

# Flora-Indikatoren für Qualität der Biodiversität in Sömmerungsgebieten



**Masterarbeit von Gisela Lüscher ETH Zürich  
Agrarforschungsanstalt ART Reckenholz-Tänikon**

**Betreuung:** Thomas Walter, ART Reckenholz  
**Referenten:** PD Dr. Andreas Lüscher, ART Reckenholz  
Prof. Dr. Matthias Baltisberger, ETH Zürich

## Zusammenfassung

Die Sömmerungsgebiete der Schweiz bilden Regionen mit einer hohen Biodiversität. Sie sind durch langjährige, traditionelle Bewirtschaftung entstanden und umfassen rund 1/8 der schweizerischen Landesfläche. Der Bund hat den Auftrag, diese wertvolle Kulturlandschaft und ihre Artenvielfalt zu erhalten und zu fördern. Im Zusammenhang mit dem Strukturwandel der Landwirtschaft, den Einflüssen des Tourismus und der Klimaveränderung, wird die extensive Nutzung dieser Flächen vielerorts in Frage gestellt. Leicht zugängliche Bereiche werden intensiviert, schwieriger erreichbare nur noch wenig oder gar nicht mehr bewirtschaftet. Damit einher geht ein Verlust von typischen Pflanzen- und Tierarten der Alpweiden. Um dieser Tendenz entgegenzuwirken sollen Kriterien zur Bewertung von Ökologie und Landschaft im Sömmerungsgebiet entwickelt werden. Die Beurteilung der Qualität der Biodiversität hilft mit, erhaltenswerte Flächen gezielt finanziell zu unterstützen und Anreize für angepasste Bewirtschaftungsweisen zu schaffen. Ein Kriterium einer solchen Qualitätsbeurteilung ist die Vegetationszusammensetzung. Bereits wird anhand einer Indikatorenliste die Floraqualität extensiver Wiesen und Weiden der landwirtschaftlichen Nutzfläche eingeschätzt. Ein ähnliches Vorgehen könnte im Sömmerungsgebiet erfolgen. Dafür ist es notwendig, geeignete Qualitätsindikatoren zu finden. 3747 Vegetationsaufnahmen wurden im Rahmen verschiedener Projekte im Sömmerungsgebiet erhoben. Sie wurden bezüglich der Qualitätskriterien Artenreichtum und Vorkommen von seltenen und förderungswerten Arten in Klassen eingeteilt. Für diese Klassen wurden Indikatoren errechnet. Taxa mit hohen Indikatorenwerten wurden zu einer Liste zusammengefasst. Um die Aussagekraft dieser Liste zu überprüfen, wurden in Vegetationsaufnahmen, die nicht in die Erstellung der Liste involviert gewesen waren, die vorkommenden Qualitätsindikatoren gezählt. Die Qualitätseinstufung anhand der Indikatorenliste wurde darauf mit den gewünschten Qualitätskriterien verglichen. Ein Teil der überprüften Vegetationsaufnahmen war im Rahmen dieser Arbeit in drei verschiedenen Sömmerungsgebieten neu erstellt worden. Für diese erfolgte eine zusätzliche Qualitätseinschätzung aufgrund der Kenntnisse und Erfahrungen von fünf Botanikexperten. Ihre Meinungen dienten als Grundlage für eine mögliche Mindestzahl erforderlicher Indikatorentaxa. Anschliessend konnten die Bewertungen der Experten in Beziehung zu den Ergebnissen aufgrund der Indikatorenliste gestellt werden. Die so erstellte Indikatorenliste kann die Grundlage zur Erarbeitung eines Qualitätsschlüssels für die Flora von Sömmerungsgebieten bilden.



*Cirsium acaule*



*Gentiana bavarica*



*Gentiana campestris*



*Euphrasia minima*



*Scabiosa lucida*

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>2</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2. Material und Methode</b>	<b>7</b>
2.1. Sömmerungsgebiet	7
2.2. Daten für die Erstellung der Indikatorenliste (Erstellungsdatensätze)	8
2.2.1. Datensatz TWW (ohne BE)	9
2.2.2. Datensatz Moore	9
2.2.3. Datensatz Projekte Wiesen und Weiden	9
2.3. Qualitätskriterien, Klassenbildung	9
2.3.1. Qualitätskriterium Artenzahl	10
2.3.2. Qualitätskriterium Rote Listen-Arten	10
2.3.3. Qualitätskriterium Ziel- und Leitarten Flora (UZL – Umweltziele Landwirtschaft)	10
2.4. Indikatorenwert-Berechnung (IndVal)	11
2.5. Indikatorenauswahl	12
2.6. Erhebung der eigenen Vegetationsaufnahmen	13
2.6.1. Untersuchungsgebiete	13
2.6.2. Methode der Vegetationserhebung	14
2.7. Weitere Daten für die Überprüfung der Indikatorenliste (Überprüfungsdatensätze)	15
2.7.1. Datensatz TWW BE	15
2.7.2. Datensatz BDM	15
2.8. Auswertung	16
2.8.1. Überprüfung der Indikatorenliste	16
2.8.2. Vergleich mit Expertenmeinung	16
2.8.3. Experten-Indikatorenliste	16
2.8.4. Flächenanteile mit Qualität der Biodiversität in den Untersuchungsgebieten	16
<b>3. Resultate</b>	<b>17</b>
3.1. Datenbeschreibung	17
3.1.1. Erstellungsdatensätze	17
3.1.2. Überprüfungsdatensätze	18
3.2. Signifikanz der IndVal-Berechnungen	20
3.3. Indikatorenlisten	21
3.3.1. Korrelationen mit Anzahl Arten, Anzahl UZL-1- und UZL-2-Arten	21
3.3.2. Korrelationen mit Feuchte-, Reaktions- und Nährstoffzahl	22
3.4. Flora-Indikatoren für Qualität im Sömmerungsgebiet: Sömmerungsgebiet- Indikatorenliste (SG-I)	23
3.5. Expertenbeurteilung für den Datensatz Ju / SB / Lu	27
3.5.1. Expertenbeurteilung ja-/ nein-Entscheide	27
3.5.2. Expertenbeurteilung Auswertung nach Punkten	27
3.5.3. Experten-Indikatorenliste für Qualität der Biodiversität in den Untersuchungsgebieten	27
3.6. Vergleich Expertenbeurteilung mit Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (SG-I), Anzahl Vegetationsaufnahmen	28
3.7. Flächenanteile mit unterschiedlicher Vegetationsqualität in den Untersuchungsgebieten	28
3.8. Vergleich Expertenbeurteilung mit Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (SG-I), Flächenanteile	31
3.9. Beurteilung der Überprüfungsdatensätze mit der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (mindestens 12 Indikatoren)	33

<b>4. Diskussion</b>	<b>34</b>
4.1. Datensätze	34
4.2. Erstellung der Indikatorenlisten	35
4.2.1. Qualitätskriterium Artenzahl	35
4.2.2. Qualitätskriterium Rote Liste-Arten	35
4.2.3. Qualitätskriterium Ziel- und Leitarten Flora (UZL)	35
4.2.4. Auswahl	36
4.3. Indikatoren für Qualität	37
4.4. Beurteilung der Biodiversitätsqualität des Datensatzes Ju / SB / Lu durch Experten	39
4.4.1. Vergleich der Qualitätsbeurteilung durch die Experten mit der Einschätzung gemäss der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (SG-I)	40
4.5. Flächenanteile mit Qualität der Biodiversität	40
4.6. Methodenkritik	41
4.7. Schlussfolgerungen und Ausblick	41
<b>5. Dank</b>	<b>43</b>
<b>6. Literaturverzeichnis</b>	<b>44</b>

## 1. Einleitung

Die Alpen sind Lebensraum für eine Vielfalt von Pflanzen und Tieren, die speziell an die besonderen Standortbedingungen (z.B. Temperaturschwankungen, Schneebedeckung, Hangneigung u.a.) angepasst sind. Ein grosser Teil dieser reichen Biodiversität konnte sich dank der traditionellen, extensiven Bewirtschaftung der Alpweiden etablieren. Diese Sömmerungsgebiete, die Weiden, die nicht ganzjährig bestossen werden, bilden rund 1/8 der schweizerischen Landesfläche (AGFF 2004; BLW 2008). Sie prägen grosse Teile der Alpen, der Voralpen und des Juras. Der Bund hat laut dem schweizerischen Landwirtschaftsgesetz den Auftrag auch diese Kulturlandschaft und Biodiversität zu erhalten und zu fördern (Bundesversammlung 1998 (Stand 2008)). Neben der Bedeutung für die Landwirtschaft und eine grosse Artenvielfalt haben Sömmerungsgebiete auch bezüglich Erholung und Tourismus einen hohen Stellenwert. Einerseits wandeln sich nun aber gesellschaftliche Ansprüche und die Klimaveränderung nimmt Einfluss auf den Lebensraum Alpen. Andererseits erfahren die Sömmerungsgebiete vor allem aufgrund von Umwälzungen in den Agrarstrukturen einschneidende Veränderungen. Das wirtschaftliche Interesse an einer Alpung der Tiere nimmt von landwirtschaftlicher Seite her stark ab. Gründe dafür sind u.a. die Zunahme des mittleren Tiergewichts, höhere Milchleistung und eine Verschiebung zwischen den gehaltenen Tierkategorien. Wird die Viehsömmerung reduziert, hat das zur Folge, dass einerseits Betriebe aufgegeben werden und andererseits die Weidenutzung in günstig gelegenen Bereichen intensiviert wird. Diese Polarisierung zwischen stark genutzten, artenarmen, überdüngten Flächen, die gut erreichbar sind und der Verbrachung, Verbuschung von Aussenweiden führt zu einem Verlust an Biodiversität (Klaus et al. 2001; Müller 2002; ART & WSL 2008; Mack et al. 2008). Um eine solche Entwicklung abzubremsen und zu verhindern, müssen die positiven Leistungen der Sömmerungsgebiete finanziell abgegolten werden. Dafür gibt es bis anhin kein politisches Instrument (ART & WSL 2008). Zwar werden Bewirtschafter in der Form von Direktzahlungen aufgrund der SöBV (Sömmerungsbeitragsverordnung) unterstützt und die Pflege von inventarisierten Naturschutzgebieten wird entschädigt. Sömmerungsbeiträge sind aber zu unspezifisch und die Fokussierung auf Naturschutzgebiete zu punktuell, um einen ausreichenden Anreiz für eine grossflächige extensive Bewirtschaftung zu bieten (Agridea 2008). Anders ist die Regelung bei den Beiträgen für die landwirtschaftliche Nutzfläche, wo zum Teil eine explizite Förderung ökologischer Leistungen erfolgt (BLW 2007). Für die Wiesen und Weiden der landwirtschaftlichen Nutzfläche (extensive Wiesen, wenig intensive Wiesen und Streueflächen sowie extensive Weiden) wird seit 2001 eine Öko-Qualitätsverordnung angewendet. Damit wird die Öko-Qualität einer entsprechenden Fläche in Bezug auf floristische Qualität, und in Weiden zusätzlich aufgrund von vorhandenen Strukturen, bestimmt. Der Qualitätsschlüssel für die Vegetation umfasst jeweils eine Liste von Arten und Artgruppen, die als Repräsentanten für die Qualität der Biodiversität stehen. Je nach Region wird die Liste leicht angepasst. Kann eine bestimmte Anzahl Arten bzw. Artgruppen der Liste auf der untersuchten Wiese oder Weide nachgewiesen werden, erhält diese die Auszeichnung: Fläche mit Öko-Qualität (BLW 2001; BLW 2008). Der Bewirtschafter einer solchen Fläche wird vom Bund zusätzlich finanziell unterstützt. Ein Instrument, das angewendet werden kann um die Qualität der Biodiversität zu beurteilen, muss eine Reihe von Anforderungen erfüllen. In erster Linie muss berücksichtigt werden, dass Biodiversität verschiedene Organisationsstufen umfasst. Dazu gehören Regionen/Landschaften, Ökosysteme, Populationen/Arten und die Genetik. Jede dieser Organisationsstufen kann unter den Aspekten Zusammensetzung, Struktur und Funktion betrachtet

werden. Für eine Gesamtbeurteilung der Biodiversität (z. B. der Öko-Qualität eines Alpbetriebs) kann nicht nur eine einzelne Organisationsstufe isoliert untersucht werden (Noss 1990). Die Erarbeitung einer floristischen Indikatorenliste für die Qualität der Biodiversität auf Sömmerungsweiden ist ein Teil einer solchen Gesamtbeurteilung. Biodiversitätsindikatoren können definiert werden als Gruppe von Taxa, deren Vielfältigkeit die anderen Taxa im selben Habitat, einer Habitatgruppe oder einer geographischen Region repräsentiert. Die Verwendung von Indikatoren für die Beurteilung von Ökosystemen vereinfacht die Arbeit, wenn es darum geht Massnahmen für den Erhalt der Biodiversität zu treffen (Lawton & Gaston 2001). In Sömmerungsgebieten bilden Gefässpflanzen eine geeignete Organismengruppe, um als Indikatoren zu dienen. Das Auffinden, Untersuchen und Bestimmen ist im Vergleich zu anderen Gruppen ohne grossen Aufwand zu bewerkstelligen. Es muss berücksichtigt werden, dass eine Gefässpflanzenindikatorenliste Hinweise auf die Biodiversität dieser Organismengruppe geben kann, eine Übertragung auf andere Taxa (z. B. Tagfalter) aber nicht vorbehaltlos erfolgen darf. Inwiefern einzelne oder Kombinationen von Organismengruppen auch als Indikatoren für andere Gruppen und die Gesamtbiodiversität dienen können, ist Gegenstand weiterer Untersuchungen (Fleishman et al. 2000; Fleishman et al. 2005). Sollen Indikatoren für die Qualität der Biodiversität ermittelt werden, muss zuerst festgelegt werden, was als Qualität bezeichnet wird. Ein grundlegender Bestandteil von Biodiversität bildet Artenreichtum (Mac Nally & Fleishman 2002). Ein anderes Kriterium ist das Vorkommen von seltenen Arten (Rote Liste-Arten) und von Ziel- und Leitarten. Indikatoren können sowohl für Artenreichtum als auch für Rote Liste-Arten und Ziel- und Leitarten gesucht werden. Taxa, die für beide Kriterien gute Zeiger sind, eignen sich als Qualitätsindikatoren. Die breite Heterogenität der Standortbedingungen und vorkommenden Arten im Sömmerungsgebiet erfordert jedoch Indikatoren für die verschiedensten Lebensraumtypen. Gewisse Standorte können aus naturschutzfachlicher Sicht wertvoll sein, beherbergen aber nur wenige Arten (z. B. feuchte oder saure Flächen). Aus diesem Grund müssen auch Qualitätsindikatoren mit solch spezifischen Ansprüchen ermittelt werden. Die Zusammenstellung einer Liste als Qualitätsschlüssel erfordert eine ausgewogene Berücksichtigung der Indikatoren für die verschiedenen Kriterien. Anschliessend stellt sich die Frage, wie eine solche Liste angewendet werden soll, und wie viele Qualitätsindikatoren vorhanden sein müssen, um eine Fläche als Fläche mit Öko-Qualität zu bezeichnen. In diesem Zusammenhang spielen die Erfahrungen und Beobachtungen von Botanikexperten eine wichtige Rolle. Sie stellen die Flora-Qualität in den grösseren Zusammenhang der vorhergehenden und folgenden Entwicklung. Durch ihre Einschätzung kann eine Mindestanforderung festgelegt werden, um Qualitätsflächen in ausreichendem Mass zu erhalten und fördern. Vor diesem Hintergrund stellten sich für die vorliegende Masterarbeit die Fragen:

- Welche Pflanzenarten in Sömmerungsgebieten sind Indikatoren für die Qualität der Biodiversität?
- Kann eine Liste von Pflanzenarten erstellt werden, die als Massstab zur Beurteilung der Qualität bezüglich Biodiversität von Sömmerungsweiden Verwendung findet?
- Wie kann eine solche Liste ausgewogen für die unterschiedlichen Standortbedingungen zusammengestellt werden?
- Wo soll die Grenze zwischen Flächen mit und Flächen ohne Qualität gezogen werden?
- Welcher Flächenanteil des Sömmerungsgebiets kann anhand dieser Arbeit als Bereich mit Qualität der Biodiversität bewertet werden?

## 2. Material und Methode

### 2.1. Sömmerungsgebiet

Das Sömmerungsgebiet der Schweiz ist eine politisch definierte Region, die die traditionellen, nicht ganzjährig bewirtschafteten Weidegebiete umfasst. Sie wurde 1999 als weitere Zone des landwirtschaftlichen Produktionskatasters ausgeschieden. Die Grundlage dafür boten der Alpkataster und die in den Kantonen bestehende Abgrenzung zwischen landwirtschaftlicher Nutzfläche und Sömmerungsfläche. Dabei wurden jene Flächen zum Sömmerungsgebiet gezählt, für die bis in das Jahr 1998 Sömmerungsbeiträge ausgerichtet wurden (BLW 2008). Als Sömmerungsflächen gelten die Gemeinschaftsweiden, die Sömmerungsweiden und die Heuwiesen, deren Ertrag für die Zufütterung während der Sömmerung verwendet wird (BLW 2007). Das Sömmerungsgebiet der Schweiz erstreckt sich über eine Fläche von 540 000 ha (AGFF 2004). Ungefähr 95% davon liegen in den Alpen, 5% befinden sich im Jura und den Randregionen des Mittellandes. Die tiefstgelegenen Flächen, die zum Sömmerungsgebiet gerechnet werden, befinden sich an der Alpensüdflanke, auf 259 m ü. M., die höchsten Flächen gehören zu den Westlichen Zentralalpen und liegen auf 3749 m ü. M. (Berechnungen anhand der Landwirtschaftlichen Zonengrenzen, Vector200 und DHM25). Um die Bewirtschaftung und Pflege des Sömmerungsgebietes zu gewährleisten, richtet der Bund Sömmerungsbeiträge aus. Diese betragen im Jahr 2006 91,7 Mio. CHF, was 3.7% aller Direktzahlungen betrifft. Knapp 27% des Tierbestands der Schweiz (in GVE) wird gesömmert (GVE = Grossvieheinheit). Die Anzahl gesömmelter Normalstösse (ein Normalstoss entspricht der Sömmerung einer Raufutter verzehrenden Grossvieheinheit während 100 Tagen) hat in den letzten Jahren stark abgenommen. Es wird damit gerechnet, dass dieser Trend weitergehen wird. Zwar finden gewisse Verlagerungen zwischen den Tierkategorien statt, doch der überdurchschnittlich hohe Rückgang beim Jungvieh, bei Schafen und Milchkühen kann nicht durch die starke Zunahme bei den Mutterkühen und den Ziegen ausgeglichen werden (Abb. 1; (Mack & Flury 2008; Mack et al. 2008)).

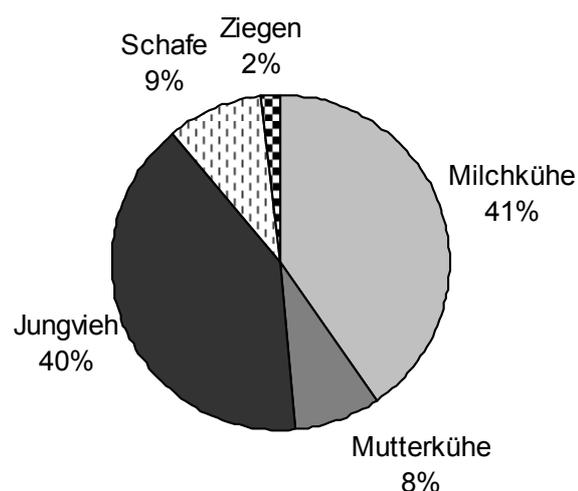


Abb. 1: Anteile der Haupttierkategorien am gesömmerten Tierbestand, berechnet anhand der Anzahl Normalstösse für das Jahr 2006.

## 2.2. Daten für die Erstellung der Indikatorenliste (Erstellungsdatensätze)

Um eine Liste von Indikatorenpflanzen für Öko-Qualität in Sömmerungsgebieten zu erstellen, wurden Daten aus 3747 Vegetationsaufnahmen verwendet. Sie stammen aus den Erhebungen des Trockenwiesen und –weiden-Inventars (TWW 2007), aus der Erfolgskontrolle Moorschutz (Moore) und verschiedenen Projekten zu Wiesen und Weiden im Berggebiet (Projekte Wiesen und Weiden). Alle diese Daten wurden zwischen 1995 und 2006 gesammelt. Aufgrund des unterschiedlichen Umfangs an Vegetationsaufnahmen, wurden für alle drei Datensätze einzeln Indikatoren berechnet und anschliessend zusammengefasst. Alle Daten standen als Tabellen im Programm Vegedaz zur Verfügung. Die Nomenklatur Vegedaz WSL wurde verwendet. In einem ersten Schritt wurde anhand der Aufnahmekoordinaten eine räumliche Abfrage durchgeführt (ESRI, ArcGIS), um zu erkennen welche Vegetationsaufnahmen aus dem Sömmerungsgebiet stammen. Um im Speziellen Indikatoren in höher gelegenen und feuchteren Stellen zu suchen, wurden anschliessend aus den Datensätzen Gruppen von Aufnahmen gezogen, die einerseits auf über 1500 m ü. M. erhoben worden waren oder andererseits eine durchschnittliche Feuchtezahl von mehr als 3.25 (Zeigerwerte nach WSL, aufgrund von Präsenz / Absenz) aufwiesen.

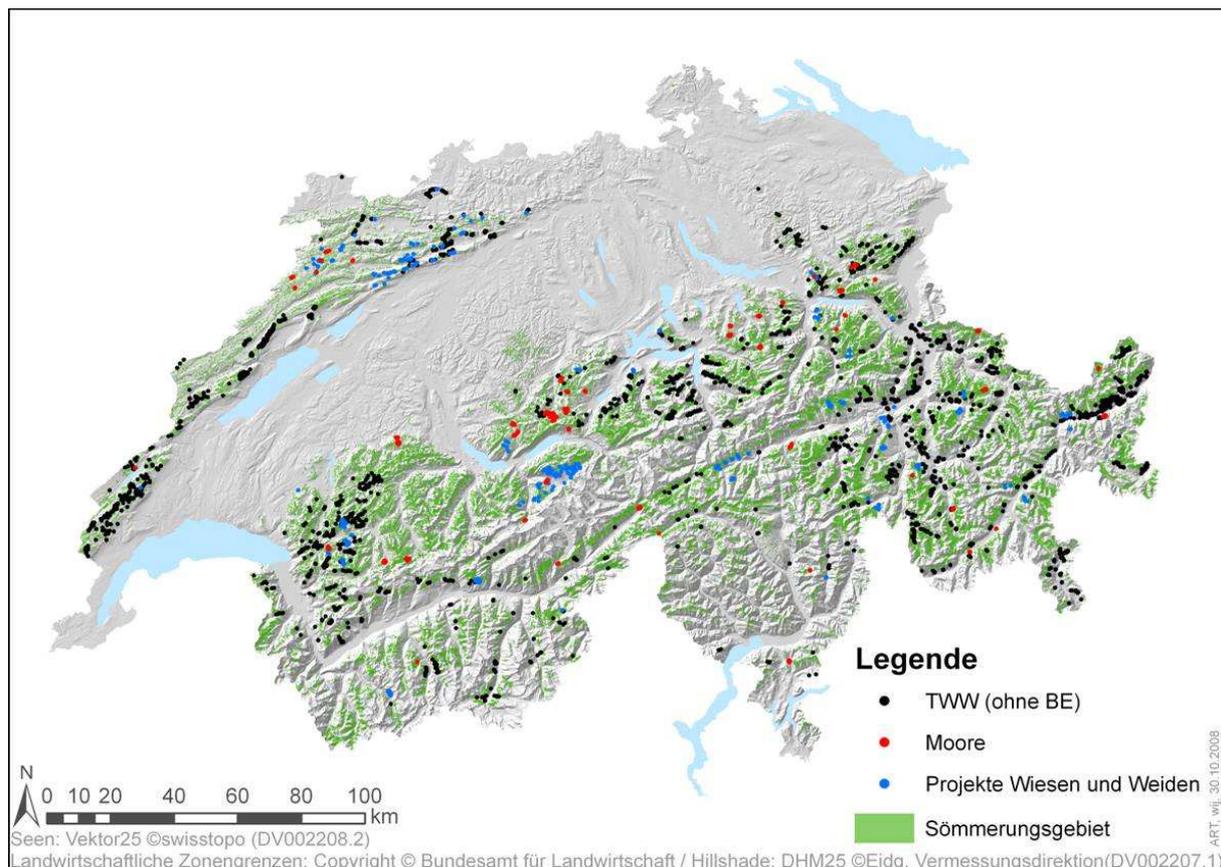


Abb. 2: Lage der Aufnahmeflächen der Vegetationsaufnahmen aus den drei Hauptdatensätzen TWW (ohne BE), Moore und Projekte Wiesen und Weiden, die für die Erstellung der Indikatorenliste verwendet wurden.

### 2.2.1. Datensatz TWW (ohne BE)

Aus dem gesamten TWW-Datensatz wurden nur in-Aufnahmen, d.h. Vegetationsaufnahmen von kreisförmigen Flächen mit dem Radius 3 m verwendet. Aufnahmen, die in der Kategorie Nutzung weder als Dauerweide noch als Mähwiese oder –weide bezeichnet worden waren, wurden ausgeschieden (Eggenberg et al. 2001). Ebenso wurden die Daten aus dem Kanton Bern nicht in die Listenerstellung miteinbezogen. Sie wurden später für die Überprüfung der erhaltenen Indikatoren verwendet. Somit verblieben 2349 Vegetationsaufnahmen, die in die Indikatorenauswahl einfließen. Sie sind über den gesamten Alpenraum, die Voralpen und den Jura verteilt, wobei der Anteil von Aufnahmen aus den Südalpen relativ klein ist (Abb. 2). Zur Gruppe der Aufnahmen, die über 1500 m ü. M. erstellt worden waren, gehören 1151 Vegetationsaufnahmen. Vegetationsaufnahmen mit einer durchschnittlichen Feuchtezahl von mehr als 3.25 waren im TWW-Datensatz keine zu finden.

### 2.2.2. Datensatz Moore

Aus dem Datensatz Moore wurden jene 894 Aufnahmen ausgewählt, die in der Kategorie Abteilung zu Wiesen und Weiden gezählt worden waren. Sie waren den Einheiten Borstgrasrasen, Dotterblumen und Pfeifengras, Feuchtwiesen, Trockenrasen und vernässte Wiesen zugeordnet worden. Der grösste Teil der Vegetationsaufnahmen aus dem Datensatz Moore liegt an der Alpennordflanke. Ihre Verteilung ist geklumpt. Diese Daten wurden nicht auf einer einheitlichen Flächengrösse erhoben. Die Flächenausdehnung der einzelnen Aufnahmen betrug zwischen 19 und 10 654 m<sup>2</sup> (Durchschnitt 399 m<sup>2</sup>, Median 223 m<sup>2</sup>). Dadurch ist es nicht möglich, die Artenzahlen der einzelnen Aufnahmen direkt miteinander zu vergleichen. Um die Aufnahmen trotzdem in verschiedene Klassen bezüglich Artenreichtums einteilen zu können, wurde im Programm Statistica eine Art-Areal-Kurven erstellt. 396 Vegetationsaufnahmen stammen von Flächen, die höher als 1500 m ü. M. liegen, 790 Vegetationsaufnahmen haben eine durchschnittliche Feuchtezahl von mehr als 3.25.

### 2.2.3. Datensatz Projekte Wiesen und Weiden

In diesem Datensatz wurden 504 Vegetationsaufnahmen (VA) aus verschiedenen vorangegangenen Arbeiten zusammengefasst. Sie stammen aus Erhebungen von Irene Weyermann (17 VA), Dorothea Kampmann (156 VA), Daniel Nyfeler (62 VA), Markus Peter (78 VA), RAC\_Nyon (68 VA), Peter Thomet (75 VA) und dem Weideprojekt BLW (48 VA). Aufnahmen, bei denen die Koordinatenangaben zur Verfügung standen und die auf einer Fläche von 25 m<sup>2</sup> erstellt worden waren, wurden in den Datensatz miteinbezogen. Die Aufnahmepunkte sind über das gesamte Sömmerungsgebiet verteilt, betreffen aber jeweils einzelne kleinere Gegenden, die Gegenstand der jeweiligen Untersuchung waren (Abb. 2). Über 1500 m ü. M. liegen 309 Aufnahmeflächen, eine durchschnittliche Feuchtezahl von mehr als 3.25 haben 30 Vegetationsaufnahmen aus dem Datensatz Projekte Wiesen und Weiden.

## 2.3 Qualitätskriterien, Klassenbildung

Alle Vegetationsaufnahmen der 8 Erstellungsdatensätze wurden gemäss der drei Qualitätskriterien Artenreichtum, Vorkommen von Rote Liste-Arten und Vorkommen von Ziel- und Leitarten in Klassen aufgeteilt (Tab. 2).

### 2.3.1. Qualitätskriterium Artenzahl

Die verwendeten Datensätze für die Erstellung der Indikatorenliste (TWW (ohne BE), Moore und Projekte Wiesen und Weiden) konnten bezüglich Artenzahl nicht direkt verglichen werden, da die Vegetationsaufnahmen auf unterschiedlich grossen Flächen erhoben wurden. Deshalb wurde für jeden Datensatz die erwartete Anzahl Arten berechnet. Dies war für die TWW-Datensätze und die Datensätze Projekte Wiesen und Weiden das arithmetische Mittel aller Vegetationsaufnahmen. Für die Datensätze Moore wurde der jeweilige Erwartungswert der Aufnahmefläche anhand der Art-Areal-Kurve bestimmt. Die Abweichung der tatsächlichen Artenzahl vom erwarteten Wert (bzw. für die Datensätze Moore die Residuen) wurde in Prozent umgerechnet. Damit wurden je drei Klassen für Artenreichtum gebildet (Tab. 1).

### 2.3.2. Qualitätskriterium Rote Liste-Arten

Die Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz kann im Programm Vegedaz direkt als Hilfsmittel angewählt werden (RoteListe2004.txt). Grundlage dafür bildet die Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz der BUWAL-Reihe „Vollzug Umwelt“ (Moser et al. 2002). Damit wurde die Anzahl Arten pro Vegetationsaufnahme ermittelt, die als verletzlich, stark gefährdet oder vom Aussterben bedroht eingestuft worden waren. Aufnahmen, die eine oder mehrere Rote Liste-Arten aufweisen, wurden der Klasse Rote Liste zugeteilt (Tab. 1).

### 2.3.3. Qualitätskriterium Ziel- und Leitarten Flora (UZL – Umweltziele Landwirtschaft)

Als Hilfsmittel für die Erhaltung und Förderung der Biodiversität in der Schweiz wurden von Experten Ziel- und Leitarten für die landwirtschaftliche Nutzzone bestimmt. Der floristische Teil dieser Zusammenstellung enthält eine Liste von 730 Gefässpflanzen. 529 Arten davon sind auf Grasland anzutreffen und wurden für das Erstellen der Indikatorenlisten verwendet. Die aufgeführten Ziel- und Leitarten wurden von den Experten in drei Qualitätsstufen eingeteilt, entsprechend des Aufwandes, der für Ihre Förderung notwendig ist.

1: tiefe Qualität, sollte auch bei verarmten Varianten mit wenig Aufwand erreichbar sein

2: mittlere Qualität

3: hohe Qualität, ist nur unter günstigen Rahmenbedingungen zur Erreichung (BAFU & BLW 2008)

Die Anzahl Arten der einzelnen Qualitätsstufen wurden in jeder Vegetationsaufnahme gezählt.

Anschliessend wurden folgende Klassen gebildet (Tab. 1).

Tab. 1: Zusammenstellung der 9 gebildeten Klassen, Klassenbezeichnung und entsprechende Bedeutung. VA = Vegetationsaufnahme.

Klassenbezeichnung	Bedeutung
Klasse 150%	VA enthält mehr als 150% der erwarteten Artenzahl
Klasse 125%	VA enthält mehr als 125% der erwarteten Artenzahl
Klasse 100%	VA enthält mehr als 100% der erwarteten Artenzahl
Klasse Rote Liste	VA enthält mindestens eine Rote Liste-Art
Klasse UZL-1 / 10	VA enthält mindestens 10 Arten der Qualitätsstufe 1, 1-2 oder 1-3
Klasse UZL-1 / 5	VA enthält mindestens 5 Arten der Qualitätsstufe 1, 1-2 oder 1-3
Klasse UZL-2 / 5	VA enthält mindestens 5 Arten der Qualitätsstufe 2 od. 2-3
Klasse UZL-2 / 1	VA enthält mindestens 1 Art der Qualitätsstufe 2 oder 2-3
Klasse UZL-3 / 1	VA enthält mindestens 1 Art der Qualitätsstufe 3

Tab. 2: Übersicht der Erstellungsdatensätze (TWW (ohne BE), Moore und Projekte Wiesen und Weiden (PrWuW)) und der gebildeten Klassen, Anzahl der Aufnahmen in den entsprechenden Klassen.

	Datensatz	TWW (ohne BE) gesamt		TWW (ohne BE) >1500		Moore gesamt		Moore >1500		Moore feucht		PrWuW gesamt		PrWuW >1500		PrWuW feucht	
		VA	%	VA	%	VA	%	VA	%	VA	%	VA	%	VA	%	VA	%
	Anzahl verwendeter Vegetationsaufnahmen	2349		1151		894		396		790		504		309		30	
Klasse	Klasse 150%	65	2.8	32	2.8	66	6.7	39	9.8	50	6.3	48	9.5	25	8.1	2	6.7
	Klasse 125%	359	15.3	190	16.5	213	21.6	93	23.5	187	23.7	107	21.2	71	23.0	6	20.0
	Klasse 100%	1144	48.7	541	47.0	439	44.6	187	47.2	393	49.7	229	45.4	137	44.3	15	50.0
	Klasse Rote Liste	140	6.0	43	3.7	45	4.6	15	3.8	42	5.3	20	4.0	12	3.9	2	6.7
	Klasse UZL-1 / 10	1717	73.1	761	66.1	533	54.2	225	56.8	487	61.6	164	32.5	106	34.3	9	30.0
	Klasse UZL-1 / 5	2286	97.3	1108	96.3	772	78.5	339	85.6	685	86.7	370	73.4	236	76.4	23	76.7
	Klasse UZL-2 / 5	553	23.5	417	36.2	408	41.5	176	44.4	382	48.4	57	11.3	50	16.2	3	10.0
	Klasse UZL-2 / 1	2237	95.2	1135	98.6	844	85.8	378	95.5	752	95.2	391	77.6	268	86.7	24	80.0
	Klasse UZL-3 / 1	203	8.6	73	6.3	410	41.7	171	43.2	391	49.5	25	5.0	15	4.9	1	3.3

#### 2.4. Indikatorenwert-Berechnung (IndVal)

Der Indikatorenwert eines Taxons für eine bestimmte Klasse wurde nach Dufrêne und Legendre (1997) ermittelt. Die Methode bezieht mit ein, wie spezifisch ein Taxon für die entsprechende Klasse ist und wie häufig es im Datensatz auftritt. Alle Berechnungen wurden mit der Information Präsenz / Absenz durchgeführt.

$$\text{Indikatorenwert IndVal} = A_{ij} \times B_{ij}$$

$A_{ij}$  = durchschnittliche Frequenz des Taxons in dieser Klasse / Summe der durchschnittlichen Frequenzen des Taxons in allen Klassen

$B_{ij}$  = Anzahl Aufnahmen in dieser Klasse, in denen das Taxon vorkommt / Anzahl Aufnahmen, die zu dieser Klasse gehören (= durchschnittliche Frequenz in der Klasse)

Der IndVal für ein Taxon kann maximal 1 sein. Das bedeutet, dass das Taxon ausschliesslich und in jeder Aufnahme der entsprechenden Klasse vorkommt. Ob der IndVal statistisch signifikant ist, wurde mit einem Permutationstest ermittelt. Dabei wurde die Klassenzugehörigkeit der einzelnen Aufnahmen zufällig neu bestimmt und wiederum für jedes Taxon ein IndVal berechnet. Dies geschah in 499 Wiederholungen. Die statistische Signifikanz des Indikatorwertes IndVal aus der Erstberechnung wurde dann anhand seiner Lage bezüglich der zufällig ermittelten Werte bestimmt (Dufrêne & Legendre 1997; Bergamini 2006). Für solche Mehrfach-Tests wird empfohlen, das Signifikanzniveau zu korrigieren, was berücksichtigt wurde (Legendre & Legendre 1998; Legendre 2007). Die Berechnungen wurden im Statistikprogramm R mit der Funktion duleg aus dem Paket labsdv durchgeführt und zwar für alle Datensätze in den drei Klassen 125%, Rote Liste und UZL-2 / 5 ausser für den Datensatz TWW (ohne BE) gesamt (nur 99 Wiederholungen des Permutationstests und nur in der Klasse 125% aufgrund des grossen Umfangs des Datensatzes). IndVal-Berechnungen können auch direkt im Programm Vegedaz ausgeführt werden. Dies erfolgte durch das Erstellen von hierarchischen Kennartentabellen für alle Datensätzen in allen Klassen. Dabei wird der IndVal für ein Taxon innerhalb der entsprechenden Klasse, ausserhalb der entsprechenden Klasse und als Ubiquist berechnet. Der

höchste der drei Werte wird berücksichtigt und eine Rangordnung der Taxa innerhalb, ausserhalb und ubiquitär erstellt. Für die Berechnungen mit dem Programm VegeDaz wurden keine Signifikanztests durchgeführt. Die IndVal-Werte aus dem Programm VegeDaz wurden mit jenen aus dem Statistikprogramm R und der dort berechneten Signifikanz verglichen. Weil Taxa, die für die berechnete Klasse im VegeDaz einen IndVal von mindestens 0.25 erreichten, mit sehr wenigen Ausnahmen signifikant für die entsprechende Klasse waren, wurde im Folgenden nur noch mit der Methode aus dem VegeDaz zur Erstellung hierarchischer Kennartenlisten gearbeitet. Währenddem die Klassenbildung bei allen Datensätzen aufgrund der ursprünglichen Artenliste erfolgte, wurden die Listen für die IndVal-Berechnungen teilweise verändert. Im Datensatz Moore flossen die Moose nicht in die Berechnung mit ein und nach ersten Berechnungen und deren Beurteilung wurden in allen Datensätzen einzelne Arten zu Artgruppen zusammengefasst. Dies betraf Arten, die relativ selten in den Datensätzen vertreten waren, jedoch Hinweise zeigten, gute Indikatoren für gewisse Klassen zu sein. Solche Arten, z.B. aus derselben Gattung, erreichten zu einer Artgruppe zusammengefasst höhere Indikatorenwerte, was mit erneuten Berechnungen geprüft wurde. So entstand für jede der 9 Klassen und jeden der 8 Erstellungsdatensätze eine Indikatorenliste.

## 2.5. Indikatorenauswahl

Aus den 72 Listen wurden Indikatoren ausgewählt, die einen IndVal von mindestens 0.25 für die erwünschte Klasse erreichten (Abb. 3, **3**). Für jede Klasse wurden als erstes die Listen aller 8 Erstellungsdatensätze zusammengezogen (Abb. 3, **4**). Taxa, die in mindestens zwei Datensätzen für diese Klasse einen IndVal von mindestens 0.25 erhalten hatten, wurden weiter berücksichtigt (in Abb. 3 symbolisch schwarz ausgefüllt). Anschliessend wurden diese neuen, gekürzten Listen einander gegenübergestellt. Jedes Taxon wurde beurteilt aufgrund der Häufigkeit seines Auftretens in den 9 Klassen. Aus Taxa, die für mindestens 3 Klassen in zwei oder mehr Datensätzen einen IndVal von mindestens 0.25 erreichten, wurde die Indikatorenliste 1 gebildet (Abb. 3, **5**). Taxa, die nur für eine oder zwei Klassen in zwei oder mehr Datensätzen eine IndVal von mindestens 0.25 erreichten, wurden in die Indikatorenliste 2 aufgenommen. Mehrere Indikatorenlisten mit einer unterschiedlichen Zusammensetzung der Taxa aus den Indikatorenlisten 1 und 2 wurden erstellt. Ihre Aussagekraft wurde anhand der drei Überprüfungsdatensätze TWW BE, BDM und Ju / SB / Lu beurteilt. Die überzeugendste Liste wurde als Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste benannt (abgekürzt SG-I) und für weitere Auswertungen verwendet.

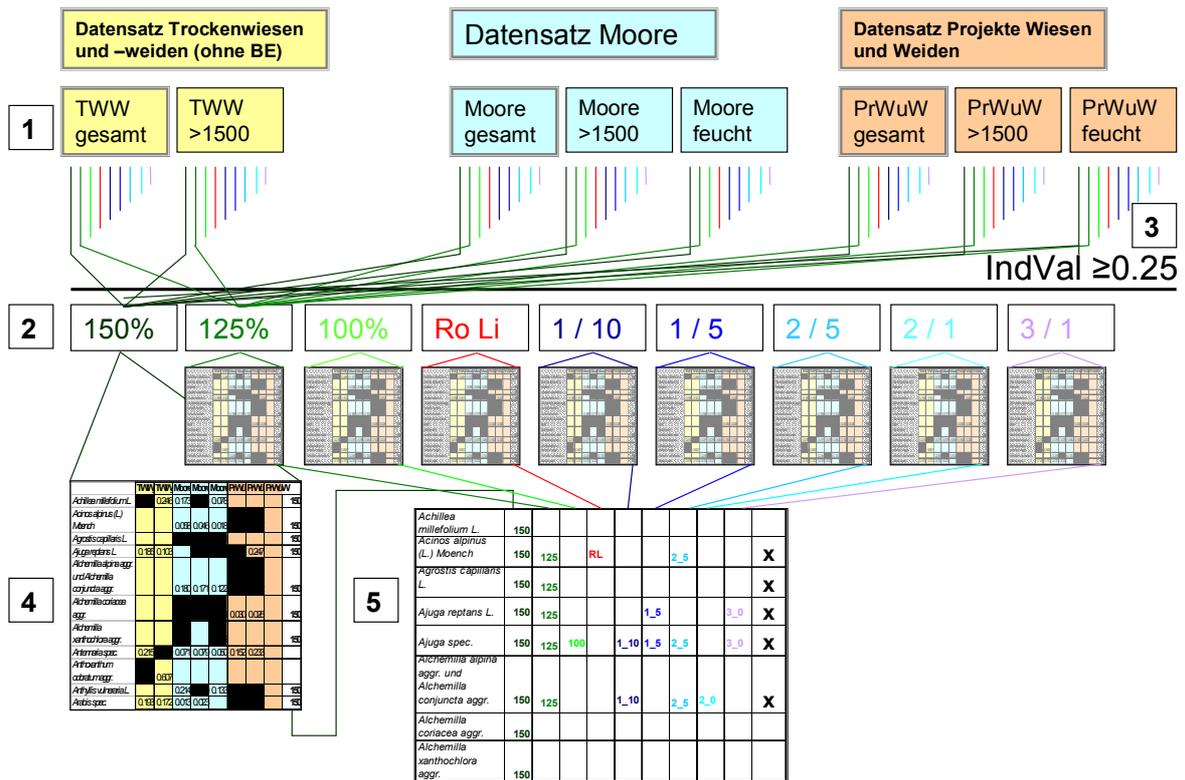


Abb. 3: Veranschaulichung des Vorgehens zum Erstellen von Indikatorenlisten:

**1** Bildung der 8 Erstellungsdatensätze, **2** Berechnung der IndVals für je 9 Klassen, **3** Berücksichtigung der Taxa mit einem IndVal > 0.25, **4** Zusammenzug der Indikatorenlisten klassenweise, **5** Übersichtsliste aller Klassen, Aufnahme in Indikatorenliste 1 (mit Kreuz markiert), wenn in mindestens 3 Klassen als Indikator vermerkt.

## 2.6. Erhebung der eigenen Vegetationsaufnahmen

### 2.6.1. Untersuchungsgebiete

Für das Projekt AlpFUTUR wurden 6 Fallstudiengebiete ausgewählt, welche die naturräumliche Vielfalt des Sömmerungsgebiets repräsentieren. Im Jura handelt es sich um die Gegend des Parc jurassien vaudois (VD), in den Nordalpen um die Gemeinde Lungern (OW) und den Bezirk Obersimmental (BE), und in den Zentral- und Südalpen um das Baltschiederatal / Saasertal (VS), den Bezirk Moesa (GR) und das Unterengadin (GR) (ART & WSL 2008). In 3 dieser Fallstudiengebiete wurden für die vorliegende Arbeit Vegetationsaufnahmen erstellt: im Jura, in San Bernardino (Bezirk Moesa) und in Lungern (Datensatz Ju / SB / Lu). Die Aufnahmen erfolgten zwischen dem 26. Juni und dem 19. August 2008. Die Kriterien für die Auswahl der 3 Untersuchungsgebiete waren heterogene Bedingungen in Bezug auf Geologie, Nährstoffgehalt des Bodens, Feuchtigkeit, Neigung und Exposition abzubilden und Orte aufzunehmen, die im vorhandenen Datensatz nicht vertreten waren.

## 2.6.2. Methode der Vegetationserhebung

Anhand von Luftbildern (Qualität 50 cm/Pixel, SWISSIMAGE) wurden die verschiedenen Vegetationsstandorte in den 3 Untersuchungsgebieten zuerst grob eingeschätzt. Vor Ort erfolgte darauf die Überprüfung, ob heterogene Bedingungen anzutreffen sind und diese in ihrem Ausmass auch eine ausreichende Anzahl Wiederholungen zulassen. In jedem der 3 Gebiete wurden Untersuchungsflächen aufgrund der Hangneigung, der Bodenfeuchtigkeit und –gründigkeit in 7 bis 8 Standortbedingungen eingeteilt. Für jede Standortbedingung wurden mindestens 5 Wiederholungen aufgenommen (Tab. 3).

Tab. 3: Standortbedingungen der Vegetationsaufnahmen (VA)

**Neigung:** geneigt = > 20%, flach = < 20% (ungefähr)

**Bodenfeuchtigkeit:** Feuchtigkeitszahl nach WSL der Aufnahmen, nachträglich bestimmt; trocken = < ca. 3, mittel = ca. 2.6 – 3.2, feucht = > ca. 3.4

**Bodengründigkeit:** flachgründig = Steine an der Oberfläche oder knapp darunter erkennbar, tiefgründig = deutliche Erdschicht

**spezielle Bedingung:** 40% ns = mind. 40% der Fläche mit *Nardus stricta* bedeckt, 75% zs = mind. 75% der Fläche mit Zwergstrauchvegetation bedeckt, kuppelig = innerhalb des 28 m<sup>2</sup> grossen Aufnahmekreises mehrfach wechselnde Bedingungen der Neigung, Bodenfeuchtigkeit und Bodengründigkeit

Standortbedingungen	1	2	3	3.1	3.2	4	5	6	7	8
<b>Neigung</b>	geneigt	flach	geneigt	geneigt	geneigt		flach	flach	flach	
<b>Bodenfeuchtigkeit</b>	trocken	trocken	mittel	mittel - trocken			mittel	leicht feucht	feucht	
<b>Bodengründigkeit</b>	flachgründig	flachgründig	tiefgründig	tiefgründig	tiefgründig		tiefgründig	tiefgründig	tiefgründig	
<b>spezielle Bedingung</b>					40% ns	75% zs				kuppelig
<b>Jura (39 VA)</b>	5 VA	6 VA	5 VA				5 VA	6 VA	6 VA	6 VA
<b>San Bernardino (40 VA)</b>	5 VA	5 VA	5 VA			5 VA	5 VA	5 VA	5 VA	5 VA
<b>Lungern (40 VA)</b>	5 VA		5 VA	5 VA	5 VA		5 VA	5 VA	5 VA	5 VA

Während der Feldaufnahmen wurden die Untersuchungsflächen zuerst nach optischen Merkmalen in die verschiedenen Standortbedingungen eingeteilt und die entsprechenden Bereiche auf dem Luftbild (Massstab 1:3'000) eingetragen. Die definitiven Aufnahmestandorte, möglichst repräsentativ für die vetretende Standortbedingung und mit einer Vegetation in geeignetem Stadium, wurden kurzfristig vor Ort bestimmt. Auf dem Luftbild wurde eine grobe Kartierung der Standortbedingungen erstellt. Die genaue Lage der Vegetationsaufnahme wurde ebenfalls auf dem Luftbild vermerkt und die Koordinaten mittels mobilem GIS (ESRI, ArcPad) auf einem GPS (Trimble) eingemessen. Zusätzlich wurden Exposition und Neigung in Prozent (Neigungsmesser Suunto) festgehalten. Die Vegetationsaufnahme erfolgte in einem Kreis mit Radius 3 m. Alle Arten von Gefässpflanzen wurden bestimmt und ihr Deckungsgrad nach Braun-Blanquet (r – 5) geschätzt. Pflanzen oder Pflanzenteile, die nicht in nützlicher Frist einer Art zugewiesen werden konnten, wurden später, zum Teil mit Hilfe von Experten, bestimmt (Jermy et al. 1982; Hess et al. 1998; Dietl 2003; Eggenberg & Möhl 2007; Lauber & Wagner 2007; Rothmaler & Jäger 2007; Graf 2008).

## 2.7. Weitere Daten für die Überprüfung der Indikatorenliste (Überprüfungsdatensätze)

### 2.7.1. Datensatz TWW BE

Für die Überprüfung der erstellten Indikatorenliste wurden Aufnahmen aus dem Datensatz TWW aus dem Kanton Bern verwendet. Ihre Erhebung war nach den gleichen Kriterien wie die der anderen TWW-Daten erfolgt. Dabei handelt es sich um 388 Vegetationsaufnahmen, die in der Kategorie Nutzung ebenfalls Dauerwiese oder Mähwiese oder –weide zugeordnet worden waren. Sie liegen sowohl im Bereich der Nordalpen als auch im Sömmerungsgebiet des Berner Juras (Abb. 4).

### 2.7.2. Datensatz BDM

Für das Biodiversitätsmonitoring (BDM) der Schweiz wurden unter anderem Vegetationsaufnahmen auf Flächen von 10 m<sup>2</sup> erhoben. 396 solcher Aufnahmen liegen im Sömmerungsgebiet, 259 davon wurden aufgrund der Artenzusammensetzung von Andreas Grünig, ART Reckenholz als Grasland bezeichnet und für die Überprüfung der Indikatorenliste verwendet. Sie sind gleichmässig über das Sömmerungsgebiet der Schweiz verteilt (Abb. 4).

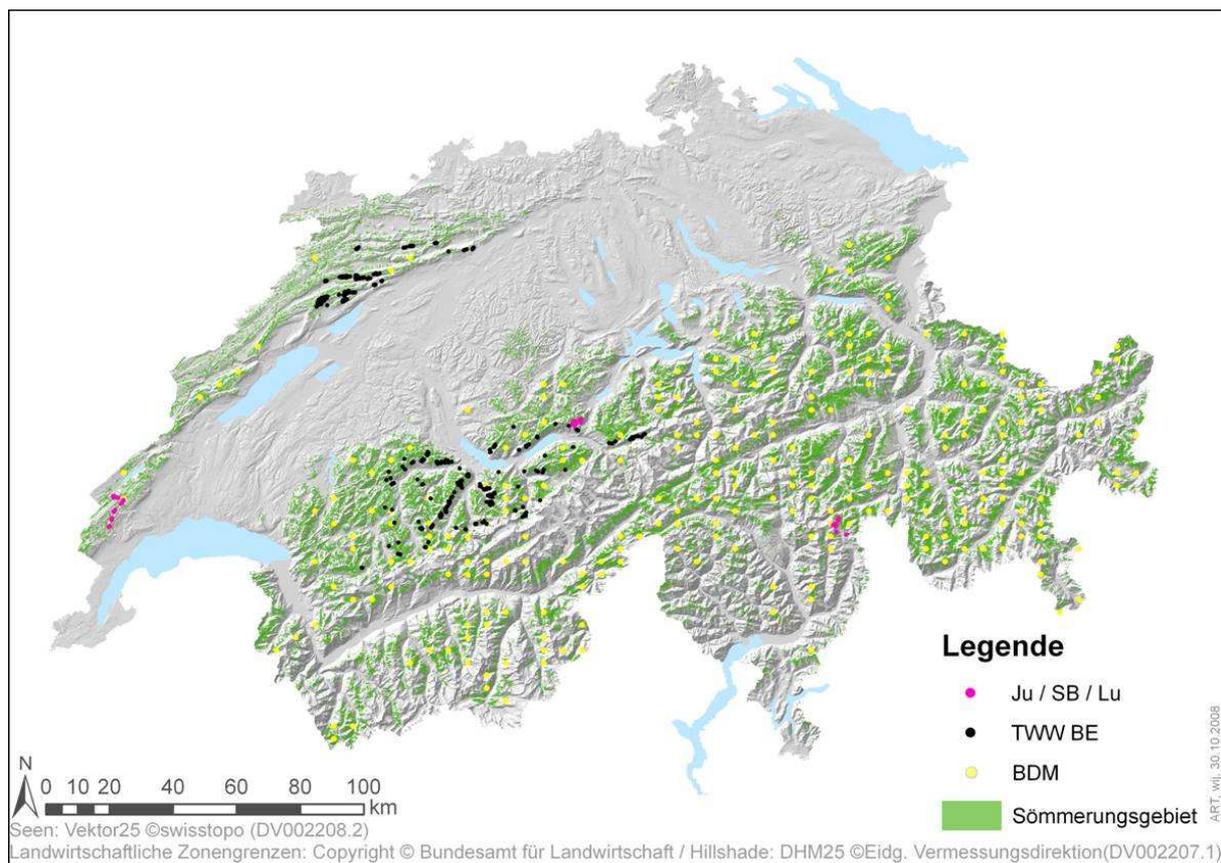


Abb. 4: Lage der Aufnahmeflächen der Vegetationsaufnahmen aus den drei Datensätzen Ju / SB / Lu, TWW BE und BDM, die für die Überprüfung der Indikatorenliste verwendet wurden.

## 2.8. Auswertung

### 2.8.1. Überprüfung der Indikatorenlisten

Für die Datensätze Ju / SB / Lu, TWW BE und BDM wurde berechnet, wie viele Taxa aus den verschiedenen Indikatorenlisten auf den einzelnen Flächen festgestellt worden waren. Pro vorhandenes Taxon wurde ein Qualitätspunkt vergeben. Die Anzahl dieser Qualitätspunkte wurde auf Korrelation mit der Anzahl Arten, der Anzahl UZL-1- und UZL-2-Arten, der Feuchte-, Reaktions-, und Nährstoffzahl geprüft. Diejenige Liste, die die höchsten Korrelationskoeffizienten aufwies wurde als Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (SG-I) benannt. Als Vergleich wurden Korrelationsberechnungen mit der bestehenden Weideliste S durchgeführt. Die Weideliste S wird auf extensiven Weiden der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Juras, der Zentral- und Südalpen und der Nordalpen höher als 1000 m ü. M. verwendet.

### 2.8.2. Vergleich mit Expertenmeinung

5 Botanikexperten wurden die Artenlisten aus den Feldaufnahmen (Datensatz Ju / SB / Lu) mit der Information des Untersuchungsgebiets zugestellt. Aufgrund ihrer Erfahrung wurden sie gebeten, eine Einschätzung der Qualität der Untersuchungsflächen abzugeben. Die Frage lautete: Soll in Sömmerungsgebieten für eine solche Fläche ein Bonus ausbezahlt werden oder nicht? Sie alle fällten für die 119 Vegetationsaufnahmen je einen ja / nein – Entscheid und gaben bei Zweifelsfällen an, ob sie eher für ein Ja oder eher für ein Nein tendierten. Aus den Expertenmeinungen wurde für jede Vegetationsaufnahme ein Punktwert abgeleitet:

ja ohne Unsicherheit	2 Punkte;	ja mit Unsicherheit	1 Punkt
nein ohne Unsicherheit -	2 Punkte;	nein mit Unsicherheit	-1 Punkt

Eine Vegetationsaufnahme erhielt so höchstens 10 Punkte, wenn alle Experten ohne Unsicherheit eine ja-Stimme abgegeben hatten. Aufnahmen, die mindestens 1 Punkt erreichten, wurden als Flächen mit Qualität eingestuft. Die Einschätzungen aufgrund der Punktwerte wurden mit den Resultaten aus der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (Fläche mit Qualität, wenn mindestens 12 Indikatoren vorhanden) verglichen.

### 2.8.3. Experten-Indikatorenliste

Anhand der Bewertung durch die Experten wurde aus dem Datensatz Ju / SB / Lu eine Experten-Indikatorenliste erstellt. Die Klassenbildung erfolgte aufgrund der erreichten Punktwerte jeder Vegetationsaufnahme. Indikatoren für Vegetationsaufnahmen, die gemäss der Expertenbeurteilung einen Punktwert von mindestens 1 erreichten, wurden ermittelt und anschliessend mit den Qualitätsindikatoren aus der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste verglichen.

### 2.8.4. Flächenanteile mit Qualität der Biodiversität in den Untersuchungsgebieten

Flächen aus dem Datensatz Ju / SB / Lu, die aufgrund der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste Qualität aufwiesen, wurden im GIS auf dem Luftbild markiert. Die Ausdehnung des gesamten Bereichs mit denselben Standortbedingungen wurde berechnet. So wurde eine grobe Schätzung des Anteils der Flächen mit bzw. ohne Qualität in den untersuchten Gebieten erstellt. Dieselbe Schätzung wurde anhand der Expertenbeurteilung durchgeführt.

### 3. Resultate

#### 3.1. Datenbeschreibung

##### 3.1.1. Erstellungsdatensätze

Der Verteilung der Artenzahlen ist für die Datensätze TWW (ohne BE) und Projekte Wiesen und Weiden ähnlich. Ein Vergleich mit den Artenzahlen aus dem Datensatz Moore ist nicht direkt möglich, da sich die Grösse der Aufnahmeflächen stark unterscheiden (Abb. 5). Im verwendeten Datensatz TWW (ohne BE) sind 771 Pflanzenarten enthalten, im Datensatz Moore 793 Arten (inkl. Moose) und im Datensatz Projekte Wiesen und Weiden 655 Arten. Die Höhenverteilung der drei Hauptdatensätze erstreckt sich von 356 bis 2527 m ü. M. wovon der grösste Anteil zwischen rund 1200 und 2000 m ü. M. liegt (Abb. 6). Die grössten Unterschiede zwischen den Datensätzen betreffen die Feuchtezahl. Erwartungsgemäss sind die aufgenommenen Flächen des Datensatzes TWW deutlich trockener als jene aus dem Datensatz Moore, die Flächen des Datensatzes Projekte Wiesen und Weiden liegen dazwischen (Abb. 7). Der grösste Teil der Vegetationsaufnahmen aus dem Datensatz TWW (ohne BE) zeigt eine höhere Reaktionszahl, als jene aus den beiden anderen Datensätzen. TWW-Flächen sind durchschnittlich basenreicher. Die Aufnahmen der sauersten Flächen stammen aus dem Datensatz Moore (Abb. 8). Bezüglich der Nährstoffzahl unterscheiden sich die drei Datensätze wenig. Die Mittelwerte liegen bei allen etwas höher als 2.5 (Abb. 9, Tab. 4).

#### Abbildungen 5-9

Die Verteilung der verwendeten Daten für die Erstellung der Indikatorenlisten wird als Boxplot für die einzelnen Parameter dargestellt. Auf der x-Achse werden die Erstellungsdatensätze TWW (ohne BE) gesamt, Moore gesamt und Projekte Wiesen und Weiden (PrWuW) gesamt aufgeführt. VA = Vegetationsaufnahme. Die hervorgehobene Linie markiert den Median, der Kasten die 25 und 75% Perzentile. Die minimalen bzw. maximalen Werte werden durch die kurzen Linien angezeigt.

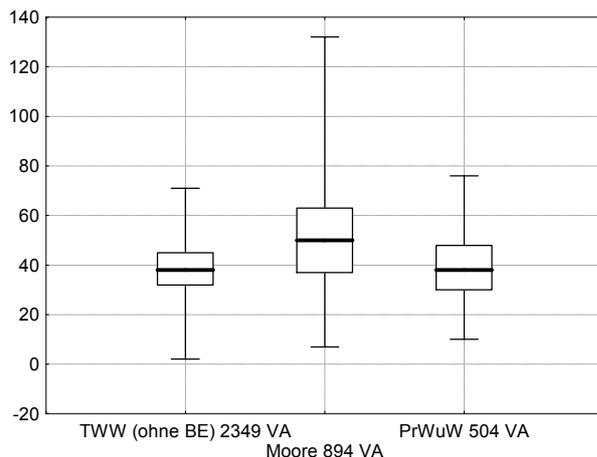


Abb. 5: Boxplot Anzahl Arten  
Anzahl Arten pro Aufnahmefläche (TWW (ohne BE) 28 m<sup>2</sup>, Moore unterschiedliche Flächengrössen, Projekte Wiesen und Weiden 25 m<sup>2</sup>)

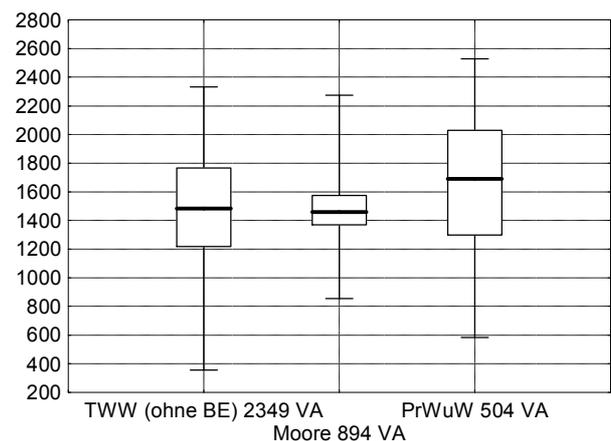


Abb. 6: Boxplot Höhe (m ü. M.)

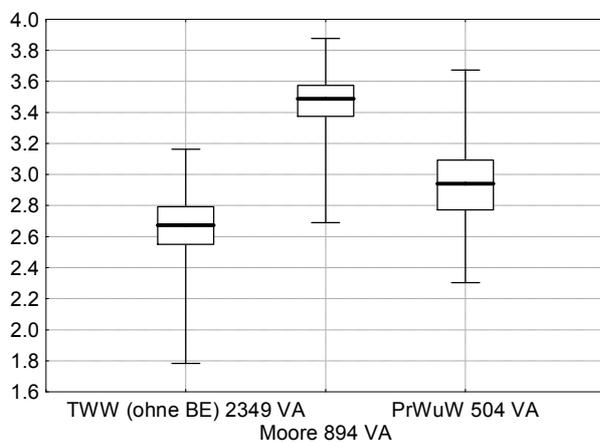


Abb. 7: Boxplot Feuchtezahl

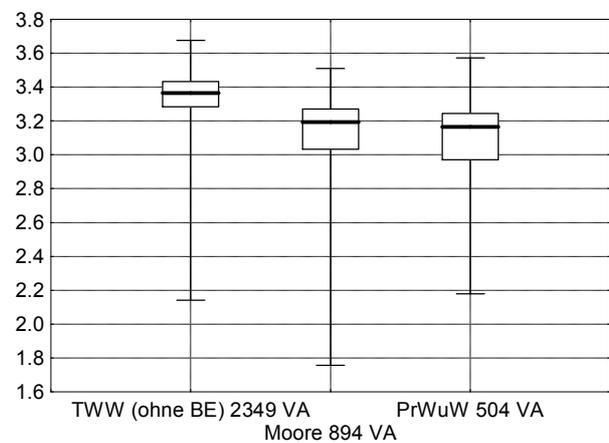


Abb. 8: Boxplot Reaktionszahl

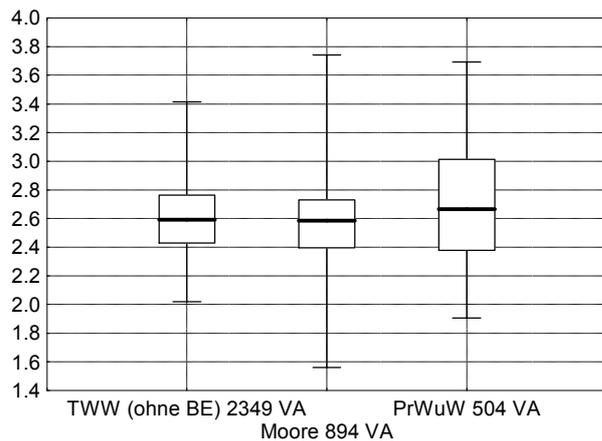


Abb. 9: Boxplot Nährstoffzahl

### 3.1.2. Überprüfungsdatensätze

Die Datensätze zur Überprüfung der Indikatorenliste haben einen kleineren Umfang als jene, die zur Erstellung der Liste verwendet wurden. Der Vergleich der Artenzahlen muss auch bei diesen Datensätzen mit Vorbehalt erfolgen. Die Aufnahmeflächen der BDM Daten betragen nur 10m<sup>2</sup>, jene der Datensätze Ju / SB / Lu und TWW BE 28 m<sup>2</sup> (Abb. 10). Die Flächen aus dem Datensatz TWW BE sind besonders artenreich; ihre durchschnittliche Anzahl Arten (42 Arten) liegt auch über dem Wert für die TWW-Flächen im Sömmerungsgebiet der übrigen Schweiz. Der Datensatz Ju / SB / Lu enthält im gesamten 428 Arten, der Datensatz TWW BE 421 Arten und der Datensatz BDM 600 Arten. Die Aufnahmen aus dem Datensatz BDM liegen durchschnittlich am höchsten, auch im Vergleich mit den Aufnahmen, die zur Erstellung der Indikatorenliste verwendet wurden. Die Aufnahmen der Datensätze Ju / SB / Lu und TWW BE befinden sich im Mittel wenig höher bzw. tiefer als die Aufnahmen für die Listenerstellung. Der Hauptanteil ist ebenfalls zwischen 1200 und 2000 m ü. M. zu finden (Abb. 11). Die feuchtesten Standorte erscheinen im Datensatz Ju / SB / Lu. Wie erwartet sind die Zeigerwerte im Datensatz TWW BE tiefer, auch wenn sie im Vergleich zu den anderen TWW-Aufnahmen aus dem Sömmerungsgebiet eine höhere mittlere Feuchtezahl aufweisen. Die Aufnahmen aus dem Datensatz BDM sind im Mittel ähnlich, umfassen aber ein grösseres Spektrum (Abb. 12). Wie in den Datensätzen für die Indikatorenlistenerstellung, finden sich in den TWW-Aufnahmen (TWW BE) die höchsten mittleren Reaktionszahlen. Die Aufnahmen aus dem Datensatz BDM umfassen eine sehr grosse Bandbreite von sauren bis basenreichen Bedingungen (Abb. 13). Die Nährstoffzahlen der Datensätze Ju / SB / Lu und TWW BE bewegen sich im ähnlichen Rahmen wie jene der Datensätze für die Erstellung der Indikatorenliste. Die mittlere Nährstoffzahl des Datensatzes BDM liegt tiefer (Abb. 14, Tab. 4).

## Abbildungen 10-14

Die Verteilung der verwendeten Daten für die Überprüfung der Indikatorenlisten wird als Boxplot für die einzelnen Parameter dargestellt. Auf der x-Achse werden die Überprüfungsdatensätze Ju / SB / Lu, TWW BE und BDM aufgeführt. VA = Vegetationsaufnahme. Die hervorgehobene Linie markiert den Median, der Kasten die 25 und 75% Perzentile. Die minimalen bzw. maximalen Werte werden durch die kurzen Linien angezeigt.

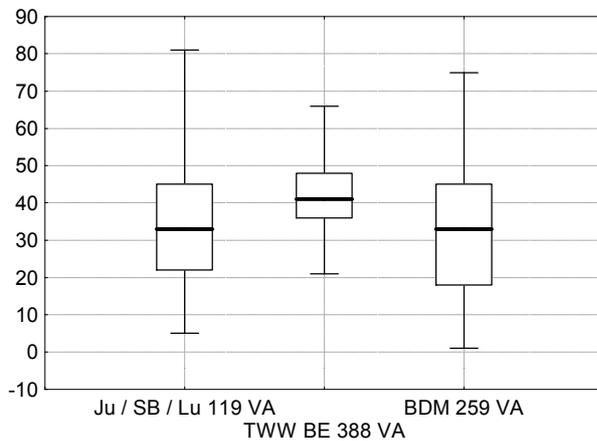


Abb. 10: Boxplot Anzahl Arten  
Anzahl Arten pro Aufnahme­fläche (Ju / SB / LU und TWW BE 28 m<sup>2</sup>, BDM 10 m<sup>2</sup>)

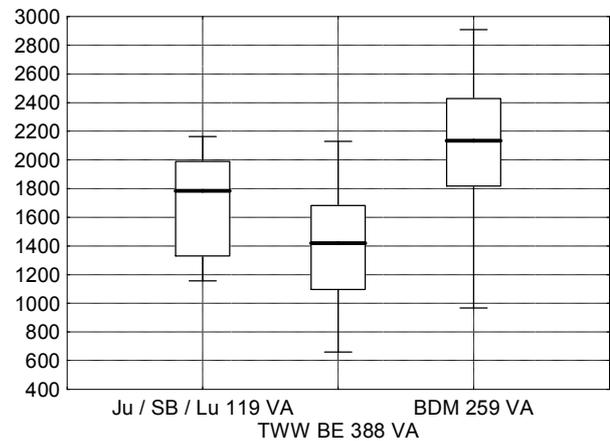


Abb. 11: Boxplot Höhe (m ü. M.)

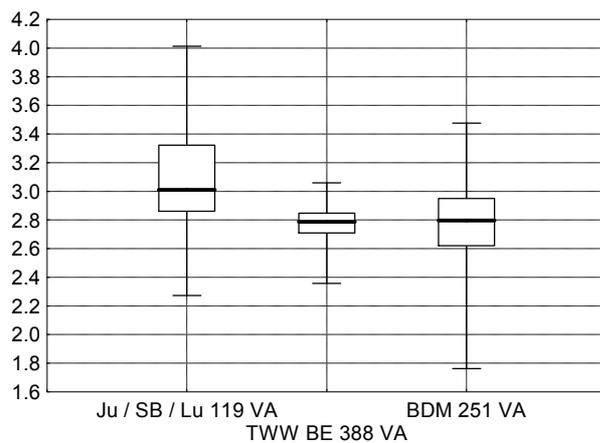


Abb. 12: Boxplot Feuchtezahl

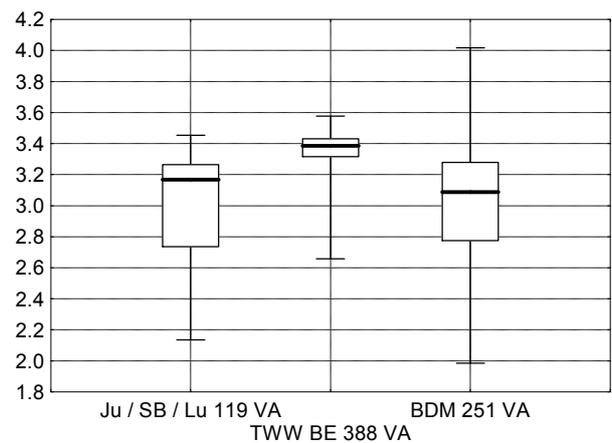


Abb. 13: Boxplot Reaktionszahl

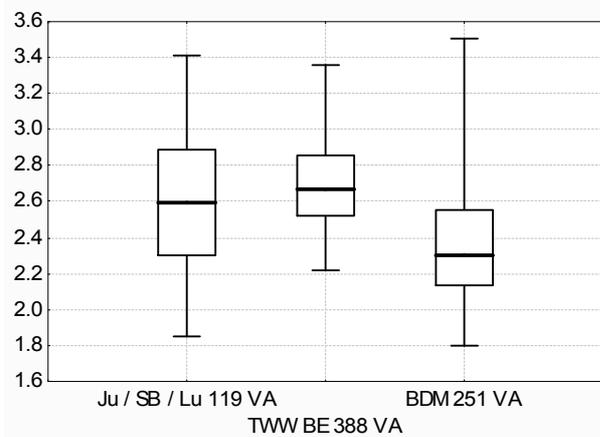


Abb. 14: Boxplot Nährstoffzahl

Tab. 4: Durchschnitt, Median und Standardabweichung für Anzahl Arten, Höhe, Feuchtezahl, Reaktionszahl und Nährstoffzahl der drei Erstellungsdatensätze und der drei Überprüfungsdatensätze. Die Angaben zu den Artenzahlen in den Datensätzen Moore und BDM sind nicht direkt vergleichbar aufgrund unterschiedlicher Aufnahme­flächen.

	Erstellungsdatensätze	Durchschnitt	Median	Standardabweichung	Überprüfungsdatensätze	Durchschnitt	Median	Standardabweichung
Artenzahl	TWW	39	38	9.70	Ju / SB / Lu	34	33	13.80
	Moore	51	50	18.73	TWW BE	42	41	9.03
	PrWuW	40	38	13.19	BDM	33	33	17.61
Höhe	TWW	1462	1483	401.17	Ju / SB / Lu	1701	1783	319.77
	Moore	1484	1460	248.36	TWW BE	1379	1421	362.29
	PrWuW	1651	1690	444.19	BDM	2091	2134	423.84
Feuchtezahl	TWW	2.66	2.67	0.18	Ju / SB / Lu	3.07	3.01	0.33
	Moore	3.46	3.49	0.18	TWW BE	2.78	2.79	0.11
	PrWuW	2.93	2.94	0.24	BDM	2.79	2.80	0.27
Reaktionszahl	TWW	3.33	3.37	0.18	Ju / SB / Lu	3.02	3.17	0.32
	Moore	3.05	3.19	0.37	TWW BE	3.36	3.39	0.13
	PrWuW	3.08	3.16	0.25	BDM	3.04	3.09	0.38
Nährstoffzahl	TWW	2.61	2.59	0.24	Ju / SB / Lu	2.59	2.59	0.37
	Moore	2.55	2.58	0.31	TWW BE	2.69	2.67	0.23
	PrWuW	2.71	2.67	0.39	BDM	2.38	2.30	0.34

### 3.2. Signifikanz der IndVal-Berechnungen

Die, im Statistikprogramm R berechneten, Indikatorenwerte wurden mit Permutationstests auf ihre Signifikanz getestet. Dies erfolgte mit und ohne Korrektur des Signifikanzniveaus. Kein Taxon erreichte auf dem korrigierten Niveau Signifikanz. Der Vergleich, der auf Signifikanz (nicht korrigiertes Niveau) getesteten Taxa in den drei Klassen 125%, Rote Liste und UZL-2 / 5 mit den hierarchischen Kennartentabellen aus dem Vegedaz ergab, dass fast alle Taxa mit einem IndVal >0.25 in der Kennartentabelle signifikant waren. Vereinzelt gab es Ausnahmen für die Klasse Rote Liste,

im Datensatz Moore 1500 *Viola spec.* und

im Datensatz PrWuW gesamt *Crepis aurea*,

sowie für die Klasse UZL-2 / 5

im Datensatz Moore feucht *Carex davalliana*, *Carex flacca*, *Carex panicea*, *Lotus corniculatus* *aggr.*, *Orchidaceae spec.* und *Trifolium pratense*.

In allen anderen Fällen fiel auf, dass die Auswahl derjenigen Taxa mit einem IndVal >0.25 in der Kennartenliste ein strengeres Kriterium war als die Berücksichtigung der Signifikanz. Aus diesem Grund wurde nur noch mit dem Kriterium IndVal >0.25 in der Kennartenliste gearbeitet.

### 3.3. Indikatorenlisten

Mehrere Indikatorenlisten wurden erstellt und geprüft, wie viele Taxa daraus in den Datensätzen Ju / SB / Lu, TWW BE und BDM enthalten sind. Die Anzahl solcher Qualitätsindikatoren pro Vegetationsaufnahme und ihre Korrelation mit der Anzahl Arten, der Anzahl UZL-1- und UZL-2-Arten, der Feuchte-, Reaktions- und Nährstoffzahl wurde getestet. Als Vergleich wurden dieselben Tests mit der bestehenden Weideliste S durchgeführt. Näher erläutert werden im Folgenden die Indikatorenliste 1 und die Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste. Die Indikatorenliste 1 enthält 51 Taxa, die für mindestens 3 Klassen in je mindestens 2 Datensätzen einen IndVal  $>0.25$  erreichen. Sie ist in der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste enthalten. Diese umfasst 83 Taxa. 4 Arten der Indikatorenliste 1 wurden nicht direkt in die Sömmerungs-Indikatorenliste übertragen: *Carex davalliana* und *Carex ferruginea* wurden zusammen mit anderen Seggenarten feuchter Standorte zu *Carex spec. feucht* zusammengefasst. *Myosotis alpestris* gehört zum Aggregat *Myosotis sylvatica* und wurde in dieser Form in die Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste übertragen. *Eriophorum latifolium* aus der Indikatorenliste 1 wurde mit *Eriophorum angustifolium* aus der Indikatorenliste 2 zusammengefasst. Für alle diese 4 Arten gilt, dass sie als Artengruppe für weniger als 3 Klassen einen Vermerk erhalten. Weiter wurde die Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste mit allen Taxa ergänzt, die für 2 Klassen einen Vermerk erhalten hatten und einzelnen Taxa, die für nur eine Klasse in mindestens 2 Datensätzen einen Indikatorwert  $>0.25$  erreicht hatten. Ein Teil dieser Ergänzungen erfolgten aufgrund von Hinweisen, dass die Taxa besonders an trockenen (9 Taxa), feuchten (3 Taxa) oder kalkarmen (3 Taxa) Standorten Indikatoren für Artenvielfalt und / oder seltene Arten sind oder von den Experten deutlich als Indikator eingestuft wurden (1 Taxa). Die Häufigkeit solcher Taxa ist im Allgemeinen niedrig. Die übrigen 17 zusätzlichen Taxa in der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste werden als schwache Zeiger bezeichnet.

#### 3.3.1. Korrelationen mit Anzahl Arten, Anzahl UZL-1- und UZL-2-Arten

In den Überprüfungsdatensätzen Ju / SB / Lu, TWW BE und BDM wurde für jede Aufnahme mit den drei Listen Indikatorenliste 1, Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste und Weideliste S die Anzahl Qualitätspunkte bestimmt. Zwischen diesen Qualitätspunkten und der Anzahl Arten, der Anzahl UZL-1- und UZL-2-Arten wurden Korrelationen berechnet. In allen Fällen waren die Korrelationen signifikant positiv, mit Werten von 0.45 bis 0.91 für den Korrelationskoeffizienten  $r$ . Die Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste erreichte in den drei Datensätzen am häufigsten das höchste  $r$ . Die Weideliste S erreichte am häufigsten das tiefste  $r$ . Der Datensatz BDM erhielt in allen Listen die höchsten Korrelationskoeffizienten (Abb. 15 -17). Für die Anzahl Rote Liste-Arten und UZL-3-Arten wurden keine Korrelationen gerechnet, da der Anteil an diesen Arten zu gering war.

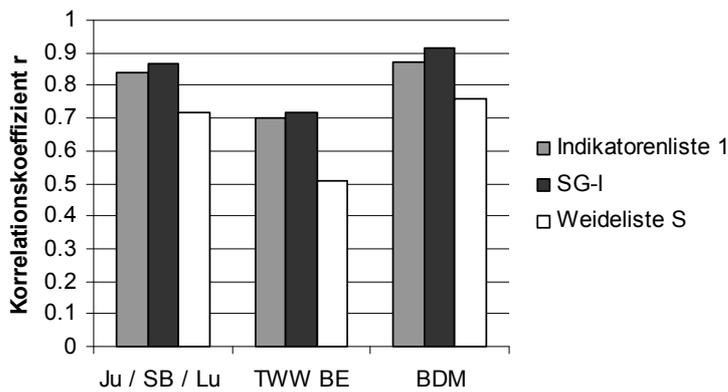


Abb. 15: Vergleich der Korrelationskoeffizienten zwischen den Qualitätspunkten ermittelt mit der Indikatorenliste 1, der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (SG-I) und der Weideliste S mit der Anzahl Arten.

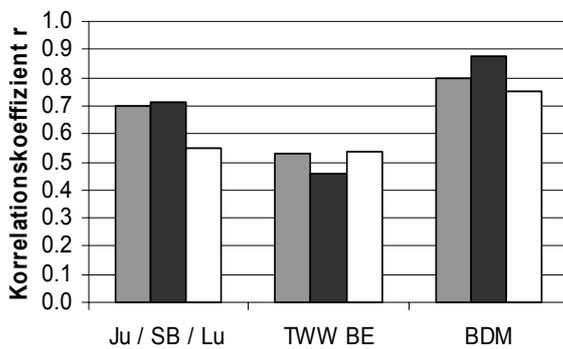


Abb. 16: Vergleich der Korrelationskoeffizienten zwischen den Qualitätspunkten der drei Listen (Legende s. o.) mit der Anzahl UZL-1 Arten.

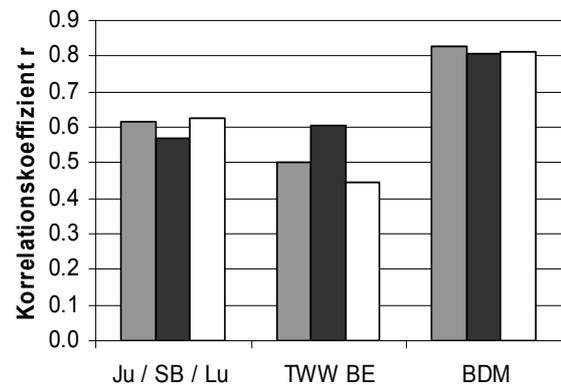


Abb. 17: Vergleich der Korrelationskoeffizienten zwischen den Qualitätspunkten der drei Listen (Legende s. o.) mit der Anzahl UZL-2 Arten.

### 3.3.2. Korrelationen mit Feuchte-, Reaktions- und Nährstoffzahl

Am häufigsten erreichte die Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste den erwünschten, am nächsten bei 0 liegenden Korrelationskoeffizienten  $r$  (Abb. 18 - 20).

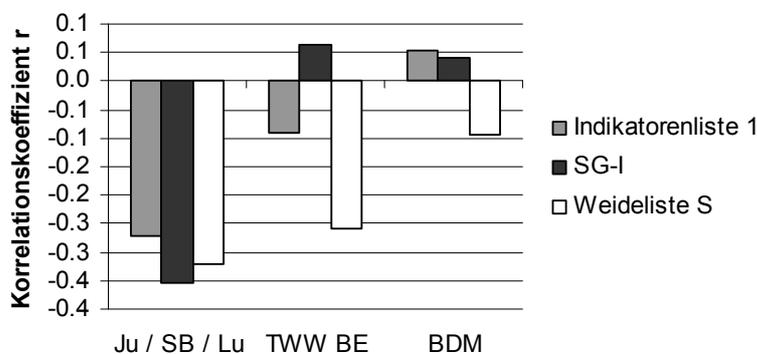


Abb. 18: Vergleich der Korrelationskoeffizienten zwischen den Qualitätspunkten ermittelt mit der Indikatorenliste 1, der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (SG-I) und der Weideliste S mit der Feuchtezahl.

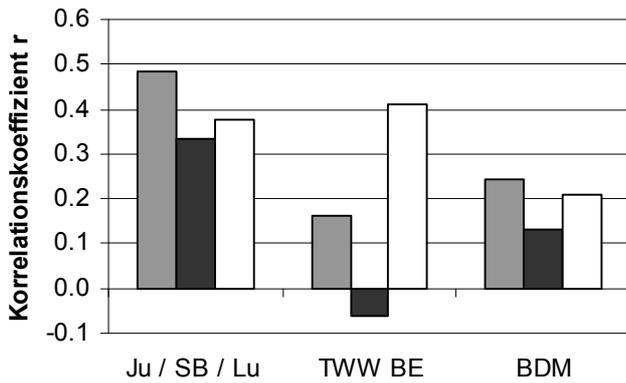


Abb. 19: Vergleich der Korrelationskoeffizienten zwischen den Qualitätspunkten der drei Listen (Legende s. o.) mit der Reaktionszahl.

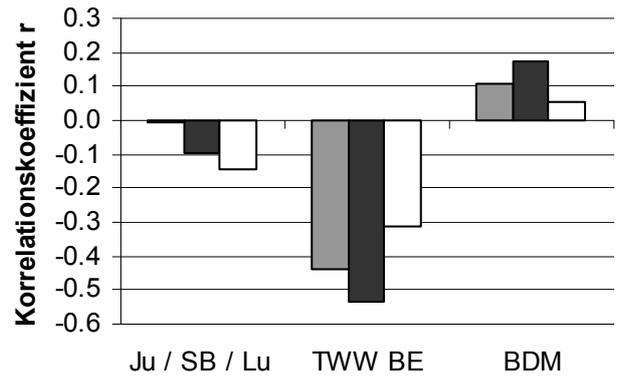


Abb. 20: Vergleich der Korrelationskoeffizienten zwischen den Qualitätspunkten der drei Listen (Legende s. o.) mit der Nährstoffzahl.



*Gentiana nivalis*



*Carlina acaulis*



*Amica montana*



*Epipactis atrorubens*



*Parnassia palustris*

### 3.4. Flora-Indikatoren für Qualität im Sömmerungsgebiet: Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (SG-I)

Tab. 5: Die Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste entspricht der überarbeiteten Übersichtsliste aus Abb. 3, **5**. Sie wurde erstellt aus den Taxa der Indikatorenliste 1 (grau hinterlegt, 51 Taxa) und ergänzt mit Taxa aus der Indikatorenliste 2 (32 Taxa). In den Spalten **Klassen** werden alle Klassen, für die IndVal-Berechnungen durchgeführt wurden, aufgeführt. Ein Taxon erhielt für die entsprechende Klasse einen Eintrag (Name der Klasse), wenn es in mindestens 2 Datensätzen einen IndVal  $\geq 0.25$  erreicht hatte. Die Spalte **Anzahl Klassen** gibt an, in wie vielen Klassen dies der Fall war. In der Spalte **Bemerkung** finden sich Erklärungen, zur Aufnahme eines Taxons aus der Indikatorenliste 2 in die Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste und zur Häufigkeit des Taxons in allen verwendeten Vegetationsaufnahmen:

schwacher Zeiger	Taxon, das nur in zwei Klassen vermerkt wurde und weit verbreitet ist
trocken	Taxon besonders als Indikator in Trockenflächen aufgefallen
feucht	Taxon besonders als Indikator in Feuchtflächen aufgefallen
sauer	Taxon besonders als Indikator in Flächen mit tiefer Reaktionszahl aufgefallen
Vereinfachung	Taxon ist Zusammenfassung mehrerer Arten aufgrund der Vereinfachung
Experten	Taxon wird von Experten als Indikator eingestuft
>30%	Taxon kommt in mehr als 30% der 3747 verwendeten Vegetationsaufnahmen vor

	Klassen	125%	100%	Rote Liste	UZL-1 / 10	UZL-1 / 5	UZL-2 / 5	UZL-2 / 1	UZL-3 / 1	Anzahl Klassen	Bemerkung
Indikatoren taxa	150%	125	100%	RL	UZL-1 / 10	UZL-1 / 5	UZL-2 / 5	UZL-2 / 1	UZL-3 / 1		
<i>Acinus alpinus</i> (L.) Mbench	150	125		RL			2_5			4	
<i>Agrostis capillaris</i> L.	150	125								2	schwacher Zeiger
<i>Ajuga</i> spec.	150	125	100		1_10	1_5	2_5		3_1	7	
<i>Alchemilla alpina</i> aggr. und <i>Alchemilla conjuncta</i> aggr.	150	125			1_10		2_5	2_1		5	
<i>Anemone narcissiflora</i> L.							2_5			1	trocken
<i>Antennaria</i> spec.	150									1	trocken
<i>Anthoxanthum odoratum</i> aggr.	150			RL						2	schwacher Zeiger
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	150	125	100	RL	1_10		2_5			6	>30%
<i>Arabis</i> spec.	150			RL						2	schwacher Zeiger
<i>Arnica montana</i> L.				RL						1	sauer
<i>Aster bellidiastrum</i> (L.) Scop.	150	125	100		1_10		2_5	2_1		6	
<i>Astrantia</i> spec.	150									1	trocken
<i>Bartsia alpina</i> L.		125			1_10		2_5	2_1		4	
<i>Biscutella laevigata</i> L.				RL			2_5			2	schwacher Zeiger
<i>Blysmus compressus</i> (L.) Link	150	125	100		1_10	1_5				5	
<i>Briza media</i> L.	150		100	RL	1_10	1_5	2_5			6	>30%
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	150			RL						2	schwacher Zeiger
<i>Campanula barbata</i> L.							2_5			1	sauer
<i>Campanula rotundifolia</i> aggr.	150	125								2	schwacher Zeiger
<i>Carduus defloratus</i> L.	150	125		RL	1_10		2_5			4	
<i>Carex caryophyllaea</i> , <i>C. montana</i> und <i>C. ornithopoda</i>	150	125	100	RL	1_10		2_5	2_1		7	>30%
<i>Carex flacca</i> Schreb.	150	125	100		1_10	1_5	2_5			6	>30%
<i>Carex pallescens</i> L.	150				1_10	1_5				3	
<i>Carex spec. feucht</i>							2_5			1	Vereinfachung, >30%
<i>Carlina acaulis</i> L.	150	125	100		1_10	1_5	2_5	2_1		7	>30%
<i>Centaurea</i> spec.	150	125			1_10		2_5			4	>30%
<i>Cerastium aversense</i> L.				RL			2_5			2	schwacher Zeiger
<i>Cirsium acaule</i> Scop.									3_1	4	>30%
<i>Crepis aurea</i> (L.) Cass.	150	125			1_10		2_5	2_1		2	schwacher Zeiger

	Klassen	100%	Rote Liste	UZL-1 / 10	UZL-1 / 5	UZL-2 / 5	UZL-2 / 1	UZL-3 / 1	Anzahl Klassen	Bemerkung
Indikatoren taxa	150%	125%								
<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench				1_10	1_5	2_5			3	
<i>Crocus albiflorus</i> Kit.			RL			2_5			2	schwacher Zeiger
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	150	125							2	schwacher Zeiger
<i>Eriophorum spec. bzw. lati- und angustifolium</i>						2_5	2_1		2	Vereinfachung
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	150	125	RL						3	
<i>Euphrasia spec.</i>	150	125	RL	1_10		2_5			6	
<i>Galium anisophyllum</i> und <i>G. pumilum</i>	150	125	RL						4	>30%
<i>Gentiana lutea</i> L.	150	125							2	schwacher Zeiger
<i>Gentiana spec. und Swertia perennis</i> ohne <i>G. lutea</i>	150	125		1_10	1_5	2_5	2_1		6	>30%
<i>Geranium sylvaticum</i> L.	150	125							2	schwacher Zeiger
<i>Globularia spec.</i>						2_5			1	trocken
<i>Helianthemum spec.</i>	150	125	RL	1_10		2_5			6	>30%
<i>Helictotrichon spec.</i>	150	125							2	trocken
<i>Hieracium lactucella</i> Wallr.	150	125		1_10	1_5	2_5			6	
<i>Hieracium pilosella</i> L.	150	125	RL	1_10					3	>30%
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	150	125	RL	1_10		2_5			5	>30%
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.	150	125	RL						3	
<i>Juncus alpinoarticulatus</i> Chaix	150	125		1_10		2_5			5	
<i>Knautia spec., Scabiosa spec. und Succisa pratensis</i>	150	125	RL	1_10	1_5	2_5		3_1	8	>30%
<i>Koeleria spec.</i>	150	125	RL						2	trocken
<i>Leontodon hispidus</i>	150	125							2	schwacher Zeiger, >30%
<i>Leucanthemopsis spec. und Leucanthemum spec.</i>	150	125		1_10	1_5	2_5			6	>30%
<i>Linum catharticum</i> L.	150	125		1_10	1_5	2_5	2_1		7	>30%
<i>Lotus corniculatus</i> aggr.	150	125		1_10					4	>30%
<i>Luzula multiflora</i> (Retz.) Lej.	150	125	RL						2	feucht
<i>Myosotis sylvatica</i> aggr.	150	125				2_5			2	Vereinfachung

Indikator-taxa	Klassen		100%	Rote Liste	UZL-1 / 10	UZL-1 / 5	UZL-2 / 5	UZL-2 / 1	UZL-3 / 1	Anzahl Klassen	Bemerkung
	150%	125%									
<i>Nardus stricta</i> L.	150	125								2	sauer, >30%
<i>Orchidaceae spec.</i>	150	125	100	RL	1_10	1_5	2_5	2_1	3_1	9	>30%
<i>Parnassia palustris</i> L.	150	125	100				2_5			4	
<i>Pedicularis spec.</i>	150			RL			2_5			3	
<i>Phyteuma spec.</i>							2_5	2_1		2	trocken, >30%
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.		125	100							2	schwacher Zeiger
<i>Pinguicula spec.</i>		125	100				2_5			3	
<i>Plantago alpina</i> L. und <i>Plantago atrata</i> Hoppe	150									1	Experten
<i>Plantago lanceolata</i> L.	150	125	100		1_10	1_5				5	>30%
<i>Polygala spec.</i>		125	100	RL	1_10	1_5	2_5			6	>30%
<i>Polygonum viviparum</i> L.	150	125	100		1_10		2_5	2_1		6	
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.					1_10	1_5				2	schwacher Zeiger, >30%
<i>Primula spec.</i>	150	125	100		1_10	1_5	2_5			6	
<i>Pulsatilla spec.</i>							2_5			1	trocken
<i>Rhinanthus spec.</i>		125			1_10					2	schwacher Zeiger
<i>Senecio doronicum</i> (L.) L.				RL			2_5			2	schwacher Zeiger
<i>Silene spec. ausgewählt</i>	150	125	100				2_5			4	
<i>Thesium spec.</i>	150	125								2	trocken
<i>Thymus spec.</i>	150	125	100	RL	1_10		2_5			6	>30%
<i>Tofieldia calyculata</i> (L.) Wahlenb.	150	125	100		1_10	1_5	2_5	2_1	3_1	8	
<i>Trichophorum cespitosum</i> (L.) Hartm.				RL						1	feucht
<i>Trifolium badium</i> Schreb.	150	125	100				2_5	2_1		5	
<i>Trollius europaeus</i> L.	150	125			1_10	1_5	2_5			5	
<i>Tussilago farfara</i> L.	150	125								2	feucht
<i>Vaccinium spec.</i>	150	125		RL						3	
<i>Valeriana dioica</i> L.					1_10	1_5	2_5			3	
<i>Veratrum album</i> L.	150		100		1_10		2_5			4	
<i>Viola spec.</i>	150			RL			2_5	2_1		4	

### 3.5. Expertenbeurteilungen für den Datensatz Ju / SB / Lu

#### 3.5.1. Expertenbeurteilung ja- / nein-Entscheide

Die Qualitätsbeurteilungen der 5 Botanikexperten ergaben eine Übereinstimmung für 24% der Aufnahmen, dass kein Qualitätsbonus ausbezahlt werden sollte (0 oder 1 Expertenstimme). Für 50% der Aufnahmen bestand die gemeinsame Ansicht, dass ein Qualitätsbonus gerechtfertigt ist (4 oder 5 Expertenstimmen) und für 26% der Aufnahmen bestand zwischen den einzelnen Experten Uneinigkeit (2 oder 3 Expertenstimmen). Der grösste Anteil an Flächen, die nicht eindeutig beurteilt wurden, liegt in San Bernardino, wo der Anteil von Flächen mit 2 oder 3 Expertenstimmen für Qualität 40% ausmacht. Ebenfalls im Untersuchungsgebiet San Bernardino vermerkten die Experten am meisten Flächen als Zweifelsfall (44% der 40 Flächen), im Jura bestanden bei 36% der Flächen Zweifel und in Lungern bei 37%. Im Durchschnitt beurteilten die fünf Experten 73 Flächen als bonuswürdig.

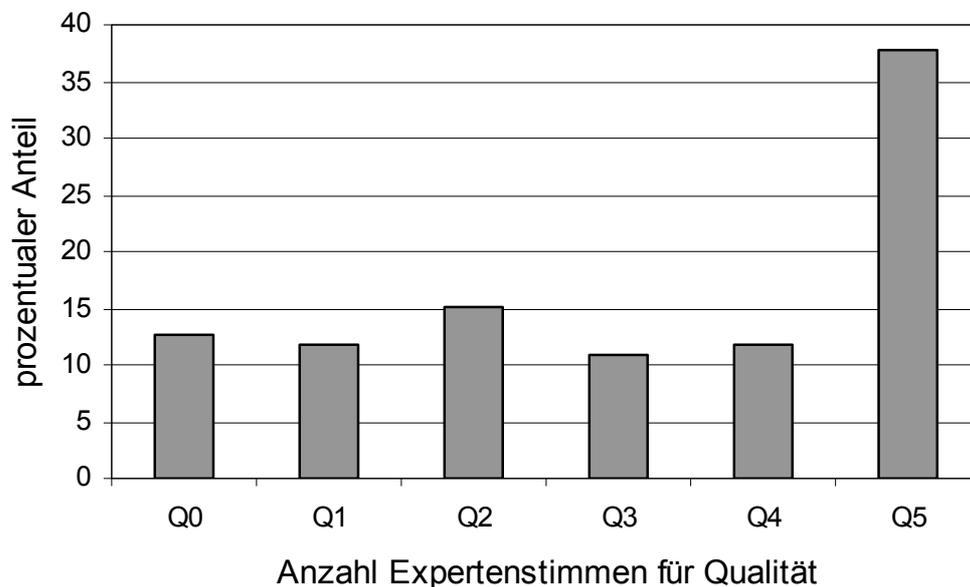


Abb. 21: Expertenbeurteilung für die drei Untersuchungsgebiete Jura, San Bernardino und Lungern anhand von 119 Vegetationsaufnahmen. Q0 bezeichnet tiefe Qualität (alle 5 Experten fällten einen Nein-Entscheid), Q5 bezeichnet hohe Qualität (alle 5 Experten fällten einen Ja-Entscheid).

#### 3.5.2. Expertenbeurteilung Auswertung nach Punkten

Die Umrechnung der Anzahl ja- bzw. nein-Entscheide ergab für 66 Vegetationsaufnahmen mindestens 1 Punkt, für 53 Vegetationsaufnahmen 0 oder weniger Punkte. Das heisst mit dieser Berechnung erhielten 55% der Flächen einen Qualitätsbonus, 45% erhielten keine Qualität.

#### 3.5.3. Experten-Indikatorenliste für Qualität der Biodiversität in den Untersuchungsgebieten

Die Experten-Indikatorenliste aufgrund der Punktwerte umfasst 9 Pflanzenarten mit einem IndVal höher als 0.25 (Tab. 6). Alle diese Arten sind in der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste enthalten.

Tab. 6: Experten-Indikatorenliste, erstellt aus dem Datensatz Ju / SB / Lu (119 VA) für die Klasse mindestens 1 Punkt (66 VA).

Art	IndVal	Anzahl der Vorkommen in den 66 Aufnahmen der Klasse mindestens 1 Punkt	Anzahl der Vorkommen in den 53 Aufnahmen der Klasse weniger als 1 Punkt
<i>Galium anisophyllum</i> Vill.	0.391	31	5
<i>Briza media</i> L.	0.363	33	10
<i>Carlina acaulis</i> L.	0.347	28	5
<i>Plantago atrata</i> Hoppe	0.338	29	7
<i>Thymus serpyllum</i> aggr.	0.318	26	5
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	0.303	20	0
<i>Polygonum viviparum</i> L.	0.277	24	6
<i>Hieracium pilosella</i> L.	0.257	21	4
<i>Leucanthemum vulgare</i> aggr.	0.255	18	1

### 3.6. Vergleich Expertenbeurteilung mit Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (SG-I), Anzahl Vegetationsaufnahmen

Wenn als Mindestanforderung mindestens 12 Taxa aus der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste für eine Fläche mit Qualität gefordert wird, erreichen 73 Vegetationsaufnahmen (61%) aus dem Datensatz Ju / SB / Lu Qualität. Dies entspricht der durchschnittlichen Anzahl bonuswürdiger Flächen der fünf Experten, ist aber etwas weniger streng als die Einstufung anhand der Expertenbeurteilungen umgerechnet in Punkte. Gesamthaft werden 16 der 119 Vegetationsaufnahmen anhand der SG-I (Grenze 12 Indikatorentaxa) besser und 9 Vegetationsaufnahmen schlechter eingestuft als dies aus der Sicht der Experten erfolgt (Abb. 25a). Das Ausmass der Übereinstimmungen unterscheidet sich in den drei Untersuchungsgebieten. Im Jura finden sich die geringsten Differenzen zwischen der Qualitätseinstufung anhand der SG-I und der Expertenmeinung. Eine Vegetationsaufnahme erhält aufgrund der SG-I Qualität, laut der Expertenmeinung nicht, währenddem zwei Vegetationsaufnahmen von den Experten Qualität zugesprochen wird, diese aber anhand der SG-I nur 6 bzw. 10 Punkte erhalten (Abb. 25b). In San Bernardino sind die Unterschiede grösser: 4, der anhand SG-I positiv eingestuften Vegetationsaufnahmen erhalten laut der Experten keine Qualität, dagegen sprechen sie für 7 Vegetationsaufnahmen Bonuswürdigkeit aus, die laut der SG-I zu wenig Punkte erreichen (Abb. 25c). In 4 von diesen Fällen handelt es sich um feuchte Flächen mit weniger als 20 Arten pro Aufnahmekreis. Die grösste Diskrepanz findet sich in Lungern. 80% der erstellten Vegetationsaufnahmen erhalten aufgrund der SG-I Qualität. Die Expertenbeurteilung schliesst 11 dieser Aufnahmen aus. Bewertungen, die gemäss der Experten besser ausfallen als anhand der SG-I gibt es keine (Abb. 25d).

### 3.7. Flächenanteile mit unterschiedlicher Vegetationsqualität in den Untersuchungsgebieten

Die, nach Standortbedingungen kartierten Bereichen in den Untersuchungsgebieten umfassen rund 59 ha im Waadtländer Jura, 71 ha in San Bernardino und 145 ha in Lungern (Abb. 22-24 und Abb. 26 b-d). Der flächenmässige Anteil mit Qualität war Lungern mit rund 70% am höchsten, gefolgt vom Jura mit 60%. Der geringste Flächenanteil mit Qualität wurde anhand der Beurteilung durch die Experten und der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste mit rund 26% in San Bernardino erreicht.

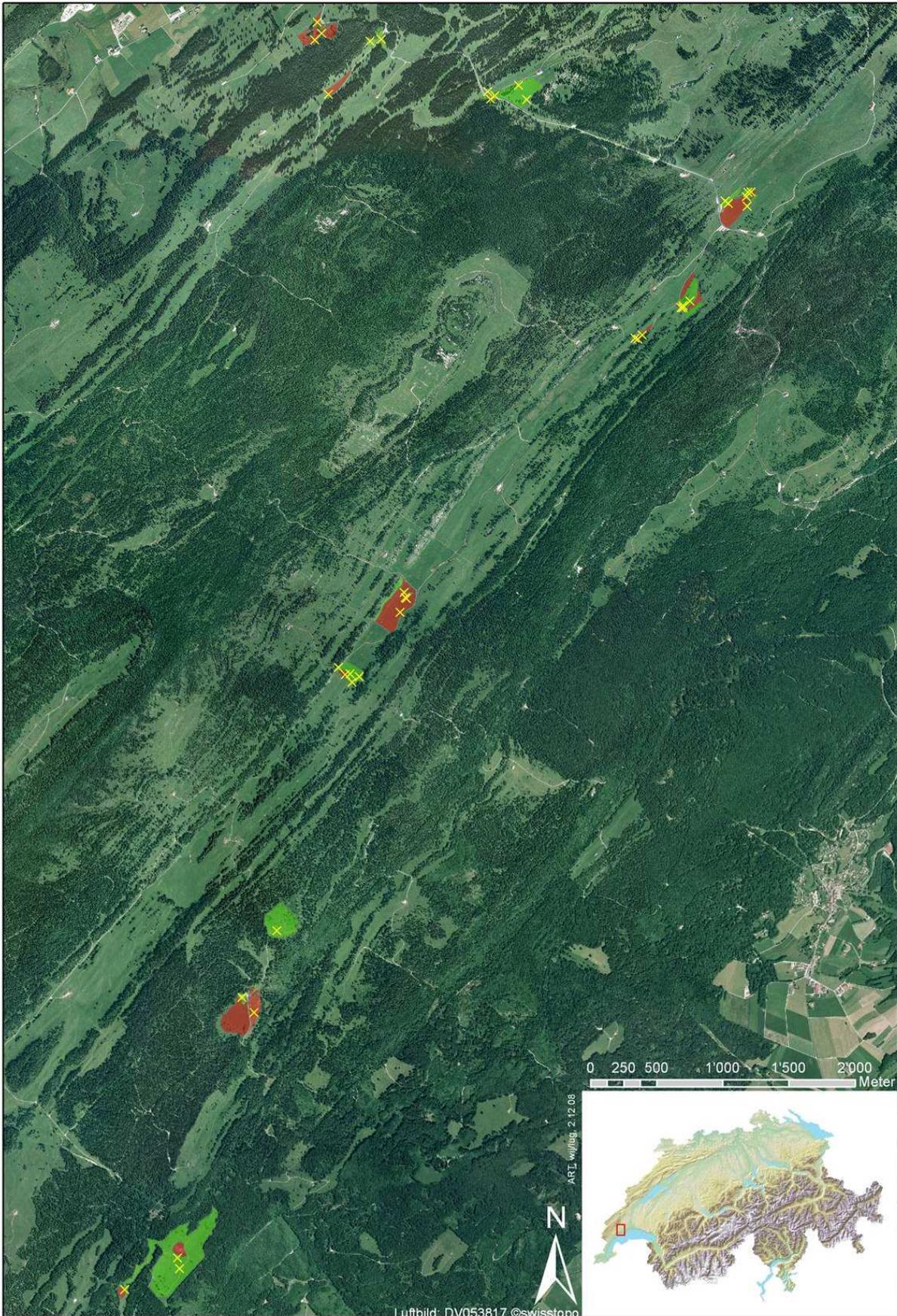


Abb. 22: Flächenanteile mit Qualität (hellgrün) und ohne Qualität (rot) im Untersuchungsgebiet Jura, ermittelt anhand der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (mindestens 12 Taxa). Gelbe Kreuze markieren die Aufnahmepunkte der Vegetationsaufnahmen.

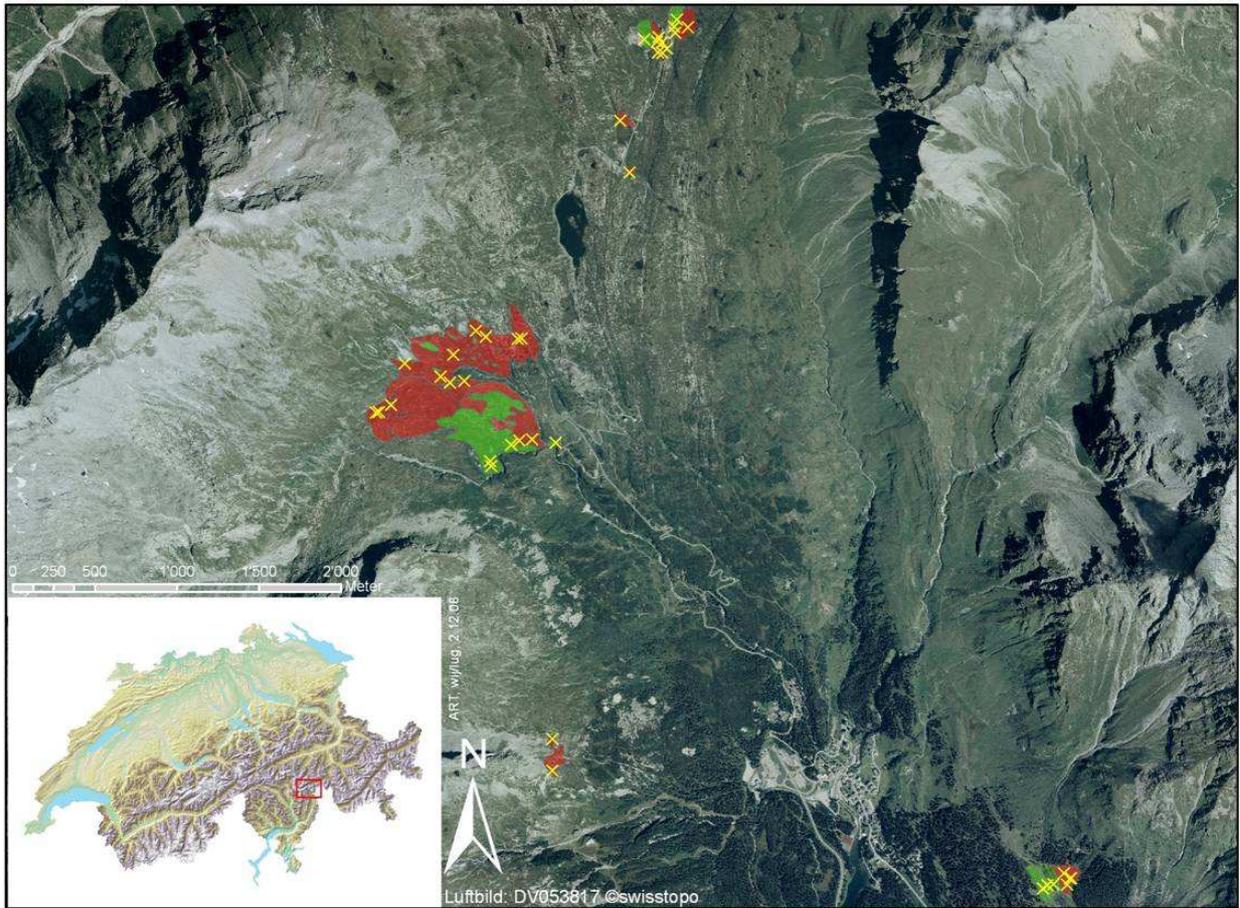


Abb. 23: Flächenanteile mit Qualität (hellgrün) und ohne Qualität (rot) im Untersuchungsgebiet San Bernardino, ermittelt anhand der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (mindestens 12 Taxa). Gelbe Kreuze markieren die Aufnahmepunkte der Vegetationsaufnahmen.

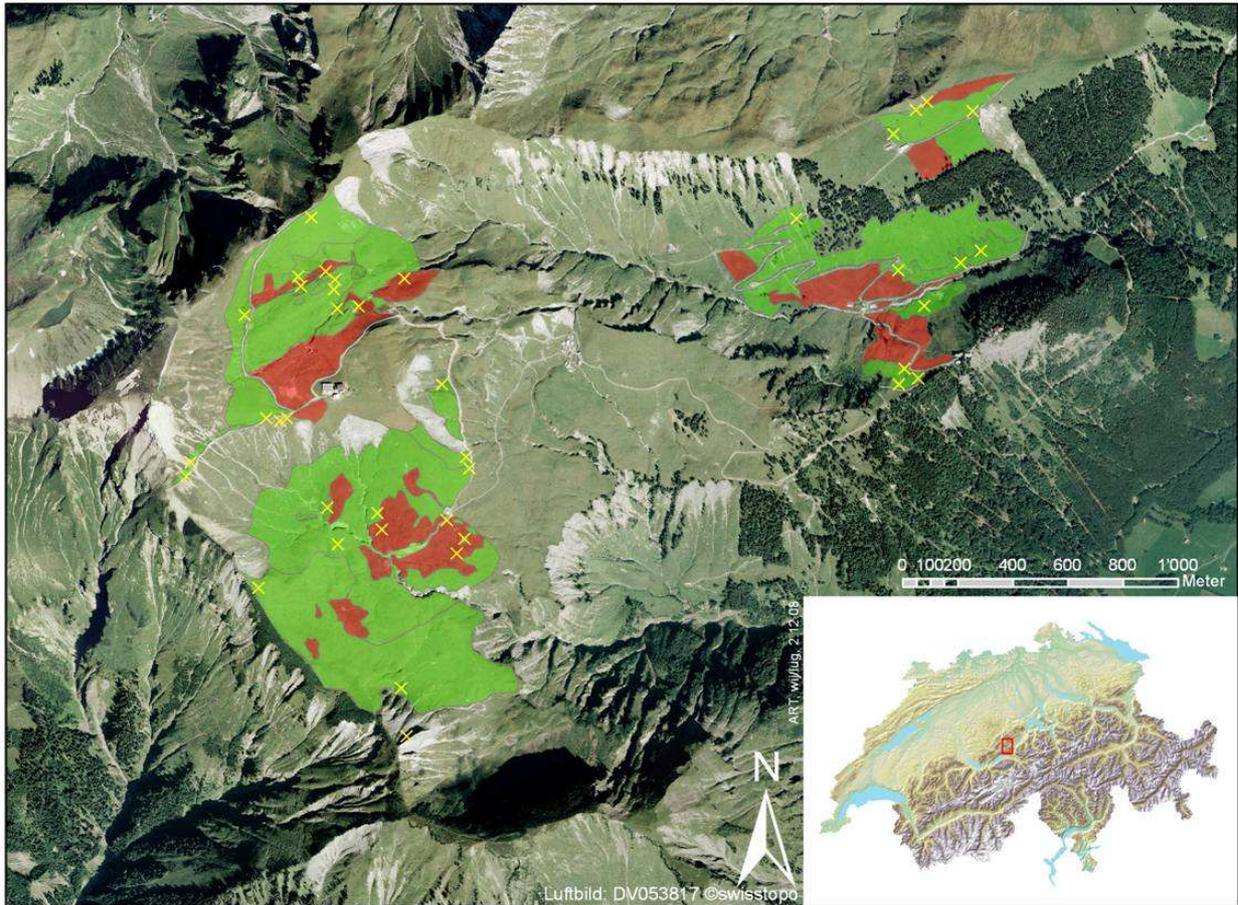


Abb. 24: Flächenanteile mit Qualität (hellgrün) und ohne Qualität (rot) im Untersuchungsgebiet Lungern, ermittelt anhand der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (mindestens 12 Taxa). Gelbe Kreuze markieren die Aufnahmepunkte der Vegetationsaufnahmen.

### 3.8. Vergleich Expertenbeurteilung mit Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (SG-I), Flächenanteile

Der Vergleich zwischen der Expertenbeurteilung und der SG-I hochgerechnet für die einzelnen Flächenanteile mit bzw. ohne Qualität zeigt eine geringere Differenz als für die einzelnen Vegetationsaufnahmen. Für knapp 4% der untersuchten Fläche ergibt sich eine unterschiedliche Beurteilung (Abb.26a). Im Jura werden für die untersuchten Weiden gleiche Flächenanteile mit und ohne Qualität errechnet (Abb. 26b). Die unterschiedliche Beurteilung wirkt sich in San Bernardino flächenmässig nur minimal, auf ungefähr eine halbe Hektare aus (Abb.26c). In Lungern ist der unterschiedlich eingestufte Flächenanteil mit 8 ha (6%) am grössten (Abb. 26d).

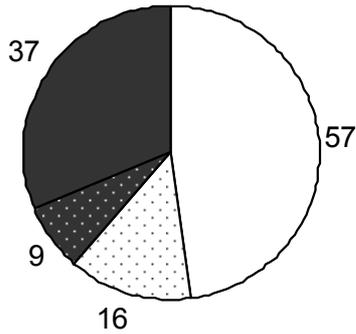


Abb. 25a: Jura / San Bernardino / Lungern (119 VA)

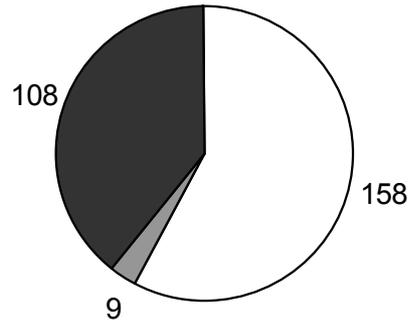


Abb. 26a: Jura / San Bernardino / Lungern (276 ha)

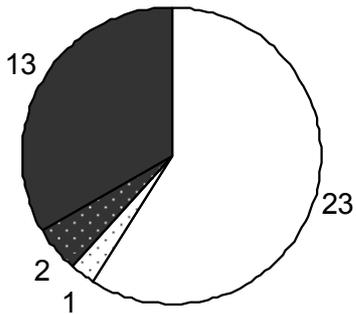


Abb. 25b: Jura (39 VA)



Abb. 26b: Jura (59 ha)

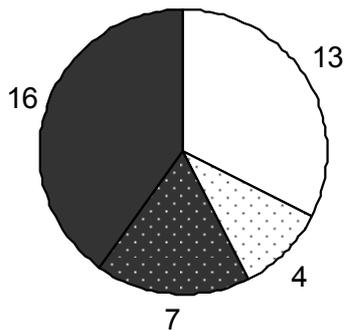


Abb. 25c: San Bernardino (40 VA)

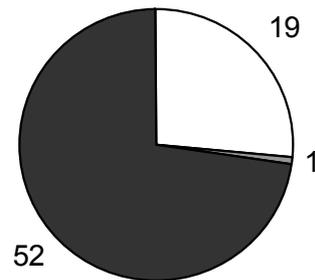


Abb. 26c: San Bernardino (71 ha)

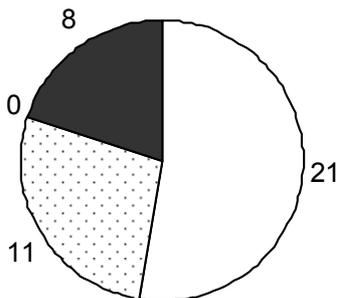


Abb. 25d: Lungern (40 VA)

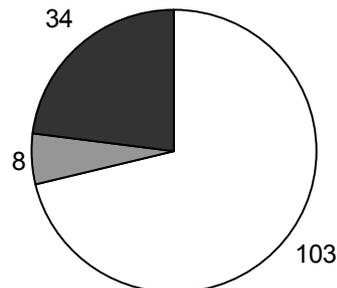


Abb. 26d: Lungern (145 ha)

Abb. 25a – d: Qualitätsbeurteilung anhand SG-I und Expertenmeinung der einzelnen Vegetationsaufnahmen (Angaben in Anzahl VA)

Legende: Qualität ja oder nein

- SG-I ja, Experten ja
- SG-I ja, Experten nein
- SG-I nein, Experten ja
- SG-I nein, Experten nein

Abb. 26a – d: Flächenanteile mit unterschiedlicher Vegetationsqualität in den Untersuchungsgebieten (Angaben in ha)

Legende: Qualität ja oder nein

- SG-I ja, Experten ja
- unterschiedliche Beurteilung
- SG-I nein, Experten nein

### 3.9. Beurteilung der Überprüfungsdatensätze mit der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (mindestens 12 Indikatoren)

Wenn die beiden Datensätze TWW BE und BDM nach demselben Vorgehen mit der SG-I geprüft werden, erhalten 374 der 388 VA (96%) aus dem Datensatz TWW BE und 123 der 259 VA (47%) aus dem Datensatz BDM Qualität, unter Berücksichtigung, dass die Aufnahmen fürs BDM nur auf je 10 m<sup>2</sup> erhoben wurden. In Tab. 7 wird aufgelistet, wie viele Prozent der artenreichen Vegetationsaufnahmen und der Vegetationsaufnahmen mit Rote Liste- und UZL-Arten laut der SG-I Qualität erhalten, wenn mindestens 12 Indikatoren verlangt werden.

#### Datensatz Ju / SB / Lu

55 der 73 Aufnahmen mit Qualität laut SG-I haben mind. 34 Arten (durchschnittliche Artenzahl dieses Datensatzes). Alle 5 Aufnahmen mit 1 Rote Liste-Art erhalten Qualität. 9 der 15 Aufnahmen mit mindestens 1 UZL-3-Art erhalten Qualität. 21 der 22 Aufnahmen mit mindestens 5 UZL-2-Arten erhalten Qualität. 51 der 58 Aufnahmen mit mindestens 10 UZL-1-Arten erhalten Qualität.

#### TWW BE

186 der 374 Aufnahmen mit Qualität laut SG-I haben mindestens 42 Arten (durchschnittliche Artenzahl dieses Datensatzes). 237 der 374 Aufnahmen mit Qualität haben mindestens 39 Arten (durchschnittliche Artenzahl des übrigen TWW Datensatzes). Alle 5 Aufnahmen mit 1 Rote Liste-Art erhalten Qualität. 27 der 29 Aufnahmen mit mindestens 1 UZL-3-Art erhalten Qualität. Alle 125 Datensätze mit mindestens 5 UZL-2-Arten haben Qualität. 355 der 367 Datensätze mit mindestens 10 UZL-1-Arten erhalten Qualität.

#### BDM

111 der 123 Aufnahmen mit Qualität laut SG-I haben mindestens 33 Arten (durchschnittliche Artenzahl dieses Datensatzes). Keine Aufnahme enthält eine Rote Liste-Art. Alle 3 Aufnahmen mit mindestens 1 UZL-3-Art erhalten Qualität. Alle 31 Aufnahmen mit mindestens 5 UZL-2-Arten erhalten Qualität. 42 der 44 Aufnahmen mit mehr als 10 UZL-1-Arten erhalten Qualität.

Tab. 7: Prozent der Vegetationsaufnahmen mit überdurchschnittlicher Artenzahl bzw. Vorkommen von Rote Liste- oder UZL-Arten, die gemäss der SG-I Qualität erhalten (mindestens 12 Indikatoren vorhanden).

Datensatz	Ju / SB / Lu	TWW BE	BDM
mehr als durchschnittliche Artenzahl	95%	99%	85%
mind. 1 Rote Liste-Art	100%	100%	-
mind. 1 UZL-3-Art	60%	93%	100%
mind. 5 UZL-2-Arten	95%	100%	100%
mind. 10 UZL-1-Arten	88%	97%	95%

## 4. Diskussion

Qualität der Biodiversität zu messen und beurteilen ist eine herausfordernde Aufgabe. Biodiversität bezeichnet Vielfalt auf den verschiedenen Organisationsstufen. Ein wesentlicher Bestandteil der Biodiversität auf der Stufe Populationen/Arten bildet die Anzahl der vorhandenen Arten (Mac Nally & Fleishman 2002). Dieses Kriterium allein reicht jedoch nicht aus um die Qualität in Bezug auf Vielfalt zu beurteilen. Flächen mit speziellen Standortbedingungen, z. B. mit hoher Feuchtigkeit, beherbergen häufig wenige, aber besondere Arten, die für die Gesamtbiodiversität von Bedeutung sind. Wird die Nutzung einer solchen Fläche extensiviert oder intensiviert, kann es sein, dass dies zu einer anfänglichen Zunahme der Artenzahl führt. Einwandernde Arten sind aber oft Ubiquisten, die im Laufe der Zeit speziell angepasste Arten verdrängen und die Biodiversität schmälern. Aus diesem Grund ist es wichtig, auch andere Kriterien für die Qualität der Biodiversität beizuziehen. Für die Erarbeitung einer Liste von Biodiversitätsindikatoren, für extensiv genutztes Grasland in Brandenburg, verwendeten Matzdorf et al. (2007) die drei Kriterien Artenzahl, Anzahl Arten der Roten Liste und Anzahl Arten, die Indikatoren für extensive Nutzung sind. Dies ist vergleichbar mit den verwendeten Kriterien der vorliegenden Arbeit: Artenzahl, Anzahl Arten der Roten Liste und Anzahl Arten aus der Liste von Ziel- und Leitarten für die landwirtschaftliche Nutzfläche der Schweiz. Eine weitere Möglichkeit wäre, die Anzahl stenöker Arten für gewisse Umweltbedingungen zu berücksichtigen. In jedem Fall ist es wichtig, dass bei der Auswahl von Indikatoren für die gewählten Kriterien ein anderer Datensatz verwendet wird als für die Überprüfung derselben. Den Haupteinfluss auf die Auswahl von Indikatoren für bestimmte Kriterien hat die verwendete Datengrundlage. Um eine Indikatorenliste für das Sömmerungsgebiet zu erstellen, sind deshalb Daten notwendig, die diesen Lebensraum möglichst breit beschreiben. Einer der wichtigsten Faktoren für die Artenvielfalt der Gefässpflanzen in den Schweizer Alpen ist der Substrattyp. Kalkhaltiges Substrat wird von mehr Arten bevorzugt als silikathaltiges Substrat. Ein zusätzlicher Faktor ist die Kontinentalität, die die Temperaturdifferenzen im Tages- und Jahresverlauf sowie die Luftfeuchtigkeit kennzeichnet. Auf lokaler Ebene hängen Störungen, Beweidungsintensität und räumliche Heterogenität der Landschaft mit der Anzahl vorhandener Arten zusammen. Ein anderes häufig festgestelltes Phänomen ist die Abnahme des Artenreichtums mit zunehmender Höhe oberhalb der Baumgrenze (Körner & Spehn 2002). Für die Erstellung von Indikatorenlisten standen Datensätze zur Verfügung, die für andere Projekte erstellt worden waren. Soweit dies möglich war wurden die erwähnten Faktoren bei der Zusammenstellung der Datensätze berücksichtigt. Angaben zur Intensität oder Geschichte der Nutzung waren nicht vollständig vorhanden. Die geografische Verbreitung, Höhenlage sowie die Zeigerwerte für Feuchtigkeit, Reaktion und Nährstoff konnten hingegen verglichen werden. Bezogen auf die Gesamtfläche des Sömmerungsgebiets sind intensiv bewirtschaftete Alpweiden in den verwendeten Datensätzen eher untervertreten.

### 4.1. Datensätze

Die drei Datensätze TWW (ohne BE), Moore und Projekte Wiesen und Weiden, decken miteinander eine grosse Bandbreite der Standortbedingungen von Alpweiden ab. Um alle drei Datensätze trotz ihres unterschiedlichen Umfangs gleich gewichten zu können, wurden sie einzeln bearbeitet. Zusätzlich wurde ein Hauptaugenmerk auf Indikatoren für höher gelegene (höher als 1500 m ü. M.)

und feuchte (Feuchtezahl grösser als 3.25) Gebiete gelegt. Die Gründe dafür waren erstens, dass es einen ausgedehnten Überschneidungsbereich bezüglich der Höhenlage von Sömmerungsgebieten und der Bergzonen der landwirtschaftlichen Nutzflächen gibt. Solche Flächen können vielfach mit dem bestehenden Weideschlüssel aus der Öko-Qualitätsverordnung für die landwirtschaftliche Nutzfläche beurteilt werden. Die zu erarbeitende Indikatorenliste hingegen soll sich deutlich auf höhere Lagen beziehen. Zweitens wurde in der Anwendung des bestehenden Weideschlüssels deutlich, dass dieser nur wenige Indikatoren für feuchte Flächen enthält. Im Bewusstsein, dass Feuchtfelder grundsätzlich artenärmer sind als Trockenflächen wurden aus dem Datensatz Moore und dem Datensatz Projekte Wiesen und Weiden zwei zusätzliche Datensätze mit besonders feuchten Flächen gebildet. Im Datensatz TWW sind keine so feuchten Flächen enthalten. Da TWW-Flächen basenreicher sind, erhielten somit auch die artenärmeren, silikatreicheren Flächen aus den beiden anderen Datensätzen mehr Gewicht. Dabei muss erwähnt werden, dass der Datensatz Projekte Wiesen und Weiden feucht mit nur 30 Vegetationsaufnahmen sehr klein ist. Genau so wie die Datensätze, die zur Erstellung der Indikatorenlisten verwendet wurden, das Resultat vorwiegend beeinflussen, spielt es eine Rolle, wie die Datensätze für die Überprüfung zusammengesetzt sind. Die drei Überprüfungsdatensätze Ju / SB / Lu, TWW BE und BDM ergänzen sich in ähnlicher Art wie die Erstellungsdatensätze. Der Datensatz Ju / SB / Lu enthält mehr feuchte, der Datensatz TWW BE mehr trockene Flächen. Die gleichmässige Verteilung der Vegetationsaufnahmen aus dem Datensatz BDM über das gesamte Sömmerungsgebiet der Schweiz deckt ein sehr grosses Spektrum an Standortbedingungen ab.

## **4.2. Erstellung der Indikatorenlisten**

### **4.2.1. Qualitätskriterium Artenzahl**

Die Einteilung des Qualitätskriteriums Artenzahl in drei Klassen lässt drei verschiedene Gruppen von Indikatoren erkennen. Taxa, die Aufnahmeflächen mit mehr als 150% der erwarteten Artenzahl anzeigen, weisen auf hohen Artenreichtum hin, besonders unter der Berücksichtigung, dass die verwendeten Datensätze relativ hohe Werte für die durchschnittliche Artenzahl haben. Taxa, die Aufnahmeflächen mit mehr als 125% der erwarteten Artenzahl anzeigen, können als Indikatoren für Artenreichtum bezeichnet werden. Die dritte gebildete Klasse, Vegetationsaufnahmen mit mehr als 100% der erwarteten Artenzahl, ist relativ unspezifisch.

### **4.2.2. Qualitätskriterium Rote Liste-Arten**

Wenige Rote Liste Arten waren in den untersuchten Datensätzen enthalten (TWW (ohne BE) 35, Moore 14, Projekte Wiesen und Weiden 6). So enthielten nur maximal 6.7% eines Datensatzes mindestens eine Rote Liste Art. Bei der Berechnung von Indikatorenwerten können in diesem Fall Taxa einen hohen IndVal erreichen, die ebenfalls selten sind und deshalb als Indikatoren ungeeignet sind.

### **4.2.3. Qualitätskriterium Ziel- und Leitarten Flora (UZL)**

Die Liste der Ziel- und Leitarten Flora für die landwirtschaftliche Nutzfläche anerkennen sich als geeignetes Kriterium für das Bestimmen von Indikatoren für das Sömmerungsgebiet. Sie bezieht sich auf die Schweiz und umfasst nicht nur Arten des Mittellandes, sondern auch des Juras, der Nord-,

Zentral- und Südalpen. Ähnlich wie bei der Roten Liste handelt es sich dabei um eine Zusammenstellung von Arten, die aufgrund einer Beurteilung erfolgte. Das bedeutet, dass sich die errechneten geeigneten Indikatoren darauf beziehen, ob solche Arten vorkommen und nicht darauf, ob ein Standort, eine Bewirtschaftung o.a. förderlich für die Qualität der Biodiversität ist. Es werden nur tatsächlich vorkommende Ziel- und Leitarten miteinbezogen, ob Potential für solche Arten vorhanden wäre, kann nicht festgestellt werden. UZL-Arten der Qualitätsstufe 3 sind relativ seltene Arten, 116 der total 180 Graslandarten sind gleichzeitig Arten der Roten Liste. Deshalb muss die Klasse UZL-3 / 1 unter denselben Aspekten wie die Klasse Rote Liste betrachtet werden. UZL-Arten der Qualitätsstufe 2 können mit einem mittleren Aufwand gefördert werden. Indikatoren der Klassen UZL-2 / 5 und UZL-2 / 1 weisen auf eine gute Qualität der Biodiversität hin. UZL-Arten der Qualitätsstufe 1 sind einfach zu fördern und relativ häufig. Indikatoren für die Klassen UZL-1 / 10 und UZL-1 / 5 werden eher als schwache Indikatoren gewertet.

#### 4.2.4. Auswahl

Statistische Signifikanz muss im Falle des Erkennens von Indikatoren für die Qualität der Biodiversität in Sömmerungsgebieten nicht ausschlaggebend sein. Es geht darum, möglichst alle Taxa, die Indikatoren sein könnten zu erkennen, und ihre Relevanz abzuschätzen. In die IndVal Berechnung nach Dufrêne und Legendre (1997) fließt die Häufigkeit einer Art mit ein. Dies muss bei der Beurteilung eines Taxons als Indikator berücksichtigt werden. Mac Nally und Fleishman (2002) schlossen bei der Erarbeitung einer Indikatorenliste für Artenreichtum von Tagfaltern, in einem ersten Schritt jene Arten aus, die in mehr als 70% oder weniger als 30% aller Aufnahmen vorkamen. Ausgesprochen stark verbreitete Arten bieten wenig Information in Bezug auf die Variabilität der Artenzahl, seltene Arten haben möglicherweise sehr hohe ökologische Ansprüche, die mit nur wenigen anderen Arten geteilt werden können. Unter denjenigen, in dieser Arbeit berechneten, Indikatoren fand sich keiner, der in mehr als 70% aller Aufnahmen festgestellt worden war. Ein Grund dafür ist die Vielfältigkeit des Sömmerungsgebiets. 25 der 83 Taxa in der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste kommen immerhin in mehr als 30% aller für die Listenerstellung verwendeten Vegetationsaufnahmen vor (vgl. Spalte Bemerkung in Tab. 5). Die Mehrheit der Indikatoren, wurde jedoch in weniger als 30% aller Aufnahmen aufgenommen. Weil die Indikatorenliste aber nicht nur aufgrund des Kriteriums Artenzahl erstellt wurde, haben auch Taxa mit einer geringeren Verbreitung und speziellen ökologischen Ansprüchen ihre Berechtigung. Die Entscheidung, ausschliesslich Taxa mit einem IndVal von mindestens 0.25 zu berücksichtigen, wurde willkürlich gefällt, in Anlehnung an die Vorgehensweise von Bergamini (Bergamini 2006). Aus der Vielzahl einzelner Indikatorenlisten galt es eine überblickbare Anzahl Taxa herauszufiltern, ohne potenzielle Indikatoren zu übergehen. Im Weiteren wurden in die Liste nur Taxa aufgenommen, die in mindestens zwei Datensätzen für eine Klasse einen genügend hohen Indikatorenwert erreichten. Die Zusammenstellung der Indikatorenliste 1 erfolgte aus jenen Taxa, die in mindestens 3 Klassen Erwähnung fanden (Abb. 3). Dies bedeutet, dass das Taxon entweder sehr eindeutig ein Zeiger für Artenreichtum oder sowohl für Artenreichtum als auch für besonders förderungswerte Arten ist. Die Erweiterung der Indikatorenliste 1 auf die Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste erfolgte, um die Heterogenität der Sömmerungsweiden besser abzudecken. Die Begründung für alle zusätzlich aufgenommenen Arten findet sich in Tab. 5.

### 4.3. Indikatoren für Qualität

Indikatoren auf Artebene sind eine wichtige Hilfe für die Untersuchung, Überwachung und Einschätzung von Flächen. Sie sind greifbarer und einfacher zu studieren als Gemeinschaften, Landschaften oder Gene. Je nach Ziel werden Indikatoren aus einer oder mehreren der fünf Kategorien Schlüssel-, Schirm-, Flaggschiffarten, verwundbare Arten und ökologische Arten verwendet (Noss 1990). Kriterien, die für Indikatoren wichtig sind, sind eine gut bekannte, stabile Taxonomie, Kenntnisse zu Ansprüchen bezüglich ihres Lebensraumes, des förderlichen Klimas usw., einfaches Überwachen und Manipulieren. Wenn es sich um höhere Taxa (Gattungen) handelt, sind eine weite geografische Verbreitung und das Bewohnen verschiedener Habitattypen erforderlich. Wenn es sich um niedrigere Taxa handelt, müssen sie spezialisiert und sensibel für Habitatveränderungen sein. Gute Indikatoren sind Repräsentanten für die Muster anderer Taxa. Sehr hilfreich ist es zusätzlich, wenn ein Indikatortaxon das Potential hat ökonomisch Einfluss zu haben (z.B. als Futter-, Heil oder Gewürzpflanze). Auch nur eine geringe wirtschaftliche Bedeutung kann ausreichen, um Einwände zurückzuweisen, die sonst zum Ausschluss eines geeigneten Indikators geführt hätten (Pearson 1994). Wenn es, wie im Falle einer Beurteilung von Alpweiden darum geht, Prioritäten zu setzen, welche Habitate besonders gefördert werden sollen, macht es Sinn, Schirmarten in die anzuwendende Indikatorenliste aufzunehmen. Potentielle Schirmarten sind relativ selten, sensibel für menschliche Störungen und die Anzahl durchschnittlich mit ihnen auftretender Arten ist gross (Fleishman et al. 2000). Ein grosser Teil dieser erforderlichen Kriterien wird von den Taxa in der erarbeiteten Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste erfüllt. Die Gefässpflanzen der Alpen sind gut erforscht. Das Auffinden und Bestimmen gestaltet sich verhältnismässig einfach. Vom grössten Teil der Arten sind die Ansprüche für eine günstige Entwicklung bekannt. Hingegen ist in vielen Fällen unklar, welche Reaktionen im Detail durch menschliche Störungen ausgelöst werden. Im Zusammenhang mit Veränderungen durch die Erwärmung des Klimas und anderen Einflüssen, wie z. B. Nutzungsreformen, werden Vegetationsmuster weiter untersucht. Einzelne Indikatortaxa, die alle erforderlichen Kriterien in vollem Ausmass erfüllen können, gibt es nur wenige. Durch das Zusammenstellen einer Indikatorenliste können mehrere Taxa mithelfen, die einzelnen Bereiche möglichst optimal abzudecken. 46 der 83 Taxa aus der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste treten beispielweise hauptsächlich auf Flächen auf, die eine überdurchschnittlich grosse Artenzahl beherbergen. Sowohl für die Klasse 150% wie auch für die Klasse 125% sind sie Indikatoren. Als Beispiele für solche Taxa können *Blysmus compressus*, *Lotus corniculatus* aggr., *Parnassia palustris*, *Plantago lanceolata* und ausgewählte Arten der Gattung *Silene* erwähnt werden. *Lotus corniculatus* aggr. und *Plantago lanceolata* sind gleichzeitig Arten, die häufig vorkommen und eher unspezifische Standortansprüche haben. Im Gegensatz dazu sind 30 Taxa Zeiger für Flächen, auf denen Rote Liste-Arten vorkommen. *Arnica montana* und *Trichophorum cespitosum* sind die beiden einzigen Taxa, die nur als Zeiger für diese Klasse hohe Indikatorenwerte erhielten. Sie wurden aufgrund ihrer Vorliebe für silikatreiche bzw. feuchte Standorte aufgenommen. *Biscutella laevigata*, *Cerastium arvense*, *Crocus albiflorus* und *Senecio doronicum* sind Indikatoren für Flächen mit Rote Liste Arten und mit mehr als 5 UZL-Arten der Qualitätsstufe 2. Aus diesem Grund können sie explizit als Indikatoren für seltene Arten und Arten mit mittlerem Aufwand zur Förderung bezeichnet werden. Die übrigen 24 Indikatoren für

Rote Liste Arten sind ebenfalls Indikatoren für die Klassen 150% und / oder 125%, was bedeutet, dass die Anzahl gemeinsam mit ihnen auftretender Arten gross ist.

Allgemein gute Biodiversitätsindikatoren sind die 20 Taxa, die für alle bzw. fast alle Qualitätskriterien gute Zeiger sind. Dazu gehören *Ajuga spec.*, *Anthyllis vulneraria*, *Aster bellidiasstrum*, *Briza media*, *Carex caryophyllea*, *C. montana* und *C. ornithopoda*, *Carex flacca*, *Carlina acaulis*, *Euphrasia spec.*, *Gentiana spec.* und *Swertia perennis ohne G. lutea*, *Helianthemum spec.*, *Hieracium lactucella*, *Knautia spec.*, *Scabiosa spec.* und *Succisa pratensis*, *Leucanthemopsis spec.* und *Leucanthemum spec.*, *Linum catharticum*, *Orchidaceae spec.*, *Polygala spec.*, *Polygonum viviparum*, *Primula spec.*, *Thymus spec.* und *Tofieldia calyculata* (Indikatoren für mindestens 6 Klassen). Dazu gehören vor allem auch Taxa, die zu Artengruppen zusammengefasst wurden. *Orchidaceae spec.*, *Gentiana spec.* und *Swertia perennis ohne G. lutea*, *Knautia spec.*, *Scabiosa spec.* und *Succisa pratensis* sind als Artengruppen in verschiedenen Habitattypen Repräsentanten für Qualität der Biodiversität. Aus der gleichen Überlegung wurde *Plantago alpina* zusammen mit *Plantago atrata* als Taxon aufgenommen. *Plantago atrata* bevorzugt kalkhaltiges Substrat, *Plantago alpina* silikatreiches. Die erste Art tritt häufiger auf und erreicht allein höhere Indikatorenwerte. Als Taxon zusammen mit der zweiten Art sind die Indikatorenwerte zwar tiefer, dafür kann dieser Indikator sowohl für basenreiche als auch für saurere Habitate eingesetzt werden. Gleiches gilt für *Eriophorum latifolium* und *Eriophorum angustifolium*. Die Ähnlichkeit der Arten vereinfacht ihre Anwendung als Indikatoren. Mittlere Biodiversitätsindikatoren sind 27 Taxa, die für 3 bis 5 Klassen hohe Indikatorenwerte erreichten. Diese Gruppe enthält *Acinos alpinus*, *Alchemilla alpina aggr.* und *Alchemilla conjuncta aggr.*, *Bartsia alpina*, *Blysmus compressus*, *Carduus defloratus*, *Carex pallescens*, *Centaurea spec.*, *Cirsium acaule*, *Crepis paludosa*, *Euphorbia cyparissias*, *Galium anisophyllum* und *G. pumilum*, *Hieracium pilosella*, *Hippocrepis comosa*, *Homogyne alpina*, *Juncus alpinoarticulatus*, *Lotus corniculatus aggr.*, *Parnassia palustris*, *Pedicularis spec.*, *Pinguicula spec.*, *Plantago lanceolata*, *Silene spec. ausgewählt*, *Trifolium badium*, *Trollius europaeus*, *Vaccinium spec.*, *Valeriana dioica*, *Veratrum album* und *Viola spec.* In dieser Gruppe fallen *Crepis paludosa* und *Valeriana dioica* auf. Es sind beides Taxa, die keine Indikatoren für Artenreichtum sind, sondern auf eine grosse Zahl von UZL-1- und UZL-2-Arten hinweisen. Sie treten in fast der Hälfte aller Vegetationsaufnahmen im Datensatz Moore auf und erreichen dort für die erwähnten Klassen hohe Indikatorenwerte. In den Datensätzen TWW (ohne BE) und Projekte Wiesen und Weiden kommen sie in verschwindend kleinem Umfang vor. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass *Crepis paludosa* und *Valeriana dioica* auf Feuchtfächen spezialisierte Taxa sind, die eine grosse Zahl von Ziel- und Leitarten des Graslandes anzeigen. Einzelne Taxa der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste zeigen sich rein rechnerisch als geeignete Biodiversitätsindikatoren, erfüllen aber gewisse gewünschte Kriterien nicht. Grasartige Pflanzen sind relativ schwierig voneinander zu unterscheiden. Aus diesem Grund wurden diese Arten beispielsweise für den Katalog der Kennarten für extensiv genutztes Grünland in Baden-Württemberg ausgeschlossen (Oppermann & Gujer 2003). Die Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste enthält 7 Süssgräser-taxa (*Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum aggr.*, *Briza media*, *Cynosurus cristatus*, *Helictotrichon spec.*, *Koeleria spec.* und *Nardus stricta*). Nur *Briza media*, ein leicht erkennbares Taxon, stammt aus der Indikatorenliste 1, die anderen Taxa sind schwache Zeiger oder repräsentieren bestimmte Standorteigenschaften (v.a. trocken oder kalkarm). Die Binsengewächse *Juncus*

*alpinoarticulatus* (für 5 Klassen) und *Luzula multiflora* (für 2 Klassen) erreichten als Einzelarten hohe Indikatorenwerte. Beide besitzen nahe verwandte Arten, von denen sie sich nur in kleinen Details unterscheiden. Als gesamte Artengruppen weisen sie jedoch nicht genügend hohe Indikatorenwerte auf. *Juncus alpinoarticulatus* ist ein guter Indikator für Artenreichtum in Feuchtgebieten. Dieses Taxon tritt in einem Drittel der Vegetationsaufnahmen des Datensatzes Moore auf, nur ganz vereinzelt in den anderen Datensätzen. *Luzula multiflora* hingegen hat eine ausgedehntere Verbreitung. Rund 6% der Vegetationsaufnahmen im Datensatz TWW (ohne BE), 30% im Datensatz Moore und 24% im Datensatz Projekte Wiesen und Weiden enthalten dieses Taxon. Es erreicht hohe Indikatorenwerte für die Klasse 150% und in den Datensätzen Projekte Wiesen und Weiden für die Klasse Rote Liste-Arten. Unter den Sauergräsern aus der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste sind einzig die mehrköpfigen Wollgräser *Eriophorum angustifolium* und *E. latifolium* optisch auffällig. *Carex spec. feucht* wurde ebenfalls als Artengruppe zusammengefasst, die feuchte Standorte bevorzugt. *Carex flacca* und *Carex pallescens* wurden als Einzelarten belassen, da sie bezüglich Feuchtigkeit relativ unspezifisch sind. *Carex caryophyllea*, *C. montana* und *C. ornithopoda* bilden eine Gruppe von Seggen eher trockener Standorte. Diese Taxa, wie auch *Blasmus compressus* und *Trichophorum cespitosum* genau zu erkennen und zu bestimmen ist herausfordernd. Dennoch dürfen sie nicht unbesehen ausgeschlossen werden, soll eine ausgewogene Liste von Biodiversitätsindikatoren erstellt werden. Denn gerade für feuchte Flächen, haben einige dieser Taxa eine wichtige Bedeutung. Erwähnenswert ist weiter ein anderes sehr unscheinbares Taxon: *Linum catharticum*. Es kommt in 35% aller Vegetationsaufnahmen vor und ist ein auffallend guter Zeiger für Artenreichtum. Ungünstig in Bezug auf ökonomische Bedeutung sind für Weidetiere giftige Taxa, wie *Senecio doronicum*, *Veratrum album* und *Euphorbia cyparissias*. Aus dem Blickwinkel der Weidewirtschaft stellt sich auch die Frage, warum ein Gehölz wie *Picea abies* oder Zwergsträucher wie *Vaccinium spec.* und *Calluna vulgaris* Aufnahme in die Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste finden. Die Verbuschung einer Alpweide ist ein Hinweis für Unternutzung, was langfristig zu einem Verlust des Lebensraums für Arten des offenen Graslandes führt. In der Übergangsphase können solchen Flächen jedoch besonders artenreich sein. Deshalb erreichen die erwähnten Gehölzarten hohe Indikatorenwerte.

#### **4.4. Beurteilung der Biodiversitätsqualität des Datensatzes Ju / SB / Lu durch Experten**

74% der Aufnahmen aus dem Jura, aus San Bernardino und Lungern erhielten von mindestens vier der fünf Botanikexperten dieselbe Einschätzung bezüglich Qualität. Diese Einigkeit liegt etwas unter dem Wert (86%), der für eine vergleichbare Beurteilung von 457 Vegetationsaufnahmen aus wenig intensiven Weiden erreicht wurde (Walter et al. 2007). Eine Übereinstimmung in der Grössenordnung von 80% für diese Methode darf jedoch als positiv gewertet werden. Ein Grund für die erwähnte Differenz kann darin liegen, dass nur zwei Experten bei beiden Bewertungen beteiligt waren. Andererseits erschweren die grosse Heterogenität des Sömmerungsgebiets allgemein und die Auswahl der Aufnahmestandorte, die oft Übergangsbereiche abbilden, eine eindeutige Beurteilung. Feuchtflächen, die aufgrund von Beweidung seit kürzerer Zeit eine Zufuhr von Nährstoffen erhalten, weisen beispielsweise noch einzelne spezifische, auch seltene Arten auf. Gleichzeitig bestimmen konkurrenzstarke Arten mit schnellem Wachstum immer mehr den Eindruck der Fläche. Durch eine veränderte Nutzung (Extensivierung) könnte ein solches Habitat für Qualitätsarten erhalten bzw.

gefördert werden. Die Frage stellt sich, ob es richtig ist, der Fläche einen Qualitätsbonus zuzugestehen, oder ob aufgrund der sichtbaren Tendenz zu verstärktem Nährstoffeintrag die momentane Bewirtschaftungsweise als nicht förderungswürdig bewertet werden soll. Ähnliche Beurteilungsschwierigkeiten stellen sich für Flächen, die eine gegenteilige Bewirtschaftung erfahren und unternutzt werden, was sich an einer Tendenz zur Verbuschung zeigen kann. Ebenso erweist sich die Beurteilung von Flächen als herausfordernd, auf denen eine Vegetationsaufnahme für die Standortbedingung kuppelig erhoben wurde. Zeigen diese doch auf engstem Raum die mögliche Vielseitigkeit von Alpweiden. In einer leichten Senke finden sich nährstoffzeigende, massenwüchsige Arten. Direkt daneben bietet eine kleine flachgründige Kuppe Lebensraum für eine Vielzahl trockenheitsliebender, spezifischer Arten. Trotz dieser Schwierigkeiten ergibt sich für den grössten Teil der untersuchten Gebiete ein eindeutiges Bild. Die Auswahl von Indikatoren aus dem kleinen, aber vielseitigen Datensatz Ju / SB / Lu für das Kriterium der Expertenentscheidungen entspricht den Taxa aus den Indikatorenlisten.

#### 4.4.1. Vergleich der Qualitätsbeurteilung durch die Experten mit der Einschätzung gemäss der Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste (SG-I)

Für den Vergleich der beiden Qualitätsbewertungen wurde die erforderliche Anzahl Indikatortaxa aus der SG-I so hoch festgelegt, dass in etwa die gleiche Anzahl der Flächen Qualität erreichte, wie aufgrund der Expertenbeurteilung. Dennoch werden gewisse Diskrepanzen zwischen den beiden angewendeten Massstäben deutlich. Im Untersuchungsgebiet Jura, auf kalkreichen Flächen stimmen die Beurteilungen fast vollständig überein. Unterschiede treten bei den Vegetationsaufnahmen aus den Untersuchungsgebieten San Bernardino und Lungern auf, wo rund ein Viertel aller Aufnahmeflächen unterschiedlich bewertet wurde. Im silikatreichen Gebiet San Bernardino beherbergen Flächen, die von den Experten Qualität zugesprochen erhielten, aufgrund der SG-I aber zu wenig Punkte erreichen, meist relativ wenig Arten. Dabei handelt es sich u.a. um einzelne Arten, die an ihrem Standort Zeiger für Qualität der Biodiversität sein könnten, allgemein jedoch zu selten auftreten, um in die Indikatorenliste aufgenommen zu werden (z.B. *Alchemilla pentaphyllea*, *Botrychium lunaria* oder *Erigeron uniflorus*). Arten, die als negativ bewertet werden müssten, kommen auf diesen Flächen praktisch nicht vor. Zusätzlich würden einzelne Flächen besser beurteilt werden, wenn *Carex*-Arten einzeln als Qualitätspunkte zählen würden, und nicht als *Carex spec. feucht* zusammengefasst wären. Im Gegensatz dazu werden die untersuchten Flächen in Lungern aus Expertensicht mit der SG-I deutlich zu günstig beurteilt. Die durchschnittliche Reaktionszahl der Vegetationsaufnahmen aus Lungern liegt zwischen derjenigen aus San Bernardino und dem Jura. Sowohl Arten des basischen wie auch des saureren Bereichs können angetroffen werden. Mehrere Flächen aus Lungern erreichen mit der SG-I Qualität, weil diese Indikatorenliste möglichst umfangreich erstellt wurde und auch einige schwache Zeigertaxa enthält.

#### 4.5. Flächenanteile mit Qualität der Biodiversität

Der Vergleich der Flächenanteile mit unterschiedlicher Vegetationsqualität in den Untersuchungsgebieten darf nur als grobe Schätzung verstanden werden, da die Kartierung nicht umfassend erstellt wurde. In allen drei Untersuchungsgebieten zusammengenommen werden 57% der berücksichtigten

Sommerungsweiden als Flächen mit Qualität bewertet. Intensiv bewirtschaftete Flächen sind im Datensatz Ju / SB / Lu eher untervertreten. Eine Extrapolation der Flächenanteile mit Qualität für das gesamte schweizerische Sommerungsgebiet, gemäss dem vorgestellten Massstab und unter Beachtung der erwähnten Vorbehalte, ergibt ungefähr 50%. Dieser Wert kann als mögliches realistisches Ziel für den Anteil von Flächen mit Flora-Qualität im Sommerungsgebiet ins Auge gefasst werden.

#### **4.6. Methodenkritik**

Die Berechnung von Indikatorenwerten nach Dufrêne und Legendre (1997) ist eine geeignete Vorgehensweise, um Zeigerarten für bestimmte Kriterien in einem Datensatz zu erkennen. Die Zahlwerte sind ein Hilfsmittel Taxa zu vergleichen und in eine Rangliste zu stellen. In die Auswertungen miteinbezogen werden muss, nach welchem Mass die Einteilung eines Datensatzes in Klassen vorgenommen wurde, wie gross die einzelnen Klassen sind und auf welcher Datengrundlage die Berechnungen stattfinden. Optimal für die vorliegende Arbeit wäre es gewesen, Vegetationsaufnahmen zu besitzen, die einheitlich im ganzen Sommerungsgebiet erhoben wurden und anteilmässig die verschiedenen Standortbedingungen abbildeten. Gleichwohl sind die Datensätze für die Erstellung der Indikatorenliste umfangreich. So kann davon ausgegangen werden, dass Hauptaspekte aus dem Sommerungsgebiet wiedergegeben wurden. Durch die Gliederung der Datensätze wurde versucht stärkere Ausgewogenheit zu erreichen, was jedoch nicht belegt werden konnte. Grundsätzlich können Indikatorenwerte unabhängig vom Datenumfang aus dem sie berechnet wurden verglichen werden. Taxa aus einem kleinen Datensatz, beispielsweise Projekte Wiesen und Weiden feucht, erreichen aber oft sehr hohe IndVals, da ihre Verteilung in diesem kleinen Datensatz eindeutig ist. Solche Werte dürfen im Vergleich mit tieferen IndVals aus grossen Datensätzen nicht überbewertet werden.

#### **4.7. Schlussfolgerungen und Ausblick**

Die berechneten floristischen Indikatoren für die Qualität der Biodiversität in Sommerungsgebieten können als Zeiger für Flächen mit Qualität verwendet werden. Trotz der grossen Heterogenität dieses Lebensraumes bestehen in den Überprüfungsdatensätzen Korrelationen für die erwünschten Kriterien Anzahl Arten, Anzahl UZL-1- und UZL-2-Arten. Ebenso werden in der Anwendung der SG-I (mindestens 12 Indikatoren) alle Aufnahmen mit Rote Liste-Arten und fast alle Aufnahmen mit UZL-3-Arten zu Flächen mit Qualität gezählt (Tab. 7). Müller und Güsewell (2003) haben in Bezug auf Artenreichtum von Alpweiden im Glarnerland denselben Schluss gezogen. Die Sommerungsgebiet-Indikatorenliste wurde anhand von Aufnahmen erstellt und überprüft, ähnlich der Methodik wie sie für die Qualitätsbeurteilung extensiver Wiesen und Weiden der landwirtschaftlichen Nutzfläche erhoben worden waren. Inzwischen ist eine Arbeitsgruppe damit beschäftigt, Kriterien für die Bewertung von Ökologie und Landschaft im Sommerungsgebiet zu entwickeln (Agridea 2008). Sie kommt zum Schluss, dass die Anwendung einer Indikatorenliste wie sie auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche erfolgt für Alpweiden methodisch zu aufwändig ist. Deshalb wurden in einer ersten Testreihe die Vegetationsbestände in sehr artenreiche Magerweiden (Qualität hoch), artenarme Magerweiden und artenreiche Fettweiden (Qualität mittel) und artenarme Magerweiden und Fettweiden (Qualität gering)

eingeteilt. Dafür standen als Zuordnungshilfe je eine Anzahl Arten als Charakterpflanzen zur Verfügung. Die Abgrenzung der mittleren Qualität zur hohen bzw. geringen Qualität war anspruchsvoll. Aus diesem Grund strebt die erwähnte Arbeitsgruppe nun eine Vereinfachung in nur zwei Kategorien an. Die, in der vorliegenden Arbeit erstellte, Sömmerungsgebiet-Indikatorenliste kann als Grundlage für ein brauchbares Instrument zur Vegetationseinschätzung dienen. Wichtige Fragen in diesem Zusammenhang werden sein, ob eine Gesamtliste oder mehrere Teillisten für verschiedene Standortbedingungen oder biogeografische Regionen einzusetzen sind. Wo soll die Grenze für eine Mindestzahl von Indikatoren gezogen werden? Ist diese Grenze für alle Regionen gleich? Welche Aufnahmemethodik soll angewendet werden? Aufgrund der Erfahrungen in den drei Untersuchungsgebieten Jura, San Bernardino und Lungern erachte ich den Einsatz einer einzelnen Liste als anwendungsfreundlicher. Im Gebiet San Bernardino zum Beispiel ist die Abgrenzung von Flächen mit unterschiedlichen Standortbedingungen praktisch unmöglich. Über weite Teile des Untersuchungsgebietes wechseln sich Bodenfeuchtigkeit, Neigung, Struktur und Bodengründigkeit auf sehr engem Raum ab. Die einzelnen Bereiche sind aber zu gross, um in der Standortbedingung kuppelig abgebildet zu werden. Auch wenn die einzelnen Vegetationsaufnahmen eher artenarm sind, ist die dichte Vielseitigkeit förderlich für die Biodiversität. Es wäre im Speziellen, für solche Bedingungen aufschlussreich auch die Fauna-Qualität zu erheben. Um Sömmerungsweiden dieser Art angepasster zu beurteilen, könnte eine Aufnahmemethodik, die eine grössere Fläche umfasst, angewendet werden. Anhand der erstellten Indikatorenliste könnte als nächstes eine genauere flächenmässige Beurteilung der Flora-Qualität im Sömmerungsgebiet durchgeführt werden, um als Grundlage für die politische Diskussion zu dienen. Weiter wäre die allgemeine Beurteilung der faunistischen Qualität der Biodiversität im Sömmerungsgebiet eine interessante Folgeuntersuchung. Dabei könnte auch erforscht werden, wie gut die Einschätzung der Biodiversität aufgrund floristischer Qualitätsindikatoren auf Gruppen wie Tagfalter oder Heuschrecken übertragen werden kann. Für die gesamte Bewertung der Biodiversität im Sömmerungsgebiet werden weitere Kriterien neben der Floraqualität berücksichtigt werden. Strukturanteile, Bewirtschaftungsweise und Landschaft werden ebenfalls eine Qualitätsbeurteilung erfahren (Agridea 2008). Damit fliessen die verschiedenen Organisationsstufen der Biodiversität mit ein. Sie alle bilden einzelne Teile, die zusammengefügt eine differenzierte Einschätzung ermöglichen. Auf dieser Basis können Massnahmen beschlossen werden, die zur Erhaltung und Förderung der schweizerischen Sömmerungsgebiete führen.



***Gentiana purpurea***



***Gentiana lutea***



***Dactylorhiza majalis***



***Pseudorchis albida***



***Rhinanthus minor***

## 5. Dank

Herzlichen Dank an alle, die mir diese Arbeit ermöglicht und mich bei den verschiedensten Aufgaben unterstützt haben.

Speziell bedanke ich mich bei

- Thomas Walter, der mich angeleitet und betreut hat
- PD Dr. Andreas Lüscher und Prof. Dr. Matthias Baltisberger für ihre Unterstützung und Begleitung
- Andreas Grünig für alle Antworten in Bezug auf Vegedaz und Pflanzenbestimmung, sowie seine Beurteilungen als Botanikexperte
- Erich Szerencsits und Jonas Winizki für das Bereitstellen der GIS-Informationen und die Anleitung der Arbeit damit
- Dr. Beatrice Schüpbach für das Bereitstellen der GIS-Hilfsmittel für die Feldaufnahmen
- Dr. Philippe Jeanneret für die Hilfe bei statistischen Fragen
- Dr. Markus Peter für ergänzende Vegetationsaufnahmen
- den Botanikexperten Dr. Stefan Eggenberg, Dr. Willy Schmid, Dr. Matthias Suter und Prof. Dr. Jürg Stöcklin für ihre Beurteilungen
- den Mitgliedern der Forschungsgruppe 33.1 für spontane Hilfen (Neigungsmesser, Bestimmungsliteratur), interessante Diskussionen und besonders Nina Richner, fürs gemeinsame Pflanzen bestimmen
- Jean-Yves Humbert und seiner Familie für ihre Gastfreundschaft im Waadtländer Jura
- Richi Lüscher und Dora und Felix Zimmermann für Besuche in den Untersuchungsgebieten, Interesse, Anregungen und Ermutigung

## 6. Literaturverzeichnis

- AGFF (2004). Der schweizerische Futterbau, Bedeutung und Grundsätze. Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues, Zürich.
- Agridea (2008). Entwicklung von Kriterien zur Bewertung von Ökologie und Landschaft im Sömmerungsgebiet, Schlussbericht. Entwicklung der Landwirtschaft und des ländlichen Raums, Lindau.
- ART & WSL (2008). AlpFUTUR, Zukunft der Sömmerungsweiden in der Schweiz, Vorschlag für ein inter- und transdisziplinäres Verbundprojekt 2008 - 2012. [www.alpfutur.ch](http://www.alpfutur.ch).
- BAFU & BLW (2008). Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0820. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Bergamini, A., Peintiger, M. (2006). Langfristige Veränderungen in Flachmooren: Welchen Einfluss haben Bewirtschaftungsform und Höhenlage? Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.
- BLW (2001). Weisungen nach Art. 20 der Verordnung über die regionale Förderung der Qualität und der Vernetzung von ökologischen Ausgleichsflächen in der Landwirtschaft (Öko-Qualitätsverordnung, ÖQV) vom 4. April 2001 SR 910.14, Extensiv genutzte Wiesen, wenig intensiv genutzte Wiesen, Streueflächen. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- BLW (2007). Weisungen und Erläuterungen vom 28. Februar 2007 zur Verordnung über Sömmerungsbeiträge (Sömmerungsbeitragsverordnung, SöBV, SR 910.133). BLW, Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- BLW (2007). Weisungen und Erläuterungen vom 31. Januar 2007 zur Verordnung über landwirtschaftliche Begriffe und die Anerkennung von Betriebsformen (Landwirtschaftliche Begriffsverordnung, LBV; SR 910.91). BLW, Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- BLW (2008). Weisungen nach Art. 20 der Verordnung über die regionale Förderung der Qualität und der Vernetzung von ökologischen Ausgleichsflächen in der Landwirtschaft (Öko-Qualitätsverordnung, ÖQV) vom 4. April 2001 SR 910.14, Extensiv genutzte Weiden. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- BLW (2008). Die landwirtschaftlichen Erschwerniszonen der Schweiz. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- Bundesversammlung (1998 (Stand 2008)). Bundesgesetz über die Landwirtschaft (Landwirtschaftsgesetz, LwG), 910.1. Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, Bern.
- Dietl, W., Jorquera Manuel (2003). Wiesen- und Alpenpflanzen. Erkennen an den Blättern. Freuen an den Blüten. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, Zürich.
- Dufrêne, M. & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*. 67 (3): 345-366.
- Eggenberg, S., Dalang, T., et al. (2001). Kartierung und Bewertung der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung. Technischer Bericht. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- Eggenberg, S. & Möhl, A. (2007). *Flora Vegetativa*. Haupt, Bern.
- Fleishman, E., Murphy, D. D., et al. (2000). A new method for selection of umbrella species for conservation planning. *Ecological Applications*. 10 (2): 569-579.
- Fleishman, E., Thomson, J. R., et al. (2005). Using Indicator Species to Predict Species Richness of Multiple Taxonomic Groups. *Conservation Biology*. 19 (4): 1125-1137.

- Graf, U. H. (2008). Provisorischer Schlüssel zur Bestimmung von nichtblühenden Seggen, Binsen und anderen Sauergräsern (Cyperaceen, Juncaceen, Juncaginaceen, Scheuchzeriaceen) in der Schweiz. Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.
- Hess, H. E., Landolt, E., et al. (1998). Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. Birkhäuser, Basel.
- Jermy, A. C., Chater, A. O., et al. (1982). Sedges of the british isles. Botanical Society of the British Isles, London.
- Klaus, G., Pauli, D., et al. (2001). Hotspot. Biodiversität in Berggebieten. Informationsbulletin des Forum Biodiversität Schweiz.
- Körner, C. & Spehn, E. (2002). Mountain Biodiversity. A Global Assessment. The Parthenon Publishing Group, New York, London.
- Lauber, K. & Wagner, G. (2007). Flora Helvetica. Haupt, Bern.
- Lawton, J. H. & Gaston, K. J. (2001). Indicator species. Encyclopedia of Biodiversity. 3 437-450.
- Legendre, P. (2007). Espèces indicatrices. Département de sciences biologiques, Université de Montréal,
- Legendre, P. & Legendre, L. (1998). Numerical Ecology. Developments in Environmental Modelling 20. Elsevier, Amsterdam.
- Mac Nally, R. & Fleishman, E. (2002). Using "indicator" species to model species richness: model development and predictions. Ecological Applications. 12 (1): 79-92.
- Mack, G. & Flury, C. (2008). Wirkung der Sömmerungsbeiträge. Agrarforschung. 15 (10): 500-505.
- Mack, G., Walter, T., et al. (2008). Entwicklung der Alpung in der Schweiz: Ökonomische Bedeutung und ökologische Auswirkungen. Yearbook of Socioeconomics in Agriculture. 259-300.
- Matzdorf, B., Kaiser, T., et al. (2007). Developing biodiversity indicator to design efficient agri-environmental schemes for extensively used grassland. Ecological Indicators. 8 (2008): 256-269.
- Moser, D., Gygas, A., et al. (2002). Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern; Zentrum des Datenverbundnetzes der Schweizer Flora, Chambésy; Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Chambésy.
- Müller, P. (2002). Einfluss von Standort und Nutzung auf die Alpweidevegetation und ihre Bedeutung für die nachhaltige Alpnutzung. Eine Fallstudie in der Schweizer Bergregion Glarner Hinterland-Sernftal. PhD thesis, ETH, Zürich.
- Müller, P. & Güsewell, S. (2003). Predicting the species richness of alpine pastures using indicator species. Bulletin of the Geobotanical Institute ETH. 69 107-116.
- Noss, R. F. (1990). Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. Conservation Biology. 4 (4): 355-364.
- Oppermann, R. & Gujer, H. U. (2003). Artenreiches Grünland bewerten und fördern - MEKA und ÖQV in der Praxis. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart.
- Pearson, D. L. (1994). Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B: Biological Sciences. 345 75-79.
- Rothmaler, W. & Jäger, E. J. (2007). Exkursionsflora von Deutschland. Gefässpflanzen: Atlasband. Elsevier GmbH, München.

Walter, T., Grünig, A., et al. (2007). Indicators to predict biodiversity quality of low intensity grazing areas in Switzerland. Proceedings of the 14th Symposium of the European Grassland Federation Ghent, Belgium 3-5 September 2007. Grassland Science in Europe. 12 271-274.

#### Räumliche Daten

Landwirtschaftliche Zonengrenzen: Copyright © Bundesamt für Landwirtschaft  
VECTOR200 © swisstopo (DV053908), DHM25 © Bundesamt für Landestopografie  
(DV002207.1)  
Luftbilder (Qualität 50 cm/Pixel, SWISSIMAGE)