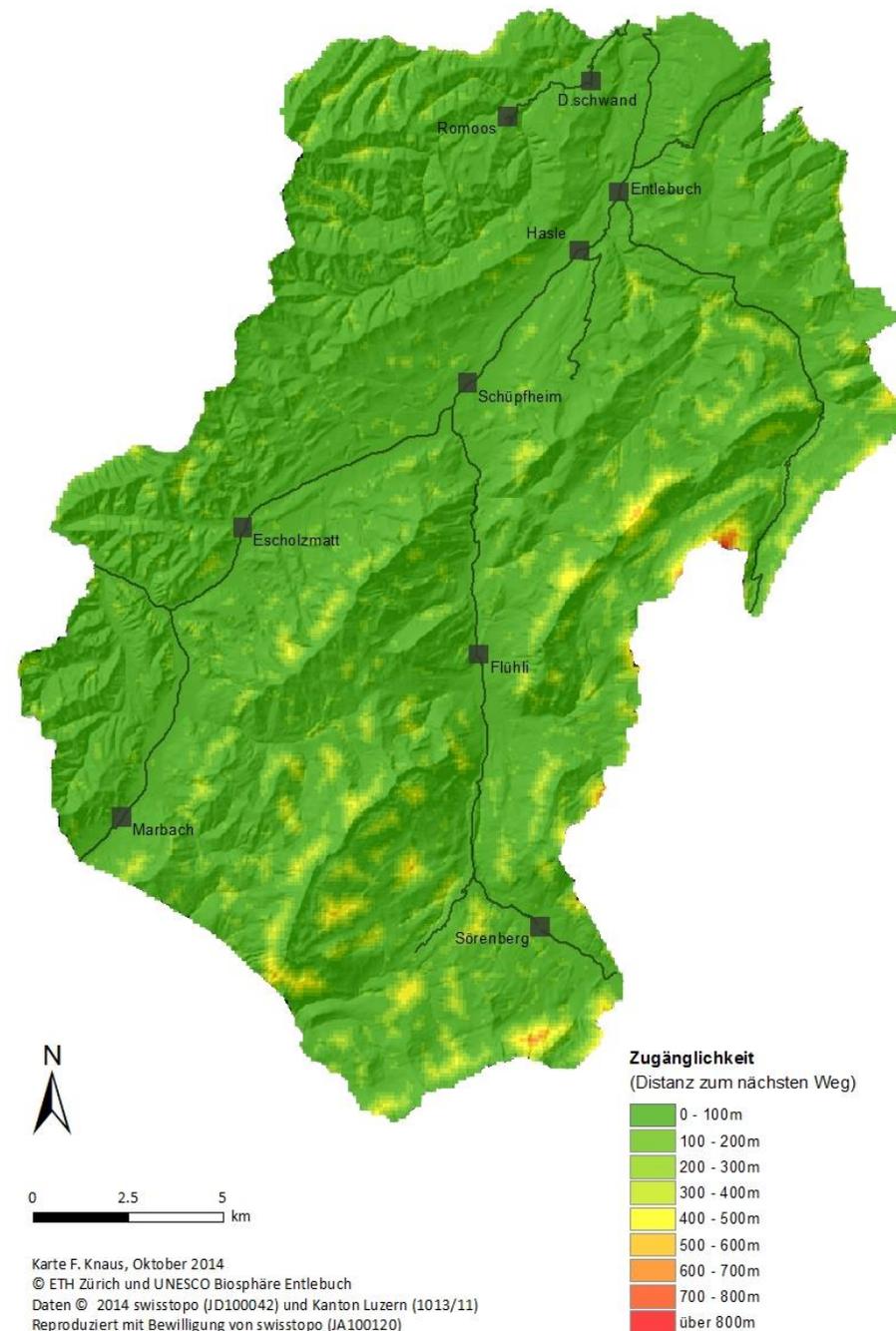


Abb.18: Die Zugänglichkeit, ausgedrückt als Distanz von jedem Punkt zum nächsten Weg, in der UBE.

gen des Fürsteins, der Schratzenfluh, Schwändilifluch, Schafmatt, Beichle und Briener Rothorn. Das am wenigsten gut erschlossene Gebiet liegt im Gugelwald, nahe dem Glaubenbergpass, das über zahlreiche Hoch- und Flachmoore nationaler Bedeutung verfügt und das 2013 als Sonderwaldreservat ausgeschrieben wurde. Das am zweitschlechtesten erschlossene Gebiet ist nahe dem Brätterstock, nördlich des Briener Rothorns gelegen. Es ist eine steile Felslandschaft ohne Zugangsmöglichkeit.

Die generell sehr gute Erschliessung führt dazu, dass die Landnutzung praktisch flächendeckend möglich ist. Diese Erkenntnis deckt sich mit den Ergebnissen zum Hemerobiegrad (Kap. 2.1.6) und zur Landnutzungsintensität (Kap. 2.3.1), wo nur 14% der Fläche der UBE als vom Menschen nicht beeinflusst oder genutzt taxiert werden. Ein Teil dieser ungenutzten Fläche wird basierend auf den Resultaten der Zugänglichkeit mit Wanderwegen durchzogen sein und damit menschliche Störungen verzeichnen: Ein Weg, der existiert, wird genutzt - insbesondere für Freizeitaktivitäten. Diese Regel wird von Jägern und Förstern bestätigt und führt dazu, dass störungsanfällige Tiere wie das Auerhuhn durch die zunehmende Anzahl Gäste und deren Bedürfnisse nach Natur, Unberührtheit und Wildnis weiter bedrängt werden. Vor diesem Hintergrund wäre es für die zukünftige touristische Weiterentwicklung angebracht, das Gästeaufkommen mittels Angeboten weiterhin räumlich eingeschränkt zu halten (siehe auch Kapitel 2.3.5) respektive aktiv Zonen auszuscheiden, für welche in Zukunft keine touristischen Angebote kreiert werden. Bei Entwicklungsentscheidungen bezüglich des Wanderwegnetzes sollte die Maxime gelten, eher zurückzubauen, als neue Wege anzulegen.

2.3.5 Besucherdruck

Die Besucherzahl von Frühling bis Herbst beträgt laut einer Hochrechnung von Knaus (2012) ca. 280'000 Personen. Diese teilen sich sehr uneinheitlich auf die Fläche der UBE auf: auf 81% der Fläche sind während den 7 Monaten sehr wenige Personen (0-20'000), auf 17% der Fläche einige (20 - 50'000), auf der restlichen, nur gerade 2% umfassenden Fläche, 50-100'000 Personen unterwegs. Es gibt also eine räumlich sehr stark fokussierte touristische Nutzung.

Dies zeigt sich kartographisch sehr gut (Abb. 19): Praktisch im ganzen Perimeter ist der Besucherdruck sehr tief, wovon sich der Besucherstrom von Sörenberg zur Rossweid, weiter zum Salwideli und schliesslich hinunter nach Kemmeribodenbad deutlich abhebt. Hier ist der Besucherdruck weitaus am höchsten. Ein ebenfalls noch gut differenzierbarer Besucherstrom startet in Marbach und erreicht Kemmeribodenbad über die Marbachegg. Weiter sind einige weniger stark differenzierbare Besucherströme auszumachen, so im Raum Flühli gegen Osten (Stäldeli und Fürstein), in Sörenberg hinauf zum Rothorn oder von Romoos und Bramboden Richtung Napf. Alle weiteren Verbindungen sind weniger offensichtlich, es handelt sich um kleinere Besuchermengen. Die linearen Verbindungen zwischen einigen Ortschaften kommen im Übrigen davon, dass die Gäste dieser Orte nur Anfangs- und Endpunkt ihres Ausfluges angegeben haben, nicht aber die genaue Route.

Die Gründe für die Klumpung in Sörenberg sind vielgestaltig: Wie auch im Methodenbeschrieb erwähnt, ist eine gewisse Verzerrung durch die Ausgabestellen der Fragebögen vorhanden. Im Raum Sörenberg wurden an den meisten Stellen die meisten Fragebögen verteilt. Die Verzerrung wurde soweit wie möglich aufgehoben, was jedoch eventuell nicht vollständig gelang. Inhaltlich sind die Gründe einerseits bei der landschaftlichen Einzigartigkeit zu finden: Die schroffe Schratzenfluh eingebettet in sanfte Moorgebiete formt eine einzigartige Landschaft mit vielen Facetten und unterschiedlichen Weitläufigkeiten. Das Gebiet wurde von der Mehrheit der Befragten als besonders schön taxiert (siehe Kapitel 2.2.4), die zwei Abbildungen korrelieren stark ($r=0.60$). Andererseits spielen die sehr

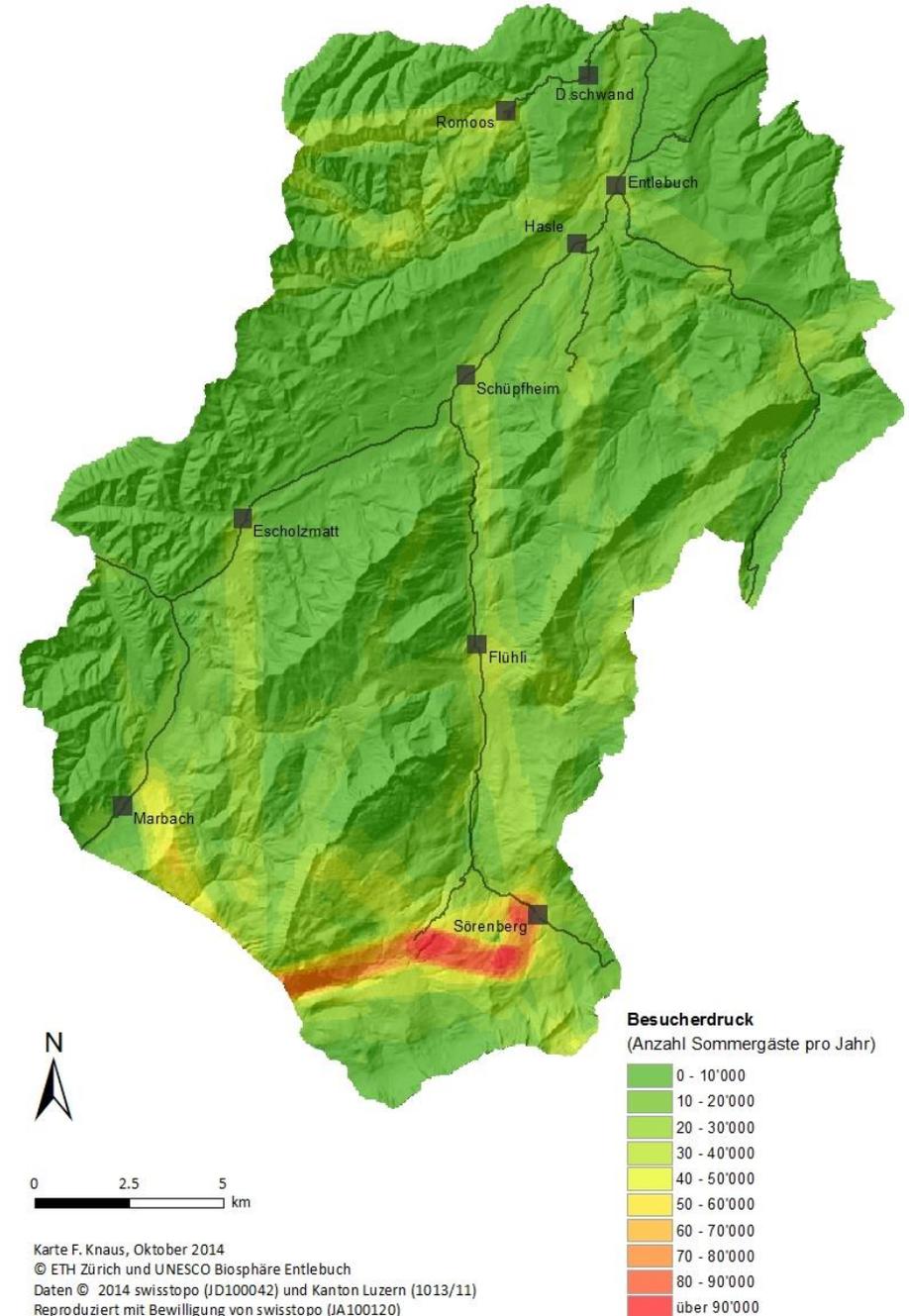


Abb.19: Besucherdruck von April bis September in der UBE.

gute Erschliessung mit öffentlichem Verkehr, die vielen, breit verstreuten Parkiermöglichkeiten, die Bergbahnen, das dichte Wanderwegnetz, die Restaurationsbetriebe entlang der Wanderroute und der Bekanntheitsgrad Sörenbergs sowie Kemmeribodenbads eine zentrale Rolle. Diese Faktoren addieren sich zu einem dichten Gerüst an Gründen auf, die Region zu besuchen, was die starke Klumpung der Besucherdichte erklärt.

Die Besucherdichten auf der besagten Strecke sind hoch verglichen z.B. zum Schweizer Nationalpark, wo ebenfalls räumliche Besucherzählungen stattfinden: Da wurden an den höchst konzentrierten Stellen für ungefähr dieselbe Zeitspanne wie in der vorliegenden Studie 36'000 Besucher gezählt (Wernli et al. 2008). In anderen Gebieten können aber weitaus höhere Besucherzahlen vorliegen, z.B. auf der Rigi, wo während des ganzen Jahres ca. 1'200'000 Gäste die Rigibahn benutzen (Odermatt 2014) und ein Grossteil davon ebenfalls konzentriert auf wenigen Wanderwegen unterwegs ist. Dies erklärt, weshalb trotz der hohen Besucherkonzentration auf der meist begangenen Strecke der UBE die Besucher diese nicht als zu hoch wahrnehmen (Meyer 2011, Knaus 2012). Im Gegenteil: in Meyer (2011) haben sich die Gäste dahingehend geäussert, dass sie die tiefen Besucherdichten im Raum Salwideli-Rossweid schätzen. Die vermeintlich hohe Dichte an Gästen im Raum Sörenberg-Kemmeribodenbad kann damit als noch gut verträglich angesehen werden und kann gegebenenfalls sogar gesteigert werden. Wie bereits im vorherigen Kapitel (2.3.5) erwähnt, wäre es im Sinne der nachhaltigen touristischen Nutzung der gesamten UBE angebracht, den Besucherdruck nicht flächig zu verteilen, sondern diesen an einigen Orten zu konzentrieren, in denen die Kapazität auch vorhanden ist, ein grösseres Gästeaufkommen zu absorbieren. Es wird Aufgabe eines partizipativen Prozesses sein, diese Gebiete festzulegen, und dabei die Resultate der ökologischen Analysen dieses Projektes zu berücksichtigen.

3. Synthese

3.1 Ökologische Werte, ihre Gefährdung und Chancen für die Zukunft

Die naturräumlich orientierten Karten, welche ökologische Werte erfassen, zeigen alle ein mehr oder weniger ähnliches räumliches Muster: Biodiversität, Hemerobiewert, Empfindlichkeit und Schutz-Prioritätsgrad der Artengemeinschaft weisen in höheren und abgelegeneren Regionen der Hintertäler einen hohen ökologischen Wert auf, Gebiete nahe dem Haupttal mit den grösseren Siedlungen und dem Seitental nach Flüfli eher tiefe Werte. Das Muster ist dabei nicht ganz einheitlich, die Wertekarten nehmen komplementäre, sich ergänzende Perspektiven bezüglich des ökologischen Wertes von Flächen ein. Lediglich die Landschaftsdiversität weist eine vom typischen Muster etwas abweichende Verteilung der Werte auf, in der die höchsten Gebiete eher tiefe Werte erlangen. Das ist wie in Kapitel 2.1.2 erwähnt biologisch zu erklären, schmälert also die generelle Aussage der Verteilung nicht. Im Gegenteil: diese Resultate tragen zur weiteren Differenzierung der Verteilung des ökologischen Wertes in der UBE bei.

Das aktuelle **Verteilungsmuster der ökologischen Werte** kann mit verschiedenen Karten erklärt werden: Allgemein stellt die überaus gute Zugänglichkeit aller Flächen die Basis für eine flächendeckende menschliche Nutzung dar. Gemäss Kapitel 2.1.6 und 2.3.1 werden 86% der Fläche der UBE land- oder forstwirtschaftlich genutzt. Die land- und forstwirtschaftliche Nutzungsintensität orientiert sich neben der Erschliessungsgüte an der potentiellen Produktivität des Landes, also an den Boden-bezogenen und klimatischen Voraussetzungen. Überall dort, wo die Erschliessung gut und die potentielle Produktivität hoch ist, ist die Landnutzungsintensität hoch bis sehr hoch. Dieser Zusammenhang gilt vor allem für die Landwirtschaft, weniger für die Forstwirtschaft, wo eine intensive Nutzung aufgrund des langsamen Wachstums der Bäume nicht möglich ist (eine Niederwaldnutzung wäre ein mögliches Pendant zur intensiven landwirtschaftlichen Nutzung, in dem häufig eingegriffen wird. Es ist jedoch nicht die Nutzungsart mit der höchsten Produktivität und kann zudem auf höheren Lagen wegen der Artenzusammensetzung nicht umgesetzt werden). Die Nutzungsintensität bestimmt nun weitestgehend über die Verteilung der ökologischen Werte: Hohe Nutzungsintensitäten führen zu tiefen ökologischen Werten, mittlere bis tiefe Nutzungsintensitäten zu hohen Werten, je nachdem, welche ökologischen Werte betrachtet werden. Die flächendeckende freizeitliche Nutzung beeinflusst die ökologischen Werte weniger stark, da sie meist auf die Wanderwege konzentriert ist (Ausnahmen sind Pilz- und Beerensammeln, OL, Paragliding, etc.). Im Winter ist die Orientierung an Wanderwegen weniger stark, es kommt zu breiter verteilten Störungen durch Schneeschuh- und Tourengänger, was bei der winterlichen Ressourcenknappheit und vor allem bei störungsempfindlichen Arten (z.B. dem Auerhuhn) negative Einflüsse hat und bei einem Populationsrückgang dieser wertvollen Arten den ökologischen Wert der betroffenen Flächen schmälert. Flächenmässig dominant und mit grösster Auswirkung auf ökologische Werte ist jedoch klar die Landwirtschaft.

Die aktuell vorliegenden Werte und ihre Verteilung im Raum werden **weiteren zukünftigen Entwicklungen** unterliegen: Der Vernetzungsgrad weist darauf hin, dass die Flächen in den ökologischen Hot-Spots der höher gelegenen Gebiete gut bis perfekt vernetzt sind. Die dort ansässigen Lebewesen (Tiere und Pflanzen) können sich gut im Raum bewegen, verteilen und untereinander austauschen. Diese Populationen haben die ökologischen Voraussetzungen, langfristig überleben zu können. Die verbleibenden Tal-nahen Kleinst-Hot-Spots, welche eingebettet sind in ökologisch eher verarmte Gebiete, sind hingegen stark isoliert. Das breite, intensiv genutzte Talgebiet wirkt für zahlreiche Arten speziell als Barriere. Die Populationen dieser Flächen sind über längere Zeithorizonte mit Inzuchtproblemen konfrontiert, wobei dies vor allem Populationen weniger mobiler Tierarten und Pflanzenarten, welche auf solche angewiesen sind, betrifft. Diese Arten können langfristig Überlebensprobleme haben. Weitere Entwicklungen bezüglich zukünftigen Veränderungen von ökologischen Werten kommen von Landnutzungsänderungen: Die Ausbreitung der Siedlung führt zur vollständigen Veränderung der ökologischen Ausgestaltung der vorherigen Flächen. Die überbauten Flächen gehen irreversibel verloren. Die gestalteten Grünräume der neuen Siedlungen sind gemäss eigenen Beobachtungen meist ökologisch banal, da nur mit wenigen und zudem häufig gebietsfremden Pflanzen begrünt. Die Siedlungsausbreitung führt als Summe zu einem grossen ökologischen Verlust. Im Landwirtschaftsland führen weitere Intensivierungen zu Verlusten ökologischer Werte. Da die Tallagen schon weitgehend maximal intensiviert wurden, finden weitere Intensivierungen räumlich in immer höheren Lagen statt, den letzten Refugien der hohen ökologischen Werte. Diesen Prozessen sollte mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. In Grenzertragslagen, also Flächen, welche keine grossen Erträge abwerfen und nur mit grossem Aufwand zu erhalten sind, nimmt die Nutzung ab. Diese Flächen wachsen über längere Zeithorizonte ein, was ebenfalls einer Reduktion ihres ökologischen Wertes entspricht, da die aufkommenden Wälder artenreiche Weiden verdrängen und selber keine speziellen Waldgesellschaften darstellen. Mit dem zunehmenden Bedürfnis nach Wildnis und Abenteuer kann auch der Einfluss des Tourismus eine relevante Stellung einnehmen, indem die Aktivitäten flächendeckender und jahrumspannender werden. Artenbezogene ökologische Werte werden durch diese Störungen, sofern sie weiter zunehmen, weiter reduziert.

Ansätze zur **Sicherung der ökologischen Werte** bestehen bereits: Schutzflächen decken eigentliche ökologische Hot-Spots heute schon sehr gut ab. Auf 12% der Fläche der UBE bestehen Schutzgebiete mit strikten Bewirt-

schaftungsvorgaben, welche die ökologischen Werte am stärksten schützen. Auf 7% der Fläche der UBE bestehen Vernetzungsobjekte (Ökoausgleichsflächen ohne Naturschutzvertrag, Sonderwaldreservate und Jagdbanngebiete). Für die Sicherung der ökologischen Werte ist das ein Minimum. Auf nationaler Ebene werden 17% Schutzgebiete und 13% Vernetzungsflächen angestrebt (Bafu 2014). Es wäre für die UBE im Hinblick auf die Sicherung des ökologischen Standbeins der Nachhaltigkeit angebracht, mit zusätzlichen Vernetzungsgebieten und weiteren Schutzflächen die **ökologisch wertvollen Flächen auszubauen**. Es sollte nach Wegen und Mechanismen gesucht werden, die es ermöglichen, grössere Flächen zu extensivieren und als Schutz- oder Vernetzungsflächen auszuweisen. Im Sinne einer Vernetzung wären die geographischen Hauptaktivitätsfelder das Haupttal Entlebuch-Hasle-Schüpfheim-Escholzmatt-Marbach und das Seitental Schüpfheim-Flühli-Sörenberg. Da in diesen Bereichen bereits seit Jahren Anstrengungen für die Ausweisung von BFF/ökologischen Ausgleichsflächen über die Trägerschaften der Vernetzungsprojekte laufen, muss zuerst abgeklärt werden, wie eine Strategie aufgebaut werden kann, die erfolgreich zu einem Ausbau dieser Flächen führen kann. Bei vielen Landwirtschaftsbetrieben erzwingt die Extensivierung bereits kleiner Flächen eine Reduktion der Tierbestände und hat damit tieferegreifende negative ökonomische Auswirkungen. Diese negativen Auswirkungen müssen quantifiziert und Auswege daraus in der zu formulierenden Strategie aufgenommen werden.

Neben dem Ausbau der ökologischen Infrastruktur durch neue Vernetzungs- und Schutzgebiete sollte die generelle **Reduktion der Landnutzungsintensität** als Ziel formuliert werden. Das aktuelle Ausmass der Landnutzungsintensität kann nur durch hohe Futtermittelimporte (ca. 45'000 Tonnen pro Jahr; P. Hofstetter, brieflich) aufrechterhalten werden. Sie führt neben der Trivialisierung der Lebensräume zu einem generellen Nährstoffüberschuss in der UBE, der negative Auswirkungen auf Gewässer, Schutzgebiete und Grundwasser haben kann. Die Schaffung einer hohen Abhängigkeit von externen Rohstoffen und die vielfach ökologisch bedenkliche Produktionsweise dieser Rohstoffe im Ausland machen sie als eine zentrale Produktionsbasis der Landwirtschaft in der UBE fragwürdig. Es wäre anzustreben, die Abhängigkeit langfristig abzubauen, indem die graslandbasierte Landwirtschaft stärker gefördert wird. Sie wird von zahlreichen Landwirten für die Produktion von Milch für Rohmilchkäse bereits gepflegt und könnte auf die anderen Betriebszweige (Fleisch) erweitert werden. Ziel wäre es, ein Grossteil der landwirtschaftlichen Erzeugnisse langfristig mit Rohstoffen aus der Region zu produzieren. Es wäre dafür nötig, finanzielle Anreize sowie Vertriebs- und Marketingkanäle für Produkte bereitzustellen. Ein möglicher Weg wäre es, das „Echt Entlebuch“ Label diesbezüglich inhaltlich aufzuwerten. Dieser Weg stellt eine Chance dar, die UBE mittelfristig als erste Region mit graslandbasierter, nachhaltiger Landwirtschaft zu positionieren und zu vermarkten.

Der hier skizzierte Ansatz schlägt eine Richtung ein, die mit den Zielen der Agrarpolitik 14-17 übereinstimmt und noch weiter geht. Er ist schwierig zu erreichen und mit zahlreichen Unsicherheiten behaftet: Es muss ermittelt werden, wie gross die resultierenden ökonomischen Auswirkungen auf die Landwirtschaftsbetriebe sind und wie diesen begegnet werden kann. Es muss abgeklärt werden, ob Marktchancen und Konsumentennachfrage für graslandbasierte Produkte bestehen oder generiert werden können. Kurzum, es bedarf einer wohlüberlegten und **langfristigen Strategie**, welche eine schonende Überführung der heute industriell ausgerichteten Milch- und Fleischproduktion hin zu einer nachhaltigen Landwirtschaft herbeiführen kann. Diese Strategie muss vor dem Hintergrund konzipiert werden, dass die regionale Ausgestaltung der Landwirtschaft heute massgeblich über die nationale Agrarpolitik bestimmt wird. Die darin gesetzten finanziellen Anreize, in der UBE sind es ca. 45 Millionen Franken pro Jahr (B. Koch, brieflich), bestimmen weitestgehend über die Ausrichtung der Landwirtschaftsbetriebe. Diese Anreize können nur über nationale politische Prozesse verändert werden. Neben den finanziellen Anreizen bestimmen aber auch die persönlichen Wertvorstellungen der Landwirte über die Ausrichtung ihrer Betriebe. Teilweise sind diese sogar wichtiger, als die finanziellen Anreize (Celio 2014). Die Abkehr von der Ressourcen-Abhängigkeit vom Ausland könnte eine zentrale Argumentationslinie für Überzeugungsarbeiten sein, da sie inhaltlich durchaus mit Wertvorstellungen der Landwirte übereinstimmt. Der Sensibilisierung, aber auch der Ausbildung, kommt hinsichtlich der Beeinflussung der Wertvorstellungen eine sehr wichtige Stellung zu. Hier bietet sich eine engere Zusammenarbeit mit der landwirtschaftlichen Schule und Beratung im BBZN Schüpfheim an. Nachhaltigkeitsaspekte sollten vermehrt (respektive wieder) Eingang ins Curriculum der Landwirte haben. Dazu sollte breiter und wiederholt über die Landnutzungsintensität und deren Konsequenzen informiert werden.

Sollten von der UBE Massnahmen im komplexen Bereich der Nutzungsextensivierung und im Ausbau der ökologischen Infrastruktur eingeschlagen werden wollen, so sind diese in einem **breiten, partizipativ angelegten Prozess** festzulegen. Möglichkeiten hierzu bieten sich im Rahmen der auszuarbeitenden Programmvereinbarungen und der Charta an. Der Prozess könnte folgende Schritte beinhalten: In einem ersten Schritt könnten gemeinsam mit möglichst vielen landwirtschaftsbezogenen Personen und Akteursgruppen eine Strategie mit klaren Zielen hinsichtlich der Regionalressourcen-basierten Landwirtschaft festgelegt werden. Möglichst viele Akteure sollten von der Wichtigkeit und von den Chancen eines solchen Unterfangens überzeugt sein. In einem zweiten Schritt könnten anhand von ersten freiwilligen Betrieben verschiedene Möglichkeiten zur Reduktion der Landnutzungsintensität oder zur Ausscheidung von neuen Schutzgebieten/Vertragsflächen getestet und die ökonomischen Auswirkungen auf die Betriebe erfasst und mit neuen Ansätzen kompensiert werden. Gesamt-

betriebliche Beratung spielt hierbei eine wichtige Rolle. Basierend auf den Erfahrungen könnten in einem dritten Schritt breitere Programme gestartet werden, um weitere Betriebe für Beratungen und folglich für Extensivierungen zu gewinnen. Dazu könnten in einem vierten Schritt weitere ökologische/planerische Informationsgrundlagen geschaffen werden, z.B. eine synthetisierte ökologische Wertekarte, eine Defizitkarte und eine Potentialkarte, mit welchen die Schaffung von Vernetzungs- und Schutzgebieten systematischer gesteuert werden könnte. In Kombination mit Sensibilisierungs- und Bildungsaktivitäten sowie mit Vertriebs- und Vermarktungsstrukturen für graslandbasierte Produkte über die Biosphäre Markt AG (Echt Entlebuch), sollte langfristig die Landnutzungsintensität in der Landwirtschaft reduziert, sowie neue Schutz- und Vernetzungsflächen im Rahmen der ökologischen Infrastruktur ausgedehnt werden können. Der Prozess wird mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

Bezüglich der Gefahren, welche von der **touristischen Nutzung** für die ökologischen Werte ausgehen, sollte darauf geachtet werden, dass die räumlich starke Konzentrierung der touristischen Aktivitäten im Frühling bis Herbst erhalten bleibt, um die Tourismus-bezogenen Störungen geographisch eingeschränkt zu halten. Für die touristische Weiterentwicklung wäre es angebracht, in einem übergeordneten grossräumlichen Planungsprozess für den Sommer- und Wintertourismus festzulegen, welche Gebieten zukünftig mehr oder weniger touristisch entwickelt werden sollen, also wo mehr und wo weniger Touristen unterwegs sein sollen (Teil der Programmvereinbarungen 2012-15, TP2.2). Für den Individualtourismus im Winter (Ski- und Schneeschuhtouren-gänger), der in der gesamten Schweiz stetig zunimmt, soll abgeschätzt werden, wo die grössten Konfliktregionen sind, das heisst, wo störungsanfällige Arten auf viele Tourengänger stossen. Dazu müssen noch Daten zur winterlichen Nutzung verschiedener Räume erhoben werden. Bestehen grosse Konflikte, sollte ein Lenkungssystem für die betroffenen Gebiete geschaffen werden, das mit Markierung und Sensibilisierungstafeln arbeitet, wie dies im Raum Salwideli-Schlund-Schrattenfluh bereits existiert. Dieser gross- und kleinräumliche Ansatz bietet die Chance, die zukünftige Angebotsgestaltung der UBE ökologisch nachhaltig auszurichten und zum Schutz von sensiblen Arten beizutragen. Das passt zur touristischen Ausrichtung der UBE und kann entsprechend positiv kommuniziert werden.

Beim **Bauen von neuen Häusern und Anlagen** sollte darauf geachtet werden, dass die Grünräume mit minimalen ökologischen Standards erstellt werden: Verwenden von ausschliesslich einheimischen Gehölzen und Pflanzen bei der Begrünung, möglichst Blumenwiesen anstatt Rasen anlegen, kleinere Feuchtgebiete schaffen, an Böschungen Spontanvegetation (Ruderalflächen) aufkommen lassen, Ast- oder Steinhäufen sowie Trockenmauern bauen, nicht alle Verkehrsflächen komplett versiegeln, etc. Mit diesen Massnahmen können die negativen Auswirkungen von Überbauungen gemildert oder sogar kompensiert werden. Die Anforderungen könnten in den Siedlungsleitbildern, Bauzonenordnungen oder Bebauungskonzepten aufgenommen werden. Es bestehen grundsätzlich Synergien mit den unter 3.2 aufgeführten Massnahmen zur Erhöhung der Landschaftsqualität.

3.2 Landschaftliche Werte, ihre Gefährdung und Chancen für die Zukunft

Die Datenlage hinsichtlich der landschaftlichen Werte ist weitaus dürftiger, als diejenige zu den ökologischen Werten. Dies kommt daher, dass die Landschaft und ihre Wahrnehmung vielschichtige, komplexe Themen darstellen, die nicht mit einfachen Geodaten illustriert werden können, sondern in aufwändigen Projekten mit Einbezug der Bevölkerung angegangen werden müssen. Die in Kapitel 2 aufgezeigten Resultate präsentieren die wenigen bestehenden Daten zu diesem Thema sowie die wenigen einfach zugänglichen Herangehensweisen. Die Resultate zu den **landschaftlichen Werten** sind räumlich wenig einheitlich: Der landschaftliche Eigenwert, die Schönheit und Unschönheit der Landschaft aus Touristensicht, wie auch die Landschaftsdiversität weisen zwar eher schlechte Ausprägungen in den Talgebieten und bessere in den höheren Gebieten auf, es bestehen aber sehr grosse Abweichungen von diesem generellen Muster. Die Datenlage ist folglich zu wenig gut, um generelle Aussagen zur Landschaftsqualität und deren räumlichen Verteilung zu machen. Dazu müssten weitere Analysen gemacht werden, in denen lokale Personen mit unterschiedlichen beruflichen und sozialen Hintergründen zur Landschaftsqualität befragt werden und in denen die Deskriptoren der physischen Landschaftsqualität von Droz (2007) verfeinert und besser parametrisiert werden.

Die massgeblichen **Gefahren für die Landschaftsqualität**, respektive deren physische Basis, gehen von der Ausräumung der Strukturen im Zuge von Nutzungsintensivierung sowie von der Zersiedelung aus. Hintergründe zur Nutzungsintensivierung und Massnahmen gegen weitere negative Entwicklungen in dieser Hinsicht sind im vorherigen Kapitel aufgezeigt. Sie decken alle Sachverhalte bezüglich der Landschaftsqualität ebenfalls ab. Die Zersiedelung wird in der UBE weitergehen und den physischen Charakter der ländlichen Gegend im Haupt- und im Seitental langsam verändern. Es findet eine Zerteilung statt: Das Haupttal mit der Siedlungsachse Doppleschwand-Entlebuch-Hasle-Schüpfheim-Escholzmatt nimmt immer urbaneren Charakter an, der ländliche Charakter verbleibt in den Seitenflächen des Haupttals und in den Hintertälern. Diese schleichende Veränderung wird von der Bevölkerung unbewusst wahrgenommen und führt zu einer mentalen Trennung von Normallandschaft und idealisierter (Natur-) Landschaft, wobei nur die Naturlandschaft für die Selbstkonzeption

und Identifikation der Einwohner eine Rolle spielt (Meier et al. 2010). Bezogen auf landschaftliche Werte gehen Gefahren demnach nicht nur von der Veränderung des physischen Charakters der Landschaft aus, sondern auch bezüglich der Wahrnehmung und mentalen Verarbeitung dieser Landschaft: Bei steigendem Siedlungswachstum, steigender Zersiedelung und weiteren Urbanisierungstendenzen im ländlichen Raum findet eine Trennung der physischen und psychischen Lebenswelt statt: Die Anwohner identifizieren sich mit einer Landschaft, die nicht mit ihrer Umgebungslandschaft übereinstimmt. Dies konnte in Glarus Süd gut aufgezeigt werden (Meier & Bucher 2010) und trifft für alle ländlichen Gemeinden mit Urbanisierungstendenzen zu. Als Konsequenz geht die räumliche Verankerung (Sense of place) des Zuhause verloren, was die Identifikation mit der Region schmälert und schlussendlich zu einer fehlenden Unterstützung für Anliegen, Aktivitäten, Kultur und Dorfleben in der Region führt (Radkau 2012). Diese Prozesse laufen schleichend ab und sind darum nur schwer zu erkennen. Im Hinblick auf eine nachhaltige kulturelle und gesellschaftliche Weiterentwicklung der UBE sind sie jedoch höchst relevant.

Ansätze zur **Sicherung der Landschaftsqualität** bestehen bereits. So stehen bereits 44% der Fläche der UBE unter behördenverbindlichem Landschaftsschutz. Dieser verpflichtet die Gemeinden bei Baueingaben zu überprüfen, ob diese mit den Zielen des Landschaftsschutzes vereinbar sind. Nur zielkonforme Projekte können bewilligt werden. Die massgeblichen landschaftlichen Veränderungen in der UBE laufen jedoch momentan ausserhalb dieser Schutzgebiete, in den Siedlungsgebieten, ab. Bezüglich verdichtetem Bauen oder ästhetischen Anforderungen an Bauten bestehen bisher noch keine oder zu wenig verbindliche Anforderungen auf Gemeindeebene. So sind zum Beispiel in den Bau- und Zonenreglementen der Gemeinden keine Mindestausnutzungsziffern festgelegt. Im regionalen Entwicklungsplan (REP) sind bezüglich regionaltypischem Bauen Massnahmen geplant (u.a. M7.3 M18.1, M18.7), diese wurden aber noch nicht konkretisiert, respektive umgesetzt. In **zukünftigen Planungen** sollen zur Minderung der beschriebenen Gefahren bezüglich der physischen Landschaftsqualität und ihrer Wahrnehmung die emotionalen Qualitäten der Landschaft gefördert werden, die das Selbstverständnis und die Identität der Region hervorheben und eine breite Identifikation der Bevölkerung mit der gesamten Landschaft ermöglichen. Die emotionalen Qualitäten der Landschaft, wie auch die wahrgenommene Landschaftsqualität als Ganzes, werden von verschiedenen menschlichen Werten beeinflusst und diese Werte können in der Gesellschaft sehr unterschiedliche Ausprägungen annehmen. Dies verunmöglicht Planungen am Reissbrett, sondern erfordert eine partizipative, breit angelegte Vorgehensweise. Es muss Gemeinde- oder Gebietsspezifisch abgeschätzt werden, welche landschaftlichen Komponenten welche Bedeutung für Einwohner (und Gäste) der UBE haben, wie sie diese wahrnehmen und wie sie im Kontext der ganzen Landschaftswahrnehmung bewertet werden. Es bietet sich an, mit Visualisierungen zu arbeiten. Anstrengungen hinsichtlich der Steigerung der Landschaftsqualität sind gekoppelt an die Reduktion der Zersiedelung, also der besseren Integration von Häusern in das Siedlungs- und Landschaftsbild, der Belebung der Dorfkerne und der inneren Verdichtung, beinhalten aber auch weitergehende Massnahmen, mit denen die Identifikation der Einwohner mit der Landschaft, respektive der Region gesteigert werden kann.

Die Landschaftsqualität stellt neben der Identifikationsbasis und dem kulturhistorischen Erbe eine wichtige gesundheitsrelevante Ressource dar (Meier et al. 2010). Daneben ist sie bei weitem der wichtigste Entscheidungsfaktor von Touristen, in die UBE zu reisen (Knaus 2012). Ihr kommt dementsprechend auch eine wichtige ökonomische Bedeutung zu. Es ist für die Zukunft der UBE darum wichtig, die **Landschaftsqualität als zentrale Ressource** im Bereich der gesellschaftlichen und ökonomischen Nachhaltigkeit wahrzunehmen und ihr einen entsprechenden Stellenwert im Management und der strategischen Planung zuzuordnen. Es bestehen langfristig die Chancen, die hohe Identifikation der Bewohner mit der Region aufrechtzuerhalten und positive Nebeneffekte auf Kultur, Dorfleben und Gesundheit der Einwohner zu bewirken. Die Herangehensweise an die Thematik ist jedoch komplex, aufwändig und langwierig. Des Weiteren sind Eingeständnisse von Seiten der Gemeinden notwendig: sie müssten strengere Vorschriften bezüglich der Ausgestaltung der neuen Bauten und Ausnutzung des Baugrundes erlassen. Die Überwindung dieser heute vermeintlichen Hürden, also der verstärkte Einsatz für die Erhaltung und Erhöhung der landschaftlichen Werte, würde sich aus Nachhaltigkeitssicht langfristig ausbezahlen. Diese neue Ausrichtung der Siedlungsgestaltung bedeutet dabei nicht zwingend eine Einschränkung des Bevölkerungswachstums, sondern gestaltet dessen landschaftliche Auswirkungen in einer Art und Weise aus, welche die verschiedenen oben angetönten Aspekte der nachhaltigen Entwicklung besser berücksichtigt.

3.3 Kulturelle Werte, ihre Gefährdung und Chancen für die Zukunft

Die kulturellen Werte werden nur durch eine Karte dargestellt, die alle Bauten aus bestehenden Inventaren aufsummiert. Die räumliche Verteilung der Werte ist eindeutig, die hohen Werte liegen alle in den Siedlungsgebieten und bestehen aus historischen Bauten und Ortsbildern. Die Einbettung dieser Bauten in die übrige Siedlung neueren Datums ist bereits abgelaufen, hier bestehen weder Gefahren noch Aufwertungsmöglichkeiten. Ein Teil der Gebäude der Inventare in den Dorfkernen sind jedoch aufgrund der hohen Verkehrsbelastung der Hauptstrasse nicht voll oder gar nicht genutzt. Es ist im Sinne der inneren Verdichtung ein Anliegen aller

Gemeinden und der UBE, die **Dorfkerne aufzuwerten** und die Nutzung der historischen Gebäude aufrecht zu erhalten. Dies wurde bereits in einigen Gemeinden angegangen (z.B. Hasle), könnte in den restlichen Gemeinden ebenfalls noch angegangen werden, mit dem Ziel die Dorfkerne zu beleben, Begegnungszonen zu schaffen und die bestehenden Wohn- und Arbeitsräume besser auszunutzen (der Ausnutzungsgrad der Gebäudefläche für Wohn- und Arbeitszwecke ist ein Parameter der Zersiedelung).

Bei der Erstellung von neuen Gebäuden wäre es im Sinne der unter Kapitel 3.2 erwähnten Identifikationsfunktion der Landschaft angebracht, Vorschriften zu erlassen, die dahin wirken, dass Gebäude **eine identitätsstiftende Wirkung** entfalten können und ein regionales Differenzierungsmerkmal darstellen. Eine Maxime könnte sein, auch heute Bauten mit hohem kulturellem und regionaltypischem Wert zu erstellen, die in zukünftigen Inventaren aufgelistet werden. Was dies im Hinblick auf die architektonische Ausgestaltung genau bedeutet, muss abgeklärt und diskutiert werden. Diese Massnahme bedarf wiederum Einschränkungen in den Bauvorschriften, d.h. verbindliche Vorgaben bezüglich Bau-/Gebäudestilen von neuen Gebäuden in den Gemeinden. Sie bietet aber auch die Chance, den Charakter der Region stärker hervorzuheben und damit langfristig ein Abgrenzungsmerkmal gegenüber anderen Regionen aufrecht zu erhalten.

Die Karte der kulturellen Werte zeigt nicht alle Aspekte dieses breiten Themas auf, sondern nur diejenigen, zu denen momentan Daten bestehen. Alle kulturellen Werte sind menschengenommen. **Weitere Datengrundlagen** müssten daher in der Bevölkerung abgefragt werden: Es sind symbolhafte, identitätsstiftende Objekte und Gebiete, die nicht nur aus Bauten bestehen, sondern auch aus natürlichen und geologischen Elementen sowie Objekten und Gebieten aus Erzählungen, Geschichte, Kunst und Musik. Es wäre interessant, im Hinblick auf ein breiteres Verständnis von kulturellen räumlichen Werten, diese bei der Bevölkerung abzufragen. Diese Wertvorstellungen und deren räumliche Verankerungen könnten sehr hilfreich sein bei der Ableitung von Massnahmen im Rahmen von zukünftigen Siedlungs- und Landschaftsplanungen, wenn diese den Anspruch haben, durch ihren identitätsstiftenden Charakter die emotionale Qualität der Region zu fördern, was erstrebenswert wäre (siehe Kapitel 3.2).

3.4 Verbleibende Werte und weitere Forschungsfragen

Es verbleiben zwei Karten, welche in der Synthese noch nicht behandelt wurden: Die ökonomischen Werte und die essentiellen Funktionen für den Menschen. Für beide Karten gibt es offene Fragen respektive Forschungsbedarf, der bereits im Resultateteil benannt wurde, und der für beide Karten eng zusammenhängt: Es geht darum, die mannigfaltigen **Leistungen der Ökosysteme und der Landschaft** besser zu erfassen und den ökonomischen Wert dieser Leistungen zu quantifizieren, wie es momentan auf nationaler Stufe vorgeschlagen und vorangetrieben wird (von Grünigen et al. 2013). Das Vorgehen könnte sehr gut auf die regionalen Spezifitäten angepasst und verfeinert werden. Bei den ökonomischen Werten ist dazu eine bessere Datengrundlage (die aktuelle Datengrundlage ist für regionale Betrachtungen zu ungenau) und eine bessere Vorgehensweise, die genauere Aussagen zum ökonomischen Wert erlaubt, zu erarbeiten. Bei den standortgebundenen essentiellen Funktionen für den Menschen sollten weitere Funktionen, auch nicht-essentieller Art, oder solche ohne Standortbindung mit einbezogen werden und so eine breitere Abstufung der Funktionen erreicht werden. Es gibt in dieser Thematik eine grosse Überschneidung mit den Ökosystemleistungen, welche immer auf ökologischen Funktionen basieren. Dieser Fragenkomplex könnte als Forschungsprojekt aufgezoogen werden, die genauen Fragestellungen müssten aber noch festgelegt werden, speziell im Hinblick auf die Relevanz für das Management der UBE.

Neben diesen spezifischen Forschungsmöglichkeiten gibt es immer die Möglichkeit, die in diesem Projekt gewählten, meist relativ einfachen und geradlinigen Methodiken wissenschaftlich besser zu fundieren, auszubauen, und die Karten mit unterschiedlichen Herangehensweisen zu modellieren. Das so gewonnene Resultatspektrum könnte wichtige Rückschlüsse auf eine **Verbesserung der Methodik** ermöglichen, was speziell im Hinblick auf die weitere Anwendung in anderen Gebieten wichtig wäre. Weiter wäre es interessant, die modellierten Werte mit Kartierungen zu komplettieren, also die Realitätsnähe der GIS-Modellierungen mit einem „ground-truthing“ zu überprüfen. Dies könnte wichtige Rückschlüsse auf die Genauigkeit der Resultate und auf eine Verbesserung der angewandten Methodiken erlauben.

Zum Schluss verbleibt der Vermerk, dass es sicherlich zahlreiche Werte gibt, die in diesem Bericht nicht beachtet wurden. Die in diesem Projekt verfolgten Themen waren limitiert durch die Datenlage zu den verschiedenen Themen. Bezogen auf gesellschaftliche Werte könnten zahlreiche detaillierte Wertekarten geschaffen werden, welche auf bestimmte Fragestellungen ausgerichtet sind. Diese müssten allerdings zuerst noch definiert werden und dann mit neuen Datenaufnahmen und/oder Umfragen beantwortet werden.

4. Schlussfolgerungen

In diesem Projekt konnten verschiedenste, naturräumlich- und gesellschaftlich-orientierte Werte, sowie Gefahren für diese Werte als Karten dargestellt werden. Sie haben aufgezeigt, dass in der UBE weiterhin hohe positive Werte bestehen, die je nach betrachtetem Wert unterschiedlich räumlich verortet sind. Naturräumlich hohe Werte bestehen vor allem in den abgelegeneren Gebieten höherer Lagen, kulturelle Werte sind in den historischen Teilen der Siedlung zu finden. Für die anderen Werte gibt es keine einheitlichen Muster. Die Karten zeigen ebenfalls auf, dass es Gebiete mit sehr tiefen ökologischen, landschaftlichen und gesellschaftlich-orientierten Werten gibt, bei denen Massnahmen angezeigt sind, um deren Werte zu erhöhen. Auch bei Flächen mit hohen Werten sind teilweise Massnahmen nötig, um Gefahren für die Werte abzuwenden und die Werte langfristig zu sichern. Die wichtigsten vorgeschlagenen Massnahmen sind die generelle Reduktion der Landnutzungsintensität im Landwirtschaftsland, die Ausscheidung neuer ökologischer Ausgleichsflächen und Schutzgebiete, die grossräumliche Steuerung der zukünftigen touristischen Weiterentwicklung, die Eindämmung der Zersiedelung sowie die Einführung von Standards bezüglich der architektonischen Ausgestaltung neuer Gebäude. Mit der Umsetzung dieser Massnahmen kann sichergestellt werden, dass alle Pfeiler der nachhaltigen Entwicklung langfristig zum Wohl der Bevölkerung beitragen können. Die Umsetzung der Massnahmen bietet die Chance, die UBE als Modellregion und als Vorreiter für nachhaltige ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Prozesse in der Schweiz zu positionieren. Die Resultate stellen weiter eine wichtige Grundlage für die zukünftige Ausrichtung des Managements der UBE dar, indem Aktivitäten, Massnahmen oder Pläne auf ihre räumlichen Auswirkungen geprüft werden können. Des Weiteren können die Karten als Kommunikations- und Sensibilisierungsmittel eingesetzt werden. Dem Einsatz der erstellten Karten als Monitoringinstrument ist abzuraten, da praktisch alle Karten auf zahlreichen Annahmen beruhen und die Grundlagendaten meist zu wenig genau sind, um genaue Entwicklungen zu erfassen. Die Methodik zur Erstellung der Karten wurde so gestaltet, dass der Ist-Zustand und die räumliche Verteilung der Werte robust dargestellt werden können. Für die Erfassung genauer Trends im Sinne eines Monitorings müssten für jeden Wert aufwändige Aufnahmen im Feld gemacht werden.

Die Relevanz der in diesem Bericht gefundenen Aussagen muss in einem nächsten Schritt in den strategischen Gremien der UBE diskutiert werden. Aussagen des Berichts, die als Chance wahrgenommen werden und/oder auf breite Zustimmung stossen, können als Zielformulierungen in die 2016 auszuarbeitende Charta und damit in die längerfristige Ausrichtung des Managements der UBE einfließen. Für die Umsetzung der wichtigsten Massnahmenvorschläge bietet sich folgendes an: Siedlungstechnische Massnahmen müssen in einem längerfristigen Aushandlungsprozess mit den Gemeinden konkretisiert und festgelegt werden, die UBE kann dabei als Plattform und Moderator wirken. In diesem Prozess können nebenbei Teile der im regionalen Entwicklungsplan REP aufgeführten Massnahmen (u.a. M7.3 M18.1, M18.7) verfeinert und umgesetzt werden. Massnahmen im Bereich der Landwirtschaft (inkl. ökologische Infrastruktur) können im Rahmen der Programmvereinbarungen 2016-2019 gemeinsam mit wichtigen Akteuren weiterentwickelt und festgelegt werden. Die grossräumliche Steuerung der touristischen Weiterentwicklung wird noch im Rahmen der Programmvereinbarungen 2012-2015 angegangen und sollte bis Ende 2015 abgeschlossen sein.

Die Aktivitätsfelder, welche in diesem Bericht betrachtet und für welche Massnahmen vorgeschlagen wurden, betreffen Lebensgrundlagen zahlreicher Personen und treffen auf tief verankerte Wertvorstellungen, die für die Umsetzung der Massnahmen teilweise umgekrempelt werden müssen. Die Planung und Umsetzung eines Grossteils der vorgeschlagenen Massnahmen muss aus diesem Grund behutsam und sensibel angegangen werden. Es bietet sich an, den Prozess mit breitem Einbezug von Akteuren und Bevölkerung auszugestalten, sodass bereits während der Planung ein Verständnis für den Bedarf der Massnahmen geschaffen werden kann. In einem solchen Prozess können auch die Erfahrungen und das Wissen der Betroffenen in die Planung der Massnahmen einfließen, was zentral ist für eine erfolgreiche Umsetzung. Die Breite und Relevanz des Themas erfordert es, einen grösseren Teil der Bevölkerung zu erreichen. Es wäre damit ein Unterfangen, das die partizipative Geschichte der UBE wiederbeleben könnte.

5. Referenzen

5.1 Literatur

- Arbeitsgruppe Geotopschutz Schweiz 1999: Inventar der Geotope Nationaler Bedeutung. *Geologica Insubrica* Vol. 4(1): 25-48.
- Baer U. 2009: Erträge auf Wiesen und Weiden. Online Publikation Kanton Glarus: http://www.gl.ch/documents/Ertraege_auf_Wiesen_und>Weiden.pdf
- Bafu 2011: Liste der Nationalen Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Umwelt Vollzug Nr. 1103. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Bafu 2014: Partizipativer Prozess zur Erarbeitung des Aktionsplans Biodiversität. Zusammenfassende Berichterstattung. Beilagenband. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Bamert S. 2013: Das schöne Entlebuch. Ein Bewertungsverfahren der Lebens- und Landschaftsräume in der UNESCO Biosphäre Entlebuch. Master Thesis Universität Bern.
- BDM 2013: Nutzungsintensität der landwirtschaftlichen Fläche. Basisdaten aus dem Biodiversitäts-Monitoring Schweiz, E7. Koordinationsstelle BDM und Bundesamt für Umwelt, Bern.
- BFS 2013: Die Bodennutzung in der Schweiz. Resultate der Arealstatistik. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- Blatter S. 2014: Zwischen Wildnis und Kulturland. Eine GIS-gestützte Analyse der Hemerobie- und Wildnisgrade in der UNESCO Biosphäre Entlebuch. Bachelor Thesis ETH Zürich.
- BLW 2012a: Minimales Geodatenmodell. 77.2 Digitale Bodenkarte der Schweiz. Web-Dokument. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- BLW 2012b: Minimales Geodatenmodell. 77.1 Klimateignungskarte für die Landwirtschaft. Web-Dokument. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- Bosshard A. 2015: Rückgang der Fromentalwiesen und die Auswirkungen auf die Biodiversität. *Agrarforschung Schweiz* 1: 20-27.
- Celio E. 2014: Participatory land-use decision modeling with Bayesian networks. Dissertation Nr. 21898, ETH Zürich.
- Delarze R. und Y. Gonseth 2008: Lebensräume der Schweiz. Ökologie, Gefährdung, Kennarten. 2. Auflage. Hep Verlag, Bern.
- Droz M. 2007: „Die Jungfrau – unermesslich schön?“ Die Ermittlung des landschaftsästhetischen Potenzials im UNESCO Welterbe Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn mittels Methoden der Geoinformation. Master Thesis Universität Salzburg, Österreich.
- Gill J.A., Norris K. & W.J. Sutherland 2001: Why behavioural responses may not reflect the population consequences of human disturbance. *Biological Conservation* 97: 265-268.
- Holzgang, O., Pfister, H.P., Heynen, D., Blant, M., Righetti, A., Berthoud, G., Marchesi, P., Maddalena, T., Müri, H., Wendelspiess, M., Dändliker, G., Mollet, P. & U. Bornhauser-Sieber 2001: Korridore für Wildtiere in der Schweiz. Schriftenreihe Umwelt Nr. 326. BUWAL, SGW und Schweizerische Vogelwarte, Sempach & Bern.
- Kienast F., Frick J. & U. Steiger 2013: Neue Ansätze zur Erfassung der Landschaftsqualität. Zwischenbericht Landschaftsbeobachtung Schweiz (Labes). Umwelt-Wissen Nr. 1325. Bafu und WSL, Bern und Birmensdorf.
- Kindlmann P. & F. Burel 2008: Connectivity measures. A review. *Landscape Ecology* 23: 879-890.
- Knaus F. 2011: Monitoring Natur und Landschaft in der UNESCO Biosphäre Entlebuch. Interner Bericht. Regionalmanagement UBE, Schüpflheim.
- Knaus F. 2012: Bedeutung, Charakteristiken und wirtschaftliche Auswirkungen des Sommertourismus in der UNESCO Biosphäre Entlebuch. Resultate einer umfassenden Gästebefragung. Biosphärenmanagement, Schüpflheim.
- Meier C. & A. Bucher 2010: Die zukünftige Landschaft erinnern. Eine Fallstudie zu Landschaft, Landschaftsbewusstsein und landschaftlicher Identität in Glarus Süd. Bristol Schriftenreihe. Bristol-Stiftung und Haupt, Zürich und Bern.
- Meier C., Bucher A. & R. Hagenbuch 2010: Landschaft, Landschaftsbewusstsein und landschaftliche Identität als Potenziale für die regionale Entwicklung. *GAIA* 9(13): 213-222.

- Meyer S. 2011: Wer besucht das Entlebuch? Landschaftswahrnehmung und Sommertourismus um Sörenberg in der UNESCO Biosphäre Entlebuch. Master Thesis an der Universität Zürich, Zürich.
- Odermatt J. 2014: Geschäftsbericht 2013. Rigi Plus AG, Rigi Kulm.
- Pfiffner L. & A. Müller 2014: Wildbienen und Bestäubung. Fibl Faktenblatt. Forschungsinstitut für biologischen Landbau und ETH Zürich, Frick und Zürich.
- Preverello J.A. & M.V. Vieira 2012: Does the type of Matrix matter? A quantitative review of the evidence. *Biodiversity Conservation* 19: 1205-1223.
- Radkau J. 2012: Natur und Macht. Eine Weltgeschichte der Umwelt. 2. Auflage. C.H. Beck, München.
- Rodewald R., Schwyzer Y. & K. Liechti 2014: Katalog der charakteristischen Kulturlandschaften der Schweiz. Grundlage zur Ermittlung von Landschaftsentwicklungszielen. Stiftung Landschaftsschutz Schweiz. Bern.
- Rutherford G.N., Bebi P., Edwards P.J. & Zimmermann N.E., 2008: Assessing land-use statistics to model land cover change in a mountainous landscape in the European Alps. *Ecological Modelling* 212 (3–4), 460-471.
- Schwick C., Jäger J. & F. Kienast 2011: Zersiedelung messen und vermeiden. Merkblatt für die Praxis 47. WSL, Birmensdorf.
- UBE 2011: Regionaler Entwicklungsplan UNESCO Biosphäre Entlebuch. Biosphärenmanagement, Schüpfheim.
- von Grünigen S., Kienast F., Ott W. & N. Cerny 2013: Ökosysteme und ihre Leistungen erfassen und räumlich darstellen. Econcept und WSL, Zürich und Birmensdorf.
- Wernli M., Haller D., Campell S., Mühlethaler C., Filli F., Haller R. & R. Rupf (2008). Besucherzählung 2007: Schlussbericht. In: Arbeitsberichte zur Nationalparkforschung, November 2009. Zerne und Wädenswil.

5.2 Daten

© GIS Kanton Luzern / Raumdatenpool (Vertrag 1013/11):

- Orthofoto 2011, 0.25m (ID1639)
- Natürliche Waldgesellschaften (=Waldsoziologische Karte, ID 231)
- Hochstammobstgärten (ID 956)
- Landwirtschaftliche Kulturlflächen (ID 957)
- Landwirtschaftliche Nutzungsarten (ID 1164)
- Archäologische Fundstellen (ID 1546)
- Bauinventar (BiLU, ID 1643, 1644, 1645, 1646)
- Denkmalverzeichnis (KDV, ID 1648, 1649, 1650)
- Schutzwald (ID 1133)
- Gewässer- und Grundwasserschutzareale und –Zonen (ID 275)
- Betriebsparzellen (Flächen, ID 1302)
- Schutzverordnungen kantonal (ID 1288)
- Moorschutzverordnung (ID 104)
- Waldreservate (ID 1149)
- Ruhegebiete für Wildtiere (ID 1435)
- Landwirtschaftliche Nutzungsarten (ID 1164)
- Unüberbaute Bauzonen 2012 (ID 1721)

© Bundesamt für Landwirtschaft:

- Bodeneignungskarte
- Klimaeignungskarte

© Bundesamt für Kultur:

- Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder nat. Bedeutung

© Bundesamt für Bevölkerungsschutz:

- Bundesinventar der Kulturgüter nat. und reg. Bedeutung

© Bundesamt für Strassen:

- Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz

© Bundesamt für Umwelt:

- Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete nat. Bedeutung
- Bundesinventar der Auen nat. Bedeutung
- Bundesinventar der Flachmoore nat. Bedeutung
- Bundesinventar der Hochmoore nat. Bedeutung
- Bundesinventar der Jagdbanngelände nat. Bedeutung
- Bundesinventar der Moorlandschaften nat. Bedeutung
- Bundesinventar der Trockenwiesen- und Weiden nat. Bedeutung
- Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler nat. Bedeutung

© Swisstopo/Bundesamt für Landestopographie (JD100042, JA100120):

- Vektor 25
- SwissAlti3d
- Swiss TLM3D

© Bundesamt für Statistik:

- Arealstatistik

© WSL/Rutherford et al. (2008):

- Modelliertes Potential zur Landnutzungs-Intensivierung

© Plattform Geosciences/SCNAT:

- Geotopinventar Schweiz

Anhang A1: Weiterführende Resultate

A1.1: Objekte von Kulturinventaren nach Gemeinden

	national		kantonal		lokal	
	Punkte	Linien	Punkte	Linien	Punkte	Linien
Romoos	1	0	30	5	33	17
Doppleschwand	1	0	19	7	15	7
Entlebuch	1	5	162	18	44	20
Hasle	2	2	74	12	12	11
Schüpfheim	1	3	217	10	17	12
Flühli-Sörenberg	1	0	176	20	11	5
Escholzmatt-Marbach	2	5	192	7	13	23
<i>UBE Total</i>	<i>9</i>	<i>11</i>	<i>878</i>	<i>64</i>	<i>155</i>	<i>80</i>

Die Anzahl Objekte in der Tabelle kann höher ausfallen, als in der Aufzählung im Text respektive in der Linie „UBE total“, da einige Objekte über die Gemeindegrenzen hinaus verlaufen. Doppelzählungen durch das KGS wurden vermieden.

A1.2: Objekte von Natur- und Landschaftsinventaren nach Gemeinden

	Hochmoore		Flachmoore		Auen		Amphibien		TWW		Jagdbanngebiete		BLN		Moorlandschaften		Waldreservate		Wildruhezonen	
	#	ha	#	ha	#	ha	#	ha	#	ha	#	ha	#	ha	#	ha	#	ha	#	ha
Romoos	0	0	0	0	1	5.5	0	0	5	2.2	0	0	1	3273	0	0	7	148	0	0
Doppleschwand	0	0	0	0	2	26.7	1	8.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entlebuch	10	94.4	15	205.9	2	72.2	2	59.2	0	0	0	0	3	1403	2	1371	3	165	0	0
Hasle	6	55.1	10	150.2	1	48.4	0	0	2	11.6	0	0	2	241	2	2255	3	25	6	349
Schüpfheim	1	1.7	2	64.2	0	0	0	0	1	7.4	0	0	1	592	2	381	1	4	0	0
Flühli-Sörenberg	28	418.5	28	1248.8	1	45.8	0	0	10	48.2	2	1164	2	4052	4	5788	5	186	2	250
Escholzmatt-Marbach	1	13.9	7	93.4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2533	1	634	0	0	11	1419
<i>UBE total</i>	<i>46</i>	<i>584</i>	<i>62</i>	<i>1'763</i>	<i>4</i>	<i>198</i>	<i>3</i>	<i>68</i>	<i>18</i>	<i>69</i>	<i>2</i>	<i>1'164</i>	<i>4</i>	<i>12'095</i>	<i>5</i>	<i>10'428</i>	<i>19</i>	<i>529</i>	<i>19</i>	<i>3'180</i>

Die Anzahl Objekte in der Tabelle kann höher ausfallen, als in der Aufzählung im Text respektive in der Linie „UBE total“, da einige Objekte über die Gemeindegrenzen hinaus verlaufen.

A1.3: Korrelationsmatrix zum Zusammenhang der verschiedenen Werte-Karten untereinander

	Bio-diver-sität	Landsch.-diver-sität	Ver-netzung Feucht-gebiete	Ver-netzung Trock.-gebiete	Schutz-Prior.-grad	Emp-find-lich-keit	Heme-robie-grad	Geo-logische Format.	öko-nom. Wert	Pot. Prod.	Kultur-elle Werte	Landschaftl. Eigenwert	Schön-heit d. Land-schaft	Unschön-heit d. Land-schaft	Stand.-geb. Funkti-onen	Schutz-status	Landn. Inten-sität	Zer-siede-lung	Druck Land-nutz, Änder.	Zu-gäng-lich-keit	Be-sucher-druck	Nei-gung	
Biodiversität	1.00																						
Landschafts-diversität	-0.06	1.00																					
Vernetzung Feuchtgebiete	-0.25	-0.23	1.00																				
Vernetzung Trockengebiete	-0.47	0.04	0.28	1.00																			
Schutz-Prioritätsgrad	0.10	0.24	-0.19	-0.08	1.00																		
Empfindlichkeit	0.71	0.01	-0.31	-0.47	0.17	1.00																	
Hemerobiegrad	-0.38	0.10	0.08	0.40	-0.01	-0.54	1.00																
Geologische Formationen	0.12	-0.05	0.11	-0.21	0.10	0.19	-0.18	1.00															
Ökonomischer Wert	-0.01	0.01	0.02	0.06	0.02	-0.04	0.05	-0.02	1.00														
Potentielle Produktivität	-0.47	0.15	0.20	0.61	-0.09	-0.50	0.44	-0.15	0.05	1.00													
Kulturelle Werte	-0.09	0.00	0.02	0.18	0.03	-0.13	0.13	-0.08	0.06	0.17	1.00												
Landschaftl. Eigenwert	0.29	-0.15	-0.03	-0.48	0.08	0.32	-0.46	0.19	-0.05	-0.50	-0.13	1.00											
Schönheit der Landschaft	0.31	0.09	-0.37	-0.42	0.42	0.37	-0.17	0.11	-0.01	-0.44	-0.04	0.30	1.00										
Unschönheit der Landsch.	-0.19	0.09	0.08	0.38	0.04	-0.19	0.26	-0.05	0.06	0.30	0.25	-0.24	-0.11	1.00									
Standortgeb. Funktionen	0.06	0.07	-0.03	-0.08	-0.05	0.14	-0.16	-0.07	-0.02	-0.10	-0.03	0.13	0.04	0.01	1.00								
Schutzstatus	-0.39	-0.05	0.31	0.47	-0.24	-0.52	0.30	-0.46	0.04	0.43	0.12	-0.27	-0.41	0.22	0.06	1.00							
Landnutzungsintensität	-0.51	0.11	0.18	0.44	-0.09	-0.58	0.65	-0.17	-0.03	0.51	0.07	-0.44	-0.28	0.20	-0.13	0.37	1.00						
Zersiedelung	-0.22	0.04	0.13	0.36	0.05	-0.32	0.34	-0.17	0.19	0.34	0.39	-0.29	-0.08	0.38	-0.08	0.29	0.18	1.00					
Druck Land-nutz. Änderung	-0.14	0.05	0.10	0.16	0.00	-0.24	0.22	-0.08	0.11	0.17	0.19	-0.16	-0.05	0.17	-0.07	0.18	0.13	0.44	1.00				
Zugänglichkeit	0.11	-0.11	-0.11	-0.21	0.06	0.24	-0.35	0.08	-0.02	-0.25	-0.06	0.32	0.19	-0.15	0.08	-0.23	-0.29	-0.16	-0.12	1.00			
Besucherdruck	0.14	0.14	-0.22	-0.21	0.40	0.17	-0.02	0.05	0.03	-0.20	0.06	0.10	0.60	0.07	0.03	-0.22	-0.12	0.09	0.05	0.06	1.00		
Neigung	0.19	-0.21	0.13	-0.31	-0.16	0.23	-0.52	0.14	-0.07	-0.40	-0.14	0.51	-0.02	-0.20	0.18	-0.08	-0.41	-0.32	-0.18	0.25	-0.07	1.00	
Höhe	0.49	-0.30	-0.37	-0.65	0.14	0.54	-0.43	0.19	-0.05	-0.74	-0.16	0.53	0.54	-0.33	0.05	-0.50	-0.54	-0.35	-0.20	0.32	0.24	0.33	

Korrelationskoeffizienten (r) der verschiedenen Karten untereinander. Korrelationskoeffizienten grösser als 0.5 oder kleiner als -0.5 sind farblich hervorgehoben. Sie sind im Text erwähnt.

A1.4: Differenzierung der Werte der wichtigsten Resultate nach Kern-, Pflege- und Entwicklungszone der UBE

Indikator	Beschrieb	Kernzone	Pflegezone	Entwicklungszone	<i>UBE total</i>
Biodiversität	kategorial	3.6	3.6	2.4	3.0
Landschaftsdiversität	Anzahl Lebensräume pro km ²	9.8	11.0	11.3	11.0
Schutz Prioritätsgrad	Summe Prioritätspunkte	22.8	12.6	9.5	12.0
Empfindlichkeit	kategorial	3.2	2.5	1.7	2.2
Hemerobiegrad	kategorial	2.1	2.7	3.6	3.1
Landschaftl. Eigenwert	kategorial	2.7	2.3	1.8	2.1
Landnutzungsintensität	extrahierte Trockenmasse pro ha und Jahr	2'233	4'024	6'575	5'150
Zersiedlung	Anzahl Bauten pro ha	4.2	9.5	39.4	24.0
Zugänglichkeit	Distanz bis zum nächsten Weg (in m)	135.4	85.7	51.5	72.5

Die Zonen differenzieren bezüglich den durchschnittlichen Werten, wie dies zu erwarten ist: Bei positiv belegten ökologischen Werten sind die tiefsten Werte in der Entwicklungszone, mittlere Werte in den Pflegezonen, höchste Werte in den Kernzonen. Bei den Gefahren für die Werte verhält sich die Richtung umgekehrt, wie ebenfalls zu erwarten ist.

Anhang A2: Detaillierte Methodik

A2.1 Naturräumlich orientierte Werte

A2.1.1 Biodiversität

Für die Erstellung der Biodiversitätskarte musste als erstes eine möglichst genaue Karte der Lebensräume erstellt werden. Dafür wurden alle Layer, welche möglichst genaue und detaillierte Aussagen zu vorhandenen Lebensraumbeschreibungen machen, ausgewählt. Bei allen Datensätzen wurden die enthaltenen Lebensraumkategorien manuell in die Systematik der Lebensräume von Delarze und Gonseth (2008) transformiert. Diese Systematik orientiert sich an den international gängigen pflanzensoziologischen Systematiken, stellt aber eine für die Schweiz optimierte Klassifizierung bereit, welche in der Praxis standardmässig verwendet wird. Die Einteilung in die verschiedenen Pflanzengesellschaften geschieht über Charakterarten und deren Häufigkeiten in einem betrachteten Lebensraum.

Bei der Einteilung der Daten in die Systematik wurde so detailliert wie möglich kategorisiert, zwingend bis auf die zweite Stufe (z.B. 2.2, Flachmoore), wo möglich bis auf die dritte Stufe (z.B. 2.2.3, Caricion davallianae). Aufgrund der vorhandenen Geodaten wurden dafür vor allem flächige Lebensräume kartiert. Das bedeutet, dass insbesondere kleinflächige Vegetationstypen und Übergangslbensräume wie Saumvegetationen, Gebüsche, Ufervegetationen oder Pioniervegetationen weniger stark berücksichtigt wurden. Für die verschiedenen vorhandenen Datensätze mussten unterschiedliche Vorgehensweisen gewählt werden:

Für die **Hochmoore** wurden die vegetationskundlichen Angaben der Geodaten direkt in die Kategorien von Delarze und Gonseth (2008) transformiert. Alle Kategorien sind einfach zuordenbar, lediglich die Hochmoormischvegetation ist pflanzensoziologisch nicht klar. In der primären Hochmoorvegetation wurde diese dem *Sphagnion magellanici* (2.4.1) zugeordnet, bei der sekundären Hochmoorvegetation dem degradierten Stadium *Calluno-Genistion* (5.4.1).

Bei den **Flachmooren** ist leider keine differenzierte Einteilung der vorgefundenen Vegetationen vorhanden, es kann sich bei den Inventarobjekten grundsätzlich um verschiedene Flachmoortypen, Pfeifengraswiesen (*Molinion*, 2.3.1) und nährstoffreiche Feuchtwiesen (2.3.2, *Calthion*) handeln. Der Einfachheit halber wurden alle Objekte der Kategorie Flachmoore (2.2) zugeordnet.

Bei den **Trockenwiesen und –Weiden** (TWW) wurden die Inventardatenblätter zu Hilfe gezogen, und jeweils die dominante Vegetationsform für das gesamte Objekt übernommen. Es handelt sich meist um *Mesobromion* (4.2.4) und *Seslerion* (5.3.1.).

Bei den **Auen** von nationaler Bedeutung wurden die sehr detaillierten kartierten Vegetationseinheiten direkt in die Einheiten von Delarze und Gonseth (2008) transformiert.

Für den **Wald** liegt die pflanzensoziologische Karte vor, die sehr detailliert über die *potentiellen* natürlichen Waldgesellschaften Auskunft gibt, was jedoch in einigen Fällen nicht der tatsächlich vorhandenen Waldgesellschaft entspricht. Da diese Geodaten die beste und einzige flächendeckend verfügbare Datengrundlage darstellen und weil langfristig mit den waldbaulichen Eingriffen diese Bestände angestrebt werden, wurden sie trotz der Ungenauigkeit verwendet. Die Kategorien der Pflanzenv egetationen gemäss der kantonalen Klassifizierung wurden mit Hilfe der Angaben aus dem Buch von Delarze und Gonseth (2008) transformiert. Da die Kategorisierung des Kantons Luzern weitaus differenzierter ist, wurde die Anzahl der walddsoziologischen Kategorien stark reduziert.

Für das **landwirtschaftlich genutzte Offenland** kann mit der verfügbaren Kategorisierung der Bodennutzung (Betriebsparzellen), der Nutzungsintensität (siehe Kapitel 2.3.1) und den Ökoausgleichsflächen des Kantons Luzern eine grobe Einteilung vorgenommen werden:

- Für die ökologischen Ausgleichsflächen wurden extensive und wenig intensive Wiesen und Weiden nach der Höhenlage aufgeteilt. Unter 1300müM wurden sie den Fettwiesen und -Weiden (4.5) zugeteilt, obwohl sie aktuell nicht oder nur wenig gedüngt werden. Allerdings sind diese Flächen meist in den Jahren vor der Extensivierung gedüngt worden und sind durch Nährstoffeinträge durch die Luft belastet. Sie entsprechen darum am ehesten der Kategorie der Fettwiesen- und Weiden. Über 1300müM wurden sie den Gebirgs-Magerrasen (4.3) zugewiesen, die diesen verschiedenen Vegetationstypen am nächsten kommen. Eine genauere Zuteilung wäre mit einer geologischen und klimatologischen Karte möglich, wurde aber aufgrund fehlender Daten nicht gemacht. Hecken, Feld- und Ufergehölze wurden den Gebüschen (5.3) zugewiesen, eine genauere Zuteilung war nicht möglich. Streueflächen wurden als *Molinion* taxiert (2.3.1), wenn auch einige Flachmoore (2.2) darunter sind. Hochstammobstgärten wurden der entsprechenden Lebensraum-Kategorie (8.1.4) zugewiesen.
- Für die übrigen offenen Flächen wurde der Layer der Landnutzungsintensität respektive der Betriebsparzellen verwendet. Die Einteilung der Flächen verlief folgendermassen: Alle Wiesen und Weiden der Sömmerungsgebiete wurden den Gebirgsmagerrasen zugewiesen (4.3). Kunstwiesen wurden der Katego-

rie 4.0.1 (Kunstwiesen) zugeordnet und Streuwiesen der Kategorie Molinion (2.3.1). Alle verbleibenden Wiesen und Weiden der Bergzone 1, 2, 3 und 4 wurden gemäss der Intensität ihrer Nutzung (siehe Kapitel 2.3.1) weiter unterteilt: Bis 9800 kg Trockensubstanz/ha wurden sie der Kategorie Fettwiesen- und Weiden zugewiesen (4.5), ab 9800 kg Trockensubstanz/ha den Kunstwiesen (4.0.1), da diese Produktion einer über 4 schürigen Wiese entspricht (Baer 2009), die aus Biodiversitätssicht als sehr artenarm klassifiziert werden muss und eher einer Kunstwiese entspricht als einer Talfettweide gemäss Delarze und Gonseth (2008).

Die **Gebäude** wurden aus dem Datenlayer „Primärflächen“ von Swisstopo übernommen und mit dem TLM Swisbuildings Layer kombiniert. Alle Gebäude wurden als Bauten (9.2) klassifiziert, dies obwohl diese Flächen teilweise auch Grünflächen (Rasen und Gärten) beinhalten. Die genaue Differenzierung von versiegelten vs. nicht versiegelten Flächen müsste in manueller Arbeit gemacht werden, dazu sind über die genaue Qualität der Grünflächen keine Informationen erhältlich. Die Flächen wurden aus diesem Grund alle als Bauten klassifiziert. Die Strassen wurden aus dem TLM Layer von Swisstopo extrahiert, indem alle Strassen bis 3m ausgewählt und mit einem Puffer von 3m auf beiden Seiten ausgestattet wurden. Sie wurden als Belagsflächen (9.3) klassifiziert.

Flüsse wurden aus dem Layer Gewässer von Swisstopo übernommen. Die Klasse „Flüsse“ wurde mit einem 5m Puffer ausgestattet und als Untere Forellenregion klassiert (1.2.3).

Mit diesen Flächen wurde ein Grossteil (ca. 90%) des gesamten Perimeters der UBE abgedeckt, teilweise mehrfach. Die **verbleibenden grösseren freien Flächen** wurden manuell nach deren Bodennutzung klassifiziert. So wurden z.B. die ungenutzten und unbewaldeten Felsen der Schratzenfluh als Karstflur (4.1.1, Alyso-Sedion) ausgeschieden, die nord-exponierten kalkigen Schuttflächen der anderen Gebirge sowie zahlreiche Schutthalden als Kalk-Schuttfluren (3.3.1, Thlaspietalia). Offene Felsbänder, die insbesondere im Napfgebiet sehr häufig vorkommen wurden dem Kalkfels (3.4.1) zugeordnet. Einige verbleibende Wiesen oder Weiden wurden den Fettwiesen- und Weiden (5.2) zugeordnet. Alle verbleibenden offenen Flächen, häufig Saumgesellschaften, wurden mit einem Hintergrundlayer Mischvegetation (0.0.0) aufgefüllt.

Für die Zusammenstellung aller Layer mit ihren Vegetationszuteilungen, wurde eine hierarchische Abfolge der Layer bestimmt, welche auf der Genauigkeit der Datenlage beruht, wobei den genauesten Informationen die höchste Hierarchiestellung zugewiesen wurde. Die so aufgestellte Hierarchie lautet folgendermassen:

1. Strassen und Siedlung
2. Flüsse
3. Auenvegetation
4. Hochmoore
5. Hochstammobstgärten
6. TWW
7. Flachmoore
8. Waldsoziologische Karte
9. ökologische Ausgleichsflächen
10. Landwirtschaftsflächen der Kategorie 4.0.1.
11. Landwirtschaftsflächen
12. Felsen und Schuttfluren
13. Hintergrund Mischvegetation

Für die Kombination aller Layer in einen finalen Lebensraumlayer mussten die einzelnen Vektordaten in Rasterdaten umgewandelt werden. Als Zellgrösse wurde 2x2m gewählt. Diese Rasterlayer wurden anschliessend mit dem Tool Mosaic to new Raster unter Berücksichtigung der obigen Hierarchie (Mosaic Operator first) zu einem Lebensraumlayer zusammengefügt, der die Zahlencodierungen von Delarze und Gonseth (2008) aufweist. Das Resultat wurde stichprobenhaft auf dessen Validität überprüft. Es waren keine Anpassungen nötig.

Für die Erstellung der **Biodiversitätskarte** mussten die Lebensraumtypen mit einem Biodiversitätsmass charakterisiert werden. Dafür wurde die Alpha-Biodiversität, also die Biodiversität pro Lebensraum gewählt. Es wurde dabei mit der Artendiversität der Pflanzen gearbeitet, da hierfür die beste Datengrundlage besteht. Momentan bestehen jedoch keine vergleichbaren Daten zu allen Lebensraumtypen, respektive, für einige Lebensräume bestehen überhaupt keine quantitativen Angaben zu ihrer Pflanzenartendiversität. Die Diversität musste darum aus verschiedenen Daten und Zusammenhängen abgeschätzt werden. Dies wurde mittels einer Kombination von zwei quantitativen mit einer qualitativen Methode gemacht (Tabelle A2.1): Einerseits wurde die durchschnittliche Anzahl Arten pro Lebensraum aus 29 Daten des Schweizer Biodiversitätsmonitorings (BDM) ver-

wendet (C. Bühler, brieflich), welche jedoch nicht für alle Lebensräume aussagekräftig resp. erhältlich sind. In diesen Daten sind gewöhnliche Lebensräume übervertreten. Aus Validitätsgründen wurden nur Daten verwendet, von denen die Stichprobe grösser als 5 ist. Andererseits wurden die von Delarze und Gonseth (2008) aufgelisteten jeweiligen Charakter- und Leitarten der höheren Pflanzen jedes Lebensraums gezählt, welche als grobe Indikatoren für die gesamte Anzahl Pflanzen in einem Gebiet herangezogen werden können (R. Delarze, brieflich). Beide quantitativen Methoden sind nur möglich bei klar zugewiesenen Lebensräumen (also Lebensräumen mit Codes ohne 0). Mit der Anwendung dieser zwei quantitativen Ansätze konnte die Biodiversität somit nicht für alle Lebensräume quantifiziert werden. Vor diesem Hintergrund und dem Wissen, dass die Alpha-Diversität auch in den klar zuweisbaren Lebensräumen sehr unterschiedlich ist, wurde die Biodiversität qualitativ in 6 Biodiversitätskategorien von sehr tief bis sehr hoch eingeteilt. Diese orientieren sich an der Anzahl gefundener Arten in den BDM Plots, den Charakter- und Leitarten und an eigenen Überlegungen, siehe Bemerkungen in Tabelle A2.1. Für die kartographische Darstellung der Biodiversität wurden die Lebensraumcodes in der Lebensraumkarte schliesslich in die Biodiversitätskategorien transformiert (reklassifiziert), daraus folgt folgende Skala:

sehr hohe α -Biodiversität	hohe α -Biodiversität	eher hohe α -Biodiversität	mittlere α -Biodiversität	tiefe α -Biodiversität	sehr tiefe α -Biodiversität
-----------------------------------	------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------------------

Tabelle A2.1: Lebensraumtypen und ihre Pflanzendiversität als Indikator für die gesamte Biodiversität. Lebensraumcodes aus Delarze und Gonseth (2008).

Lebensraumcode	Name	Name lateinisch	# Charakter- und Leitarten in Delarze & Gonseth (208)	# Arten in BDM Plots	Biodiversitätskategorie	Kommentar
0	Mischvegetation		-	-	mittel	ungenau, da viele verschiedene Lebensräume enthalten sind
110	Tümpel		-	-	tief	nur wenig Pflanzenarten an diesen meist künstlichen Tümpeln
123	Untere Forellenregion (Fluss)	Scampanion undulatae	0	-	sehr tief	
220	Flachmoore		-	-	hoch	variabel aber im Schnitt höher als Calthion und
222	Kalkarmes Kleinseggenried	Caricion fuscae	21	-	mittel	
224	Übergangsmoor	Caricion lasiocarpae	20	-	mittel	
231	Pfeifengraswiese	Molinion	54	48	sehr hoch	
232	Nährstoffreiche Feuchtwiese	Calthion	30	43	eher hoch	
233	Feuchte Hochstaudenflur	Filipendulion	21	-	mittel	
241	Offene Hochmoore	Sphagnion magellanici	15	-	tief	
321	Schwemmland	Epilobion fleischeri	17	-	tief	
331	Kalkschutt		-	18	tief	
341	Kalkfels		-	-	mittel	meist ähnlich Drabo-Seslerion
401	Kunstwiese Landwirtschaft		-	19	sehr tief	nur wenige Arten eingesät
402	Kunstwiese Sportplatz/Haus		-	33	sehr tief	nur wenige Arten eingesät
412	Karstflur	Drabo-Seslerion	26	-	mittel	
422	Mitteleurop. Trockenrasen	Xerobromion	45	-	hoch	
424	Mitteleurop. Halbtrockenrasen	Mesobromion	67	46	sehr hoch	
430	Gebirgs-Magerrasen		-	-	sehr hoch	meist ähnlich Seslerion
431	Blaugrashalde	Seslerion	59	48	sehr hoch	
450	Fettwiesen und –Weiden		-	-	tief	meist intensiv genutzt und wenig artenreich
451	Talfettwiese	Arrhenaterion	44	31	mittel	in der UBE meist sehr intensiv genutzt, darum zwei Kategorien tiefer
453	Talfettweide	Cynosurion	27	35	mittel	
510	Krautsäume		-	-	mittel	variabel, meist aber eher artenreich
524	Hochstaudenflur im Gebirge	Adenostylin	25	32	mittel	
530	Gebüsche		-	-	mittel	im Entlebuch meist wenig strukturreich und eher artenarm

535	Gebüschreicher Vorwald	Sambuco-Salicion	14	21	tief	
536	Auen-Weidengebüsch	Salicion elaeagni	11	-	tief	
541	Zwergstrauchheide	Calluno-Genistion	41	-	eher hoch	meist degradierte Hochmoore, darum eine Kategorie tiefer
602	Aufforstung mit Nadelgehölzen		-	12	sehr tief	praktisch ohne Unterwuchs
611	Erlenbruchwald	Alnion glutinosae	17	-	tief	
613	Grauerlen-Auenwald	Salicion incanae	38	-	eher hoch	
614	Hartholz-Auenwald	Fraxinion	48	-	hoch	
621	Ochideen-Buchenwald	Cephalantero-Fagenion	35	22	mittel	
622	Hainsimsen-Buchenwald	Luzulo-Fagenion	17	9	tief	
623	Waldmeister-Buchenwald	Galio-Fagenion	30	15	mittel	
624	Zahnwurz-Buchenwald	Lonicero-Fagenion	33	18	mittel	
625	Tannen-Buchenwald	Abieti-Fagenion	40	22	mittel	
631	Ahorn-Schluchtwald	Lunario-Acerion	36	29	eher hoch	
651	Hochmoor-Birkenwald	Betulion pubescenti	15	-	tief	
652	Hochmoor-Bergföhrenwald	Ledo-Pinion	17	-	tief	
653	Hochmoor-Fichtenwald	Sphagno-Picetum	12	-	tief	
661	Tannen-Fichtenwald	Abieti-Piceion	38	26	eher hoch	ev. etwas zu hoch
662	Heidelbeer-Fichtenwald	Vaccinio-Piceion	30	20	eher hoch	
665	Bergföhrenwald	Erico-Pinion mugo	24	-	mittel	
712	Trockene Trittflur	Polygonion avicularis	19	20	tief	
814	Hochstammobstgärten		-	-	mittel	Unternutzen meist eher intensiv, ähnlich Arrhenaterion
900	Bauten, Anlagen		-	-	mittel	einige Arten auf Ruderalstandorten und in Gärten, ansonsten versiegelt
920	Bauten		-	-	mittel	einige Arten auf Ruderalstandorten und in Gärten, ansonsten versiegelt
930	Belagsflächen		-	25	mittel	einige Arten auf Ruderalstandorten entlang Strassen, ansonsten versiegelt

A2.1.2 Landschaftsdiversität

Die Landschaftsdiversität zeigt auf, wie verschiedenartig eine Landschaftseinheit aufgebaut ist. Als Zählmass der Verschiedenartigkeit wurde die Anzahl verschiedener Lebensräume gewählt. Zu diesem Zweck musste zuerst die Detailtreue der Lebensraumkarte normiert werden, weil die Lebensräume keinen einheitlichen Detaillierungsgrad in den unterschiedlichen Ökosystemen aufweisen. So stehen z.B. metergenaue und sehr detaillierte Lebensraumklassifizierungen bis auf dritte Stufe der Lebensraumtypisierung der Auen den eher allgemeinen und weniger genauen Klassifizierungen der alpinen Lebensräume bis auf zweite Stufe der Lebensraumtypisierung gegenüber. Ohne Normierung wäre das Resultat sehr stark von den Ursprungsdaten beeinflusst worden. Für die Normierung der Lebensraumkarte wurden bei allen Lebensraumkategorien nur die ersten zwei Niveaus der Typisierung von Delarze und Gonseth (2008) übernommen. Zusätzlich wurde die Auflösung auf eine Zellgrösse von 10x10m vergrössert (Resampling Tool), wobei in jeder Zelle derjenige Lebensraumcode übernommen wurde, der in der Zelle dominiert. 10m wurde als Wert gewählt, weil er eine Grösse widerspiegelt, in dem nicht landschaftsrelevante Kleinstlebensräume wegfallen, mittelgrosse Lebensräume (z.B. Hecken) jedoch noch berücksichtigt werden, sodass nicht zu viel Detailinformation (also Landschaftsheterogenität) durch diese Verallgemeinerung verloren geht. Über dieses 10x10m Raster wurde ein „Moving Window“ gefahren (Focal Statistics), welches für jede Rasterzelle zählt, wie viele verschiedene Lebensräume sich in einem Rechteck von 1000m um die Rasterzelle herum befinden. Diese Kantenlänge wurde so gewählt, da diese Grösse gut den Landschaftsaspekt einer Rasterzelle wiedergibt und vom Auge eines Beobachters gut überblickt werden kann (entspricht dem Vorder- bis Mittelgrund einer Landschaftsbetrachtung). Zur besseren Darstellung und zur Ausebnung von kleinräumigen Artefakten wurde schliesslich mit Zonal Statistics ein Raster mit 500x500m Zellengrösse erstellt, in welchem pro Zelle der Mittelwert der Anzahl Lebensräume der 10x10m Rasterzellen berechnet wurde. Berücksichtigt wurden nur Zellen, die vollständig innerhalb des Perimeters der UBE liegen, da zu den Lebensräumen ausserhalb der UBE keine Daten vorliegen und in den Randzellen sonst die Landschaftsdiversität stetig unterschätzt worden wäre.

Zur Überprüfung, ob und wie stark die gewählten Skalen das Resultat beeinflussen, wurde eine qualitative optische Sensitivitätsanalyse mit verschiedenen Kombinationen von 2-20m Lebensraumrastergrössen und 500 bis 5000m Betrachtungszellengrössen durchgeführt. Diese hat aufgezeigt, dass erstens die gewählten Skalen-

größen keinen wesentlichen Einfluss auf die Resultate haben und zweitens, dass der 500x500m Raster eine optimale Balance zwischen Lesbarkeit und Detaillierungsgrad aufweist. Die Resultate der Sensitivitätsanalyse werden im Bericht nicht aufgezeigt. Die Skala der Landschaftsdiversität ist metrisch und reicht von 3 bis 17 Lebensräumen:

Hohe Landschaftsdiversität	tiefe Landschaftsdiversität
Ø 17 Lebensräume/km ²	Ø 3 Lebensräume/km ²

A2.1.3 Vernetzungsgrad

Der Vernetzungsgrad hängt grundsätzlich von der betrachteten Art und ihren Charakteristiken (Lebensraumanforderungen, Mobilität, etc.) sowie der Landschaftsausstattung ab (Kindlmann & Burel 2008). So können Landschaftselemente, die für eine Art Ausbreitungsachsen sind, für andere unüberwindbare Barrieren sein. Beispiele sind Strassen oder Hecken. Ebenso ist die Beschaffenheit der Matrix (der Flächen, die für eine Art nicht bewohnbar sind) nicht einheitlich, je nach Perspektive einer Art kann dieselbe Fläche hohe oder tiefe Ausbreitungswiderstände aufweisen. Dies zeigt, dass es unmöglich ist, ein einfaches und allgemeingültiges Mass für den Vernetzungsgrad zu entwickeln (Kindlmann & Burel 2008). Die Lösung wäre, für jede einzelne Art, die Lebensraum- und Matrixansprüche sowie individuelle Ausbreitungsmöglichkeiten zu analysieren, was bei einem solch grossen Raum und einer unüberschaubaren Anzahl unterschiedlicher Arten jedoch nicht möglich ist. Der Weg hin zu einer einfachen Lösung geht über strukturell ähnliche Gebiete, welche häufig als Ausbreitungs- und Vernetzungsflächen dienen (Prevedello & Vieira 2010) sowie über eine Reduktion der betrachteten Arten, respektive Lebensgemeinschaften.

Für die UBE wurde der Vernetzungsgrad für zwei verschiedene Lebensraumgruppen berechnet, die aus regionaler Perspektive ökologisch relevant sind. Es sind dies die Feuchtgebiete (Hochmoore, Flachmoore, Feucht- und Pfeifengraswiesen) und die Trockenwiesen auf Kalk (Karstflur, Kalkfels, Blaugrashalde, Trocken-, Halbtrocken- und Magerrasen). Diese Lebensraumtypen wurden in die zwei Gruppen zusammengefasst und für jede Gruppe einzeln die Distanz jeder Rasterzelle eines 50x50m Rasters zum nächstgelegenen Objekt berechnet. Der erhaltene Wert zeigt damit für jeden Punkt im Raum auf, in wie vielen Metern Distanz das nächstgelegene Feuchtgebiet resp. die nächstgelegene Trockenwiese auf Kalk liegt. Die Skala wurde mit Hinblick auf verschiedene Wanderdistanzen von Tiergruppen gewählt (Holzgang et al. 2001): Es zeigt sich, dass wenig mobile Tierarten (z.B. die Erdkröte) maximale Wanderdistanzen um 100m aufweist. Die nächste Kategorie für weiterhin eher wenig mobile Arten (z.B. Mauereidechse) liegt zwischen 100 und 500m. Viele Tierarten haben schliesslich eine Wanderdistanz von 500 bis 1000m, darunter zahlreiche Amphibien und Kleinsäuger. Zwischen 1000 und 5000m schliesslich liegen die sehr mobilen Kleintiere, darunter viele Reptilien. Grössere Wanderdistanzen sind nur von Vögeln und Säugern bekannt. Bei Insekten, welche für die Bestäubung von Wildpflanzen und der Vernetzung der Pflanzenpopulationen wichtig sind, sind die Flugdistanzen eher klein: Viele Arten haben einen Radius von einigen 100 Meter, hohe Flugdistanzen sind grundsätzlich mit höheren Risiken und Energieeinbussen verbunden und werden gemieden (Pffner & Müller 2014). Die Skala stimmt dementsprechend auch für diese wichtigen Tiergruppen.

5000 – 1000m Distanz	1000 – 500m Distanz	500 – 100m Distanz	100 – 50m Distanz	50 – 1m Distanz	0m Distanz
schlecht vernetzt	mässig vernetzt	gut vernetzt	sehr gut vernetzt	in Nachbarschaft	im selben Patch

A2.1.4 Schutz-Prioritätsgrad der Artengemeinschaft

Für eine umfassende Darstellung der bekannten Vorkommen von seltenen und gefährdeten Arten wurde eine Anfrage an Infospecies (CSCF (Tiere), NISM (Moose), Swissfungi (Pilze), karch (Amphibien und Reptilien), Vogelwarte (Vögel*), Infoflora (Pflanzen), Swisslichens (Flechten)) gemacht, damit alle Funde von gefährdeten oder prioritären Arten der Schweiz dargestellt werden können. Diese Daten wurden in der Genauigkeit von 1x1km geliefert. Da jeweils mehrere Artfunde derselben Artengruppe in einem Kilometerquadrat vorliegen, wurden die Funde mit Punktezahlen bewertet und die Punkte innerhalb der Artengruppe aufsummiert, auch wenn arithmetische Operationen mit kategorialen Daten eigentlich nicht zulässig ist. Als Punktegrundlage wurden die Prioritätsklassen des Bundes (Bafu 2011), welche eine Kombination von Gefährdung und Verantwortung darstellen, verwendet. Prioritätsstufe 1 erhält vier Punkte, Priorität 2 drei Punkte, Priorität 3 zwei Punkte und Priorität 4 einen Punkt. Nur Arten mit einer Prioritätszuweisung wurden berücksichtigt. Da die Punktbewertung bei allen Artengruppen identisch vorgenommen wurde, ist sie vergleichbar und erlaubt grundsätzlich eine Aufsummierung der Punkte zwischen den verschiedenen Artengruppen. Dies stellt die einzige Möglichkeit dar, die Artenfülle quantitativ in ihrer Breite auf einer Karte zu erfassen. Wichtig ist weiter anzumerken, dass

die Resultate nicht allein die realen Vorkommen von Arten aufzeigen, sondern auch ein Abbild der vorhandenen Datenfülle jedes km-Quadrates darstellt, welche für die verschiedenen Artengruppen sehr unterschiedlich ausfallen. Es muss von einer erheblichen Ungenauigkeit und Unvollständigkeit ausgegangen werden, die Resultate zeigen demnach eine Mischung zwischen tatsächlichem Vorkommen einerseits und der Untersuchungsdichte andererseits. Die Aufsummierung der Punkte der verschiedenen Artengruppen und die Einteilung in grobe Kategorien machen die Aussagen robuster. Für die Berechnung wurden jeweils pro km² die Prioritätspunkte aller darin vorkommenden Arten einer Artengruppe aufsummiert, und mit den Koordinaten als Punktwolke dargestellt. Die Punkte wurden anschliessend in ein Rasterfile umgewandelt, damit die Punkte der verschiedenen Artengruppen aufsummiert werden konnten. Zur besseren Lesbarkeit und um keine Scheingenauigkeit einer metrischen Skala vorzutauschen wurden die Resultate in eine kategoriale Skala eingeteilt:

<100 Punkte	80-100 Punkte	60-79 Punkte	40-59 Punkte	20-39 Punkte	1-19 Punkte	-
extrem viele prioritäre Arten	überaus viele prioritäre Arten	sehr viele prioritäre Arten	viele prioritäre Arten	einige prioritäre Arten	wenige prioritäre Arten	keine Daten

*Bei den Vögeln wurden nur Beobachtungen mit Atlascode über 3 (mindestens singendes Männchen) übernommen. Ausser bei den Seglern, Schwalben, Enten, Raufusshühnern, Eulen und Spechten bei denen bereits Atlascode 2 als Hinweis für eine Brut angenommen wurde. Raubvögel wurden erst ab Atlascode 10 (sichere Brut) berücksichtigt, da ihre Reviere über 1km² gross sind, was ein restriktives Vorgehen bedingt, um Doppelzählungen zu vermeiden.

A2.1.5 Empfindlichkeit der Lebensräume

Die Empfindlichkeit oder Verletzlichkeit der Lebensräume bezogen auf menschliche Einflüsse kann sich auf verschiedene Faktoren beziehen: Chemische Veränderungen (z.B. Nährstoffeintrag), physische Veränderungen (z.B. Drainage) oder Änderungen in der Landnutzung. Letzteres wird teilweise bereits mit einem anderen Indikator abgedeckt (siehe Kapitel A2.3.3). Zur Empfindlichkeit der Lebensräume bestehen keine quantitativen Angaben. Sie wurde anhand des kurzen Beschriebs der Gefährdungen in Delarze und Gonseth (2008) vorgenommen, wobei diese qualitativ in 5 Kategorien eingeteilt wurde. Als Hilfe bei unklaren Angaben wurde zusätzlich die Rekonstruktionszeit als Indikator für die Empfindlichkeit verwendet, wobei eine kurze Rekonstruktionszeit eine tiefe Empfindlichkeit bedeutet. Die Stärke und Art der Empfindlichkeit wird für jeden Lebensraumtyp in Tabelle A2.2 angegeben. Bei jedem Lebensraum wurde die Empfindlichkeit kurz charakterisiert. Die Empfindlichkeitswerte wurden der Lebensraumkarte über die Lebensraumcodes zugewiesen. Folgende Skala wurde verwendet:

sehr hohe Empfindlichkeit	hohe Empfindlichkeit	mittlere Empfindlichkeit	tiefe Empfindlichkeit	sehr tiefe Empfindlichkeit
---------------------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	----------------------------

Tabelle A2.2: Empfindlichkeiten der verschiedenen Lebensräume basierend auf Delarze und Gonseth (2008).

Lebensraum-code	Name	Name lateinisch	Empfindlichkeit	Kommentar
0	Mischvegetation		tief	unspezifisch und weit verbreitet
110	Tümpel		tief	meist eutroph, einfach wiederherstellbar
123	Untere Forellenregion (Fluss)	Scampanion undulatae	mittel	Druck bezüglich Wassernutzung
220	Flachmoore		hoch	empfindlich auf Nährstoffeintrag aus Luft und Boden sowie Entwässerung
222	Kalkarmes Kleinseggenried	Caricion fuscae	hoch	wie 220
224	Übergangsmoor	Caricion lasiocarpae	hoch	wie 220
231	Pfeifengraswiese	Molinion	hoch	wie 220
232	Nährstoffreiche Feuchtwiese	Calthion	mittel	empfindlich auf Entwässerung
233	Feuchte Hochstaudenflur	Filipendulion	mittel	wie 232
241	Offene Hochmoore	Sphagnion magellanici	sehr hoch	wie 220 aber weitaus empfindlicher auf diese Prozesse, dazu sehr grosse Wiederherstellungsdauern
321	Schwemmland	Epilobion fleischeri	mittel	empfindlich auf ausbleibende Auendynamik
331	Kalkschutt		tief	keine aktuelle Nutzung dieses Typs
341	Kalkfels		mittel	sehr langsam wachsende Arten, Nutzung von Kletterern, empfindlich auf Abgase
401	Kunstwiese Landwirtschaft		sehr tief	in einer Saison reproduzierbar
402	Kunstwiese Sportplatz/Haus		sehr tief	wie 401
412	Karstflur	Drabo-Seslerion	mittel	empfindlich auf Tritt von Wanderern und Klet-

				terern
422	Mitteleurop. Trockenrasen	Xerobromion	mittel	empfindlich auf Verbuschung
424	Mitteleurop. Halbtrockenrasen	Mesobromion	hoch	empfindlich auf Nährstoffeintrag aus Luft und Boden sowie Intensivierung der Nutzung
430	Gebirgs-Magerrasen		mittel	generell eher langsam wüchsig und reproduzierend
431	Blaugrashalde	Seslerion	tief	könnten langfristig unter Klimawandel leiden
450	Fettwiesen und –Weiden		sehr tief	in einer Saison reproduzierbar
451	Talfettwiese	Arrhenaterion	tief	empfindlich auf Nutzungsintensivierung
453	Talfettweide	Cynosurion	tief	wie 451
510	Krautsäume		tief	können sich schnell reproduzieren
524	Hochstaudenflur im Gebirge	Adenostylin	tief	auf Standorten ohne menschliche Nutzung
530	Gebüsche		tief	je nach Gebüschqualität auch höher
535	Gebüschreicher Vorwald	Sambuco-Salicion	tief	Pionierwald mit schneller Entwicklung
536	Auen-Weidengebüsch	Salicion elaeagni	mittel	empfindlich auf ausbleibende Auendynamik und Kiesentnahme
541	Zwergstrauchheide	Calluno-Genistion	hoch	wie 220, empfindlich auch auf Nutzungsaufgabe
602	Aufforstung mit Nadelgehölzen		sehr tief	einfach reproduzierbar
611	Erlenbruchwald	Alnion glutinosae	mittel	empfindlich auf Veränderungen im Abflussregime oder der Auendynamik
613	Grauerlen-Auenwald	Salicion incanae	mittel	wie 611
614	Hartholz-Auenwald	Fraxinion	mittel	empfindlich auf Absenkung des Grundwassers
621	Ochideen-Buchenwald	Cephalantero-Fagenion	tief	abgelegene, forstlich ungenutzte Standorte
622	Hainsimsen-Buchenwald	Luzulo-Fagenion	tief	wie 621
623	Waldmeister-Buchenwald	Galio-Fagenion	tief	weit verbreitet und genutzt
624	Zahnwurz-Buchenwald	Lonicero-Fagenion	tief	wie 623
625	Tannen-Buchenwald	Abieti-Fagenion	mittel	wie 623, mit einigen sensiblen Arten
631	Ahorn-Schluchtwald	Lunario-Acerion	mittel	sehr kleine Bestände, wenig konkurrenzstark
651	Hochmoor-Birkenwald	Betulion pubescenti	mittel	empfindlich auf Entwässerung und Nährstoffeintrag sowie Moorrenaturierungen
652	Hochmoor-Bergföhrenwald	Ledo-Pinion	sehr hoch	wie 241
653	Hochmoor-Fichtenwald	Sphagno-Picetum	sehr hoch	wie 241
661	Tannen-Fichtenwald	Abieti-Piceion	mittel	gefährdet durch intensive forstliche Nutzung
662	Heidelbeer-Fichtenwald	Vaccinio-Piceion	hoch	langsame Verjüngung, empfindlich auf Bodendstörungen bei Forstarbeiten
665	Bergföhrenwald	Erico-Pinion mugo	tief	besiedeln ungenutzte Extremstandorte
712	Trockene Trittflur	Polygonion avicularis	mittel	Gefahr der Versiegelung von Flächen
814	Hochstammobstgärten		mittel	langsame Entwicklung
900	Bauten, Anlagen		sehr tief	sind vollständig anthropogen
920	Bauten		sehr tief	wie 900
930	Belagsflächen		sehr tief	wie 900

A2.1.6 Hemerobiegrad

Der Hemerobiegrad umschreibt die Stärke des menschlichen Einflusses auf einer Fläche. Hohe Werte entsprechen einer starken menschlichen Einflussnahme. Der Hemerobiegrad ist demnach der inverse Wert des Natürlichkeitsgrades. Blatter (2014) modellierte in seiner Bachelorarbeit den Hemerobiegrad der Landschaft mittels verschiedener, bereits existierender und neu erfasster Geodaten. Anhand von Störungen ausgehend von Land- und Forstwirtschaft, Tourismus, Siedlungsentwicklung sowie Verkehr teilte er die Gebiete der UBE in 10 Hemerobieklassen ein. In Flächen mit mehreren verschiedenen menschlichen Störungen wurde jeweils der Hemerobiewert verwendet, welcher die höchste Ausprägung erreicht. Die Klassen widerspiegeln die Einflussnahme des Menschen auf die natürlich Biozönose und reichen von ahemerob (keine menschlichen Einflüsse) wie z.B. in sehr abgelegenen Wäldern bis zu meta hemerob (keine natürliche Lebensbasis) wie z.B. in versiegelten Siedlungsflächen. Details zur Berechnung sind der Bachelorarbeit zu entnehmen. Die Resultate von Blatter (2014) wiesen ein einzelnes Artefakt auf, indem eine grössere Sömmerungsfläche auf der Nordseite der Schratzenfluh als poly-hemerob eingestuft wurde. Dieser Fehler, der wohl aus den Grundlagendaten fälschlicherweise übernommen wurde, wurde korrigiert und als oligo-hemerob eingestuft. Folgendes ist die verwendete Skala:

keine natürliche Lebensbasis	stark geschädigte Biozönose	intensiv genutzter Lebensraum, stark veränderte Biozönose	wenig bis mässig intensiv genutzter Lebensraum	extensiv genutzter, wenig gestörter Lebensraum	naturnah	keine menschlichen Einflüsse
meta hemerob	poly-hemerob	α -euhemerob	β -euhemerob	meso-hemerob	oligo-hemerob	ahemerob

A2.1.7 Potentielle Produktivität

Die Potentielle Produktivität wurde aus einer Verrechnung der Bodeneignungskarte (BLW 2012a) und der Klimaeignungskarte (BLW 2012b) ermittelt. Die Bodeneignungskarte berücksichtigt sechs verschiedene Bodeneigenschaften und betrachtet deren Eignung für die land- und forstwirtschaftliche Produktion. Die Klimaeignungskarte berücksichtigt verschiedene klimatische Eigenschaften wie Temperatur, Niederschläge, Frosttage, Vegetationszeit, etc. Für die Berechnung der potentiellen Produktivität wurde bei der Bodeneignungskarte zuerst eine Neuklassierung der Kategorien gemacht, in der die vom BLW (2012a) ermittelte land- und forstwirtschaftliche Eignung mit 19 Klassen gemäss Angaben in BLW (2012a) in eine Fünfer-Skala reklassifiziert wurde: 5=sehr gute Eignung, 4=gute bis sehr gute Eignung, 3=gute Eignung, 2=mässige Eignung, 1=geringe Eignung. Von der Klimaeignungskarte wurde die Vegetationszeit in die Rechnung einbezogen. Dazu wurde die in der Vegetationszeit verwendete Kategorisierung übernommen: 180-190 Tage=5, 170-180 Tage=4, 150-170 Tage=3, 100-150 Tage=2, 80-100 Tage=1. Die beiden kategorialen Daten wurden – trotz mathematischer Unsauberkeit – mit dem Raster Calculator multipliziert und reklassifiziert, was zur schlussendlichen Skala führt:

25 – 20	20 – 15	15 – 10	10 – 5	5 – 1	keine Daten
Sehr hohe Produktivität	Hohe Produktivität	Mittlere Produktivität	Tiefe Produktivität	Sehr tiefe Produktivität	keine Daten

A2.1.8 Geologische Formationen

Für geologisch besondere Werte wurde auf das inoffizielle Schweizerische Inventar der Geotope zurückgegriffen (Plattform Geosciences, SCNAT 2012). Es weist auf die wichtigsten geologischen Areale hin. Als Skala wurden nur zwei Wertekategorien eingeführt:

Fläche gehört zum inoffiziellen Inventar	Fläche gehört nicht zum inoffiziellen Inventar
--	--

A2.2 Gesellschaftlich orientierte Werte

A2.2.1 Ökonomischer Wert

Der tatsächliche ökonomische Wert einer Fläche ist sehr schwierig zu erfassen. Es bestehen hierzu grundsätzlich zwei Herangehensweisen: 1. Erfassung des aktuellen Verkaufswerts des Landes oder 2. Erfassung des jährlichen Ertrags, der mit einer Fläche erwirtschaftet werden kann, als Annäherung an den tatsächlichen Wert des Landes. Potentielle und nicht monetäre Werte werden bei beiden Ansätzen nicht berücksichtigt. Bei beiden Ansätzen bestehen weiter sehr grosse Unsicherheiten, da eine genaue ökonomische Bewertung sehr genaue und detaillierte räumliche Daten voraussetzt und selbst dann noch viele Annahmen gemacht werden müssen, um eine verlässliche Schätzung abzugeben. Genaue Daten zu ökonomischen Werten von Ländereien und speziell Gebäuden sind nicht öffentlich zugänglich, aus diesen Gründen wurde für die ökonomische Analyse die zweite Herangehensweise, diejenige der jährlichen Erträge, gewählt. Dabei wurde nur eine sehr grobe ökonomische Bewertung vorgenommen: Die Arealstatistik des bfs zeigt für jedes 100x100m Quadrat auf, welche Landnutzung vorherrscht. Für diese Landnutzungskategorien wurde abgeschätzt, wie viel Ertrag aus der jeweiligen Nutzung pro Hektare erzielt werden kann. Dafür wurden zuerst ähnliche Kategorien zusammengelegt. Als Reklassifizierung sind aus den bestehenden 72 Kategorien der Arealstatistik (bfs 2013) 10 Kategorien verblieben (siehe unten). Anschliessend wurden im Internet verfügbare Zahlen zu ökonomischen Parametern der verschiedenen Landnutzungen recherchiert (z.B. Mieterträge, Holzträge, landwirtschaftliche Erträge, Erträge von Industriebetrieben, etc.) und diese auf Hektaren umgerechnet. Schliesslich wurden die Erträge in eine exponentielle Skala mit 5 Grössenordnungen eingeteilt, denen die Nutzungskategorien zugewiesen wurden. Als Resultat erfolgt folgende Skala:

Kategorien der Arealstatistik (bfs 2013)										
13, 14	1, 2	28	5, 6, 7, 8	11, 12	37-49, 58, 59, 67	32, 33, 34, 68	3, 4	61, 62, 63	50-57, 60, 64	9, 10, 15-27, 29, 30, 31, 35, 36, 65, 66, 69, 70, 71, 72
Büroanlagen	Industrie	Bergbau	Mehrfamilienhaus	Landwirtschaftsbetrieb	Landwirtschaftlich genutzte Fläche	Sportanlagen	Einfamilienhaus	Gewässer (Fischerei)	Wald (Holznutzung)	keine Nutzung oder Zuweisung
einige 1'000'000 Fr. Ertrag/ha/a		einige 100'000 Fr. Ertrag/ha/a			einige 1'000 Fr. Ertrag/ha/a			einige 100 Fr. Ertrag/ha/a		keine oder unklar

A2.2.2 Kulturelle identitätsstiftende Werte

Kulturelle Werte werden durch Menschen geschaffen und von ihnen je nach Ausprägung als identitätsstiftend wahrgenommen. Identitätsstiftend sind dabei insbesondere regionaltypische Charakter- und Sakralbauten. Für diesen Bereich bestehen zahlreiche Inventare, welche die Bauten und Anlagen mit hohem kulturellem Wert, hoher Typizität und Eigenart auflisten. Dazu gehört das Inventar der Verkehrswege der Schweiz (IVS), das in Objekte nationaler, regionaler und lokaler Bedeutung unterscheidet sowie das Inventar schützenswerter Ortsbilder (ISOS), das Objekte nationaler Relevanz auflistet. Parallel dazu besteht das Inventar der Kulturgüter von nationaler und regionaler Bedeutung (KGS). Auf kantonaler Ebene existieren das kantonale Inventar der archäologischen Fundstellen, das Kantonale Denkmalverzeichnis (KDV) und das Bauinventar (BiLU). Vom Bauinventar wurden die „Gruppenobjekte“ nicht verwendet, da diese bereits berücksichtigte Objekte in Gruppen zusammenschliessen, was einer doppelten Zählung gleichkommt. Im KGS bestehen ebenfalls Überschneidungen mit anderen Inventaren, die berücksichtigt wurden, um Doppelzählungen auszuschliessen. Für die Aufsummierung der Daten wurden die flächigen Objekte in Punktdaten umgewandelt, um die Zählung zu erleichtern. Linienhafte Objekte wurden ebenfalls in Rasterdaten umgewandelt.

Für die kartographische Darstellung wurden schliesslich alle nationalen, kantonalen und lokalen Objekte in mit Hilfe von Zonal Statistics in ein 1km²-Raster aufsummiert. Diese einzelnen Layer wurden anschliessend anhand der folgenden Punkteverteilung zum Schlussresultat aufsummiert: 1 (lokal), 100 (kantonal) und 10'000 (national). Mit dieser Gewichtung kann aus der Summe die Anzahl Objekte der unterschiedlichen Bedeutungsklassen abgeleitet werden: Die hintersten zwei Zahlen zeigen die Anzahl Objekte lokaler Bedeutung, die Zahl zwei und drei die Anzahl Objekte kantonalen Bedeutung und die vordersten ein oder zwei Zahlen die Anzahl Objekte nationaler Bedeutung. Die finale Skala wurde der tatsächlich vorgefundenen Anzahl Objekte angepasst, weshalb sie auf den ersten Blick nicht logisch erscheint. Das Vorgehen und die Skaleneinteilung bewirken zudem,

dass auf der Karte jeweils keine Aussagen zur Anzahl Inventarobjekte der nächst kleineren Stufe gemacht werden können. Dies würde zu einer unübersichtlich grossen Skala führen. Die folgende Skala wurde verwendet:

49999 - 40000	39999 - 30000	29999 - 20000	19999 - 10000	2000 - 1501	1500 - 1001	1000 - 501	500 - 100	5 - 1	0
4 Bauten von nationaler Bedeutung pro km ²	3 Bauten von nationaler Bedeutung pro km ²	2 Bauten von nationaler Bedeutung pro km ²	1 Baute von nationaler Bedeutung pro km ²	15 bis 20 Bauten kantonaler Bedeutung pro km ²	10 bis 14 Bauten kantonaler Bedeutung pro km ²	5 bis 9 Bauten kantonaler Bedeutung pro km ²	1 bis 4 Bauten kantonaler Bedeutung pro km ²	1 bis 5 Bauten lokaler Bedeutung pro km ²	keine Bauten in Inventaren

A2.2.3 Landschaftlicher Eigenwert

Der landschaftliche Eigenwert entspricht einer modellierten Bewertung der biophysischen Grundausrüstung der Landschaft bezogen auf ihre ästhetische Qualität. Er berücksichtigt nicht die individuelle subjektive Wahrnehmung der Landschaft, sondern universelle, genetisch festgelegte Muster, das jeden Menschen Landschaften als schön taxieren lässt, in denen ursprüngliche menschliche Basisbedürfnisse befriedigt werden. Dazu gehören z.B. Möglichkeiten zur Flucht oder zum Verstecken, eine gewisse Weitsicht, etc. (siehe Kienast et al. 2013). Aus systematischen empirischen Analysen konnten im Verlauf der letzten Jahrzehnte vier Prädiktoren ermittelt werden, welche diese evolutionär ästhetischen Muster beschreiben: Kohärenz, Lesbarkeit, Komplexität und Mysteriosität. Hintergründe zu diesem Thema finden sich in der Masterarbeit von Bamert (2013). Mittels landschaftlichen Parametern, welche diese Prädiktoren quantifizieren, können diese aus Geodaten erfasst und aggregiert werden. Die unten beschriebenen Parameter wurden dafür jeweils mit Zonal Statistics pro Raumeinheit berechnet. Raumeinheiten bestehen aus ähnlich ausgestatteten landschaftlichen Einheiten. Sie wurden von Bamert (2013) für die UBE unter Berücksichtigung von Topographie, Exposition, Krümmung hangparallel und in der Falllinie, Hangneigung und Höhe über Meer berechnet. Es wurden basierend auf den Vorschlägen von Droz (2007) folgende Parameter für die Berechnung des landschaftlichen Eigenwertes verwendet:

- Für die Kohärenz: Grad der Gleichverteilung (Evenness-Index) der Landschaftselemente (Daten von Bamert (2013)) und Zerschneidungsgrad der Landschaft, operationalisiert mit der durchschnittlichen Länge der Strassen bis 2m Breite in den Raumeinheiten, gewichtet nach ihrer Breite (6m=6Punkte, 4m=4Punkte, 3m=3Punkte, 2m=2Punkte). Ein eigentliches Zerschneidungsmass (z.B. Maschenweite) ist für die UBE wenig aussagekräftig, da viele Strassen Gebiete als Sackgassen erschliessen. Diese können nicht in die typischen Zerschneidungsmasse umgerechnet werden.
- Für die Lesbarkeit: Länge der Linearen Landschaftselemente (Daten von Bamert (2013)) und durchschnittlicher Natürlichkeitsgrad (Hemerobiewert, siehe oben).
- Für die Komplexität: Diversitätsgrad der Landschaftselemente (Shannon-Index, Daten von Bamert (2013)) und Reliefausprägung, operationalisiert durch die Standardabweichung der Höhenverteilung innerhalb der Raumeinheiten basierend auf dem digitalen Höhenmodell mit 2m Auflösung (SwissAlti3d) von Swisstopo.
- Für die Mysteriosität: Länge der halb-transparenten Landschaftselemente, z.B. Hecken oder Gebüschwald (Daten von Bamert (2013)) und der Begehbarkeit resp. der Zugänglichkeit, operationalisiert mit der durchschnittlichen Distanz zum nächsten Weg oder zur nächsten Strasse.

Jeder Parameter wurde auf eine Skala von 0-1 normiert, sodass 1 jeweils die höchste Ausprägung bezüglich des Eigenwertes der Landschaft darstellt. Das heisst, dass von der Zerschneidung und dem Hemerobiegrad der inverse Wert genommen wurde. Die Skala ist einheitslos, da es keine absoluten Einheiten zum Eigenwert oder zur Schönheit der Landschaft gibt. Anschliessend wurden die Rasterdaten der 8 Parameter bezüglich ihrer Auflösung mit Raster Calculator normiert und aufsummiert. Die Skala reicht theoretisch von 0 - 8, in der Praxis von 1.6 - 4.6, es wurde für eine bessere Lesbarkeit und feinere Aufteilung eine Reklassifizierung vorgenommen, um eine fünfwertige Skala zu erhalten:

4.6 – 4.0	4.0 – 3.4	3.4 – 2.8	2.8 – 2.2	2.2 – 1.6
Sehr hoher landschaftlicher Eigenwert	Hoher landschaftlicher Eigenwert	mittlerer landschaftlicher Eigenwert	tiefer landschaftlicher Eigenwert	sehr tiefer landschaftlicher Eigenwert

A2.2.4 Schönheit der Landschaft aus Touristensicht

Für die Erfassung der Schönheit der Landschaft wurden etwa 10'000 Gäste in einer umfassenden Umfrage im Jahr 2011 gebeten, auf einer Karte die schönsten und die am wenigsten schönen Gebiete mittels eines Kreises zu kennzeichnen (siehe Details zum generellen Vorgehen in Knaus 2012). 1'827 Touristen haben die Fragebögen ausgefüllt und auswertbar zurückgesandt, wobei die Aufgabe mit den Kreisen nicht von allen gelöst wurden, teilweise jedoch mehrere Kreise gemacht wurden. Das hat zu einer Anzahl von 2048 Kreisen für schönste Orte und 537 Kreise für unschönste Orte geführt. Die Karten mit den Kreisen wurden eingescannt, georeferenziert und die Kreise manuell nachgezeichnet. Damit entstanden zwei Layer: Einer mit Kreisen der schönsten und einer mit Kreisen den am wenigsten schönen Landschaften. Weil bei den verschiedenen Verteilpunkten der Fragebögen ein grosses Ungleichgewicht bezüglich abgegebener Fragebögen herrschte, was das Resultat verzerren könnte, wurden die Werte der Kreise unterschiedlich gewichtet: der Wert eines Kreises wurde als $1/\text{Anzahl gezeichneter Kreise pro Ausgabeort}$ festgelegt, sodass die Summe der Kreise pro Ausgabeort jeweils 1 ergab. Die einzelnen Kreiswerte wurden in einem zweiten Schritt noch durch die Gesamtzahl aller Verteilpunkte geteilt, damit die Skala des Schlussresultates auf einen Wert zwischen 0 und 1 fiel.

Mithilfe eines Fishnet-Rasters wurde aus den Kreisen (Vektordaten) ein Raster erstellt, in welchem pro Rasterzelle (94 x 94 m) jeweils die Summe der positiven und der negativen Kreiswerte gebildet wurde. Die Skala des Rasterfiles geht von 0 bis 1, wobei 0 bedeutet, dass niemand diesen Teil der Landschaft schön oder unschön bewertet hat. 0.5 bedeutet, dass 50% der Touristen, welche diese Fragen im Fragebogen beantwortet haben, die Region am schönsten oder unschönsten finden. Trotz der Standardisierung der Werte auf die Ausgabeorte besteht weiterhin eine Verzerrung der Resultate, da mehr Fragebogen-Ausgabeorte im Raum Sörenberg liegen. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass dieser Ort gerade auch wegen der landschaftlichen Qualitäten besonders stark frequentiert wird (siehe Knaus 2012). Diese Ungenauigkeit respektive dieses Huhn-oder-Ei-Problem lässt sich auch mit einem veränderten Samplingdesign kaum beheben. Damit die Karte besser lesbar wird, wurden die Resultate linear klassifiziert und die Werte mit 100 multipliziert, um die Prozentwerte zu erhalten. Bei den schönsten Gebieten wurden keine Karten ohne Markierung berücksichtigt, weshalb es keine Kategorie mit 0% gibt. Folgendes ist demnach die Skala:

Für die Bewertung der schönsten Gebiete durch die Touristen:									
45-50%	40-45%	35-40%	35-40%	25-30%	20-25%	15-20%	10-15%	5-10%	1-5%
finden	finden	finden	finden	finden	finden	finden	finden	finden	finden
Gebiet	Gebiet	Gebiet	Gebiet	Gebiet	Gebiet	Gebiet	Gebiet	Gebiet	Gebiet
schön	schön	schön	schön	schön	schön	schön	schön	schön	schön
Für die Bewertung der am wenigsten schönen Gebiete: (es existieren keine Werte höher 15%):									
						10-15%	5-10%	1-5%	niemand
						finden	finden	finden	findet
						Gebiet	Gebiet	Gebiet	Gebiet
						unschön	unschön	unschön	unschön

A2.2.5 Standortgebundene essentielle Funktionen für den Menschen

Lebensräume und ihre Ökosysteme decken wichtige Funktionen für den Menschen ab und stellen so essentielle Leistungen für den Menschen bereit. Im Entlebuch bestehen diese aus den verschiedenen Schutzfunktionen des Waldes für Verkehrswege und Gebäude sowie den Grundwasserschutz zonen und –Arealen. Daneben stellen die Ökosysteme auch nicht essentielle Leistungen bereit wie die Erholungsleistung und Produktionsleistungen für Nahrungsmittel, die räumlich einfach substituierbar sind. Die Schutzleistungen sowie die Bereitstellung von sauberem Wasser sind für den Menschen essentiell und sie können nur unter hohen Opportunitätskosten substituiert werden. Ihnen wird darum eine hohe Wichtigkeit zugemessen, sie haben eine sehr wichtige Funktion. Weniger wichtige Funktionen sind solche, von denen die Menschen nur weniger direkt abhängig sind, wie grossräumig ausgeschiedene Gewässerschutzareale oder Schutzwald gegen Hochwasser. Sie wurden weniger stark gewichtet. Es wurden generell wiederum nur Werte abgebildet, zu denen Daten vorhanden waren. Es bestehen durchaus noch weitere wichtige Funktionen (z.B. Nährstoffaufbereitung und -Kreislauf im Boden), die somit nicht berücksichtigt wurden. Nicht essentielle Leistungen (z.B. Erholung) wurden ebenfalls nicht berücksichtigt, da zu diesen einerseits ebenfalls keine Daten vorliegen und sie andererseits nur sehr schwer und mit zahlreichen Annahmen räumlich zu modellieren sind.

Es wurde bei der Analyse der untersuchten standortgebundenen, essentiellen Funktionen darauf geachtet, ob sie sich räumlich überlagern, was einen höheren Wert der betroffenen Fläche mit sich bringt. Die Layer wurden für die Berechnung mit Zahlen gewichtet (Schutzwaldkategorie 3 und 2 als 100, Gewässerschutz zonen S, S1, S2 und S3 ebenfalls als 100, Schutzwaldkategorie 1 und Gewässerschutzareal als 1) und aufsummiert. Daraus ergibt sich die folgende Skala:

202 - 200 Punkte	102 - 100 Punkte	1 Punkt	0 Punkte
Besonderer Schutzwald und Gewässerschutzzone (S, S1, S2 und S3)	Besonderer Schutzwald oder Gewässerschutzzone (S, S1, S2 und S3)	Schutzwald Hochwasser oder Grundwasserschutzareal (SA)	Keine besondere Funktion
sehr wichtige Funktion	wichtige Funktion	weniger wichtige Funktion	keine besondere Funktion

A2.2.6 Schutzstatus

Der Schutzstatus eines Gebietes kann verschiedene Einschränkungsgrade für dessen Nutzung aufweisen. Die am stärksten geschützten Gebiete sind diejenigen der nationalen Biotope (Auen, TWW, Flach- und Hochmoore sowie Amphibienlaichgebiete). Diese werden durch Gesetze und Verordnungen des Bundes und des Kantons Luzern geschützt, ihre Nutzung wird durch restriktive und klar definierte Nutzungsverträge geregelt. Ein Sonderfall dieser Schutzgebiete sind Hochmoorobjekte, bei welchen aufgrund von Raufusshühnervorkommen zusätzlich ein allgemeines Betretungsverbot gilt. Diese Gebiete sind der höchsten Schutzkategorie zugeteilt, alle restlichen Biotope nationaler Bedeutung der zweithöchsten. Zu diesen nationalen Inventarobjekten gesellen sich die Feuchtgebiets-Objekte des regionalen Inventars (INR), die durch dieselbe Schutzverordnung, also gleich einschränkend wie die nationalen Feuchtgebiets-Objekte geschützt sind. Ebenfalls in die zweit-restriktive Schutzkategorie fallen Naturwaldreservate, deren Nutzung mit langfristigen Verträgen (ca. 50 Jahre) unterbunden wird. Auf dritter Schutzstufe folgen weniger strikte kantonale Schutzbestimmungen sowie Schutzbestimmungen die auf einzelne Arten oder Artengruppen abzielen. Das sind die Naturschutzverordnung Schrattenfluh, nationale Jagdbanngebiete und Sonderwaldreservate. Die weiteren Kategorien des INR (z.B. Trockenstandorte, Felsen, Fliessgewässer) wurden nicht berücksichtigt, da bei diesen die rechtliche Verankerung und Grundeigentümer-verbindliche Umsetzung nicht sicher respektive einheitlich ist. Auf vierter Stufe folgen Gebiete unter Landschaftsschutz (BLN und Moorlandschaften), bei welchen grossräumige bauliche Veränderungen verboten sind. Zum Schluss kommen diejenigen Gebiete, wo der Schutz nur sehr limitiert gilt. Das sind rechtlich verbindliche Wildruhezonen (und WZVV Gebiete, von denen es in der UBE keine gibt). In der UBE existieren weitere Schutzinstrumente: Ramsar-, Smaragd- und Important Bird Area sind Bezeichnungen und räumliche Festlegungen, die keine Konsequenzen für die Praxis haben und darum in dieser Analyse nicht mitberücksichtigt wurden. Die Zonierung der UBE gemäss UNESCO in Kern-, Pflege- und Entwicklungszone basiert auf dem bestehenden rechtlichen Schutzstatus und wird hier ebenfalls nicht berücksichtigt, weil dies einer Doppelzählung entsprechen würde.

Die entsprechenden Layer wurden mit dem Merge Tool zusammengefasst, in ein Raster umgewandelt und mit dem Mosaic to new Raster Tool in der beschriebenen Hierarchie überlagert. Die Skala ist kategorial:

Biotope von nationaler Bedeutung mit Betretungsverbot	Biotope von nationaler Bedeutung, INR Feuchtgebiete und Naturwaldreservate	Naturschutzverordnung Schrattenfluh, Jagdbanngebiete, Sonderwaldreservate	BLN, Moorlandschaften, Landschaftsschutzverordnung Schrattenfluh	Wildruhezonen	kein rechtlicher oder vertraglicher Flächenschutz
Strengster Biotopschutz	Strenger Biotopschutz	Eingeschränkter Biotopschutz	Landschaftsschutz	Wildruhezonen	kein Schutz

A2.3 Gefährdungen der Werte

A2.3.1 Landnutzungsintensität

Für die **forstwirtschaftliche Nutzungsintensität** wurde auf die Vorgehensweise von Blatter (2014) zurückgegriffen, der diese mittels Hangneigung und Erschliessungsgrad (Strassennähe) modelliert. Die resultierende Karte mit 36 Kategorien von Nutzungsintensitäten wurde mittels Reklassifizierung auf drei Kategorien kondensiert, diese Reklassifizierung wurde in einem Expertengespräch (Urs Felder, Dienststelle Landwirtschaft und Wald, Kanton Luzern) iterativ validiert und an die realen Gegebenheiten angepasst. Es wurde basierend auf dem Expertengespräch eine vierte Kategorie eingefügt, da bei der Einteilung in Nutzungsintensitäten die Wüchsigkeit berücksichtigen muss, die gemäss Urs Felder (persönliche Mitteilung) ab 1200m Höhe aufgrund klimatischer Bedingungen und Waldvegetationstyp reduziert ist. Ebenfalls berücksichtigt wurden Waldreservate, wobei Naturwaldreservate nicht genutzt werden, also eine fünfte Kategorie darstellen. Sonderwaldreservate werden wenig genutzt, fallen also in die Kategorie der zweit-tiefsten Nutzungsrate. Als Resultat wird die Waldnutzungsintensität in fünf Kategorien eingeteilt, siehe unten. Die entsprechenden über die Jahre gemittelten Nutzungs-

volumina stammen von Urs Felder (persönliche Mitteilung), sie wurden mit einer Dichte von 700kg/m^3 in Trockenmasse umgerechnet, welche etwas hoch ausfällt, aber Nutzung von Nicht-Stammholz mit einschliesst. Eine Validierung der Karte mit den jeweiligen Nutzungsintensitäten ergibt eine Jahresnutzung von $78'000\text{m}^3$, was ungefähr der jährlichen durchschnittlichen Nutzung entspricht. Die Daten scheinen demnach plausibel zu sein.

<i>kurze Umtriebszeiten:</i> flache und gut erschlossene Gebiete	<i>mittlere Umtriebszeiten:</i> geneigtes Gebiet, weniger gut erschlossen unterhalb 1200m oder Kategorie links über 1200m	<i>lange Umtriebszeiten:</i> steile, schlecht erschlossene Gebiete unterhalb 1200m oder Kategorie links über 1200m oder Sonderwaldreservat	<i>praktisch ungenutzt:</i> über 1200m, steil und schlecht erschlossen	Naturwald-reservat
Nutzung ca. $10\text{m}^3/\text{ha/a}$	Nutzung ca. $8\text{m}^3/\text{ha/a}$	Nutzung ca. $6\text{m}^3/\text{ha/a}$	Nutzung ca. $6\text{m}^3/\text{ha/a}$	keine Nutzung
Nutzung ca. 7000 kg/ha/a	Nutzung ca. 5600 kg/ha/a	Nutzung ca. 4200 kg/ha/a	Nutzung ca. 1400 kg/ha/a	

Für die **landwirtschaftliche Nutzungsintensität** wurde ein Modell von Celio (2014) übernommen, das anhand der Betriebsparzellen jeder landwirtschaftlich genutzten Parzelle eine oder mehrere Nutzungen zuweist. Diese Nutzung konnte mittels der Wegleitung Swiss-Bilanz und den Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau in Nutzungsintensitäten respektive Nutzungsquantitäten (kg/ha/a) umgerechnet werden. Bei mehrfachen Nutzungen innerhalb der Parzellen wurden die Nutzungen, gewichtet nach ihren Flächenanteilen an der Betriebsparzelle, aufsummiert. Die Nutzungen wurden im Vorgehen von Celio (2014) schliesslich noch leicht mit der Steilheit angepasst, sodass in steilen Gebieten die Nutzungsintensität generell etwas tiefer liegt, als in flachen Flächen. Die Geodaten von Celio (2014) wurden manuell überprüft: Einerseits wurden die nicht abgedeckten Flächen in den alpinen Gebieten noch mit einigen genutzten Sömmerungsflächen ergänzt, andererseits wurde in Schutzgebieten die Nutzungsintensität reduziert. Dazu wurden Ausreisser mittels einer Verifizierung auf dem Orthofoto auf ihre Validität überprüft und teilweise angepasst. Alle Anpassungen wurden als Änderungen im Datensatz festgehalten. Nach der Bereinigung des Datensatzes wurden die kontinuierlichen Zahlen in eine kategoriale Skala eingeteilt, wobei sich diese an den Kategorien der forstlichen Nutzung orientierte und damit ein Intervall von 1400 resp. 700kg/ha aufweist.

Zum Schluss wurden beide Rasterdatensätze (Forst- und Landwirtschaft) mit dem Mosaic to new Raster Tool zusammengefasst. Bei räumlichen Überlagerungen wurde immer die forstliche Nutzungsintensität übernommen, weil diese rechtlich stärker einschränkend wirkt und im Zweifelsfall über die reale Nutzung entscheidet. Die folgende Skala wurde angewandt, sie kann zumindest für die landwirtschaftliche Nutzung auch in Intensitätsklassen klassifiziert werden (nach Baer 2009):

9801 - 11200 kg/ha	8400 – 9800 kg/ha	7001 – 8400 kg/ha	5601 – 7000 kg/ha	4201 – 5600 kg/ha	2801 – 4200 kg/ha	1401 – 2800 kg/ha	1 – 1400 kg/ha	keine Nutzung
intensiv		mittelintensiv		wenig intensiv		extensiv		

A2.3.2 Zersiedelung

Die Zersiedelung wird durch drei Komponenten definiert: Siedlungsfläche, Streuung im Raum und Ausnützung (Schwick et al. 2011). Die Zersiedelung wurde hier nur über eine dieser Komponenten (Siedlungsfläche) parametrisiert, wobei zu einer zweiten (Streuung) ebenfalls etwas ausgesagt werden kann. Daten zur räumlichen Ausnützung liegen nicht vor. Die Siedlungsfläche wurde über die Anzahl Gebäude pro Hektare erfasst: Für jeweils ein $5 \times 5\text{m}$ Quadrat wurde berechnet, wie viele Gebäude sich im umgebenden Quadrat von $100 \times 100\text{m}$ befinden (Point Density Tool, wobei der SwissBuildings Layer zu einem Punktelayer transformiert wurde). Die Zellgrösse wurde absichtlich relativ klein gewählt, damit die Daten auch etwas zur Streuung der Gebäude im Raum aussagen. Hohe Werte entsprechen sehr dichten Bauweisen, tiefe Werte dem landwirtschaftlichen Gebiet mit Streusiedlungscharakter. Mittlere Werte zeigen mittlere bis stärkere Zersiedelungstendenzen an. Aufgrund dieses nicht einheitlichen Zusammenhangs, wurde die Skala speziell reklassifiziert:

250 - 100 Gebäude pro ha	100 - 50 Gebäude pro ha	1000 - 250 Gebäude pro ha	50 - 1 Gebäude pro ha	0 Gebäude pro ha
Zersiedelung sehr wahrscheinlich	Zersiedelungstendenzen	dichte Siedlung (Dorfkerne)	Streusiedlung	keine Siedlung

A2.3.3 Druck bezüglich Landnutzungsänderungen

In der Schweiz, wie auch im Entlebuch sind die zwei wichtigsten Prozesse, welche zu einer Änderung der Landnutzung führen die Siedlungsausbreitung und die Wiederbewaldung (BfS 2013). Daneben existiert ein wichtiger Prozess, der den Landnutzungstyp gemäss BfS identisch lässt, jedoch den Lebensraum qualitativ stark verändert: die Nutzungsintensivierung (BDM 2013). Alle drei Prozesse betreffen dabei das Offenland. Im Wald ist die Landnutzung per Gesetz vorgeschrieben, sie kann sich darum nur wenig ändern.

Der erste Prozess im Offenland betrifft die Siedlungsausdehnung: In den Talgemeinden und in Doppleschwand kann in Zukunft von einer weiteren Ausdehnung der bebauten Fläche ausgegangen werden. Dies ist einerseits auf das von den Gemeinden angestrebte Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum zurückzuführen und andererseits auf den steigenden Bedarf an Wohnfläche pro Kopf. Die Landnutzung wird bei einer Überbauung grundlegend und irreversibel verändert: Nach einer Versiegelung ist aufgrund der starken Bodenverdichtung und des Verlusts des Grossteils der Bodenlebewesen keine landwirtschaftliche Nutzung mehr möglich. Die Chancen für eine Überbauung von Flächen sind in ungenutzten Bauzonen am höchsten, die induzierte Landnutzungsänderung im Vergleich zu anderen Flächen somit am stärksten und schnellsten. Es gibt Ausnahmen von dieser Annahme, wenn Landwirte Bauland horten, dies ist jedoch eher die Ausnahme und kann aus den Geodaten nicht abgeleitet werden. Für die ungenutzten Bauzonen besteht ein Layer vom Kanton Luzern, alle darin aufgeführten Flächen wurden in die höchste Kategorie eingeteilt. Bauzonen, welche in den kommenden Jahren noch ausgeschieden werden, müssen gemäss dem regionalen Richtplan (UBE 2011) innerhalb der Siedlungsbegrenzungslinien liegen. Diese liegen ebenfalls als Geodaten vor und wurden in die zweitstärkste Kategorie eingeteilt, da nicht klar ist, ob, wann und wo die Bauzonen ausgeschieden werden. Von der ausgewiesenen Fläche wurden bestehende Gebäude (Swisstopo Layer Swissbuildings) entfernt, da diese ja bereits überbaut sind.

Neben der Siedlungsausbreitung bestehen, wie oben erwähnt, zwei weitere Drücke bezüglich Landnutzungsänderungen in den Alpwirtschaftsflächen. Bei diesen läuft in den letzten Jahren eine stark dichotome Entwicklung ab: gut zugängliche und nicht allzu steile Flächen werden intensiver genutzt, schlecht zugängliche und steilere Flächen werden weniger oder gar nicht mehr genutzt. Dies führt auf beiden Seiten zu einem Verlust an Biodiversität: Bei der Intensivierung entwickelt sich die Vegetation hin zu einer nährstoffaffinen und wenig diversen Artenzusammensetzung mit mehr Generalisten, bei der Nutzungsaufgabe läuft der Prozess über eine Verbuschung hin zum Wald, der generell artenärmer ist als eine Alpweide. Weil Intensivierungen weitaus schneller ablaufen, als die Wiederbewaldung, wurde sie in dieser Analyse höher klassiert als die Extensivierung. Für die Extensivierung und die Intensivierung in Landwirtschaftsflächen liegt ein Datensatz von Rutherford et al. (2008) vor, der basierend auf einem Modell mit verschiedenen Variablen (Klima, Relief, Erschliessung, etc.) die Potentiale für die Intensivierung und Extensivierung in der Landwirtschaft für die ganze Schweiz in 100x100m Auflösung aufzeigt. Da diese Daten mit einiger Unsicherheit belegt sind, wurden nur die Daten mit einer Chance von über 50% einer Intensivierung oder Extensivierung berücksichtigt. Der Datensatz zur Intensivierung wurde zusätzlich mit den Flächen der geschützten Hoch- und Flachmoore und Trockenwiesen/-Weiden bereinigt, da in diesen Flächen keine Intensivierung zu erwarten ist. Die Datenlayer wurden hierarchisch mit dem Mosaic to new Raster Tool gemäss der untenstehenden Hierarchie überlagert. Folgende Skala resultiert für den Druck bezüglich Landnutzungsänderungen:

Überbauung in den nächsten Jahren	Überbauung ev. in den nächsten Jahrzehnten	Nutzungsintensivierung erwartet	Nutzungs-extensivierung erwartet	keine starken Veränderungen erwartet
sehr hoch	hoch	mittel	tief	sehr tief

A2.3.4 Zugänglichkeit

Bei der Zugänglichkeit wurde mit der Funktion Euclidian Distance ein Raster erstellt, in dem von jeder Rasterzelle die Distanz zur nächstliegenden Erschliessung (Weg oder Strasse) erfasst wird. Je näher die Erschliessung, desto besser die Zugänglichkeit und desto höher die potentielle Störungsmöglichkeit. Die Skala orientiert sich an der maximal möglichen Distanz und ist linear:

über 800m	700-800m	600-700m	500-600m	400-500m	300-400m	200-300m	100-200m	0-100m
-----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	--------

A2.3.5 Besucherdruck

Für den Besucherdruck wurde die Karte der touristischen Nutzungsintensität aus der Studie „Bedeutung, Charakteristiken und wirtschaftliche Auswirkungen des Sommertourismus in der UNESCO Biosphäre Entlebuch“

von Knaus (2012) verwendet. Die Daten spiegeln dementsprechend nur die Nutzung während den Frühlings- bis Herbstmonaten wider, nicht aber die Nutzung bei Schneebedeckung (Ski, Langlauf, Schneeschuhtouren). Die Skala ist linear gewählt zwischen dem kleinsten und grössten Wert, welcher aus der Berechnungsmethode der touristischen Nutzungsintensität herausgeht. Die höchste Kategorie entspricht dabei etwa 33% der gesamten Gästezahl in der Sommer- und Herbstsaison. Die geschätzte Anzahl Sommergäste beträgt 280'000 (Knaus 2012), somit beträgt die höchste Kategorie der Skala etwa 93'000 Besucher. Die Skala wurde dementsprechend linear angepasst:

über 90'000 Besucher	80- 90'000 Besucher	70- 80'000 Besucher	60- 70'000 Besucher	50- 60'000 Besucher	40- 50'000 Besucher	30- 40'000 Besucher	20- 30'000 Besucher	10- 20'000 Besucher	0- 10'000 Besucher
----------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------

A2.4 Korrelationen zwischen Karten

Um zu sehen, welche Karten bezüglich ihren Werten untereinander korrelieren und damit interessante Hinweise auf Synergien oder Antagonien geben, wurden alle finalen Resultatekarten mit dem Resampling Tool auf eine Zellgrösse von 25x25m normiert und schliesslich alle mit dem Band Collection Tool zu einer Korrelationsmatrix verrechnet. Neben den Karten der Resultate wurde zusätzlich noch eine Höhen- und eine Neigungskarte eingefügt, um zu zeigen, wie diese mit den Resultaten zusammenhängen. Aus der resultierenden Korrelationsmatrix wurden Korrelationen mit einem $r > 0.5$ ausgewählt, die Eingang in den Text gefunden haben. Auf die Resultate dieser Korrelationsanalysen wird im Text zu den einzelnen Wertekarten eingegangen. Die gesamte Korrelationsmatrix befindet sich in Anhang A1. Es gilt hier anzumerken, dass bei diese Analyse keine statistische Aussage zur Signifikanz des Zusammenhangs gemacht werden kann, da dieser mit ArcGIS nicht berechnet werden kann.

A2.5 Auswertungen bezüglich Zonierung der UBE

Als kleine Zusatzauswertung wurde bei denjenigen Resultatelayern, bei welchen es sinnvoll ist, Auswertungen bezüglich der Differenzierung der Resultate hinsichtlich der Zonierung der UBE gemacht. Für die Zonen wurden jeweils die Mittelwerte der betrachteten Werte berechnet, auch bei kategorialen Daten. Diese Resultate sind als Zusatzresultate im Anhang A1 dargestellt, werden aber im Text nicht erwähnt, da die Zonierung als solches nicht im Zentrum der Fragestellungen stand.

ETH Zürich
Ecosystem Management
Institute of Terrestrial Ecosystems
Universitätstrasse 16
CH 8092 Zürich

+41 (0)44 632 39 87
florian.knaus@env.ethz.ch
www.ecology.ethz.ch

ETH zürich

UNESCO Biosphäre Entlebuch
Biosphärenmanagement
Chlosterbüel 28
CH 6170 Schüpfheim

+41 (0)41 485 88 59
f.knaus@biosphaere.ch
www.biosphaere.ch



UNESCO BIOSPHÄRE
ENTLEBUCH
LUZERN SCHWEIZ

