



Vielfalt von Artengemeinschaften

Der Indikator «Vielfalt von Artengemeinschaften (Z12)» beschreibt, wie sich die Artenzusammensetzungen innerhalb einzelner Nutzungstypen und in den verschiedenen Regionen der Schweiz entwickeln. Dies erfolgt auf der Basis der Präsenz- und Absenzangaben der einzelnen Arten aus den beiden BDM-Messnetzen für die Indikatoren «Artenvielfalt in Landschaften (Z7)» und «Artenvielfalt in Lebensräumen (Z9)».

Eine grosse Vielfalt unterschiedlicher Artengemeinschaften ist positiv, eine Vereinheitlichung hingegen ist unerwünscht, da sie einen Verlust biologischer Vielfalt bedeutet. Lebensgemeinschaften werden zunehmend einheitlicher, wenn die Nutzungen immer ähnlicher oder intensiver werden, oder wenn überall die gleichen Arten eingeschleppt oder eingebracht werden. Beim Vergleich der Artengemeinschaften können auch eher artenarme Standorte zur Vielfalt beitragen, wenn sie Arten beherbergen, die an den meisten anderen Orten fehlen.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass in den letzten 10 Jahren auf Landschaftsebene vor allem die Artengemeinschaften der Pflanzen ähnlicher geworden sind. Dieselbe Entwicklung zeigen die Mollusken in der kleinräumigeren Ebene der Lebensräume. Je nach Region und Nutzungstyp entwickeln sich die beobachteten Artengruppen im Detail unterschiedlich. In einzelnen Lebensräumen zum Beispiel sind die Artengemeinschaften der Moose sogar vielfältiger geworden.

Stand: Mai 2015

Inhalt

Artengemeinschaften in Schweizer Landschaften: zeitliche Entwicklung.....	2
Artengemeinschaften in Schweizer Landschaften: Zustand.....	4
Artengemeinschaften in Lebensräumen: zeitliche Entwicklung.....	5
Artengemeinschaften in Lebensräumen: Zustand.....	8
Artengemeinschaften nach Höhenstufen.....	9
Bedeutung für die Biodiversität.....	11
Definition des Indikators.....	12
Methodik.....	12
Weiterführende Informationen.....	13

Tabellen und ergänzende Informationen.....Anhang

Der Indikator Z12 beschreibt, wie sich die Vielfalt von Artengemeinschaften in der Schweiz, in einzelnen Regionen und in unterschiedlichen Lebensräumen, entwickelt. Vielfältige Artengemeinschaften liegen vor, wenn sich die Artenzusammensetzungen der Untersuchungsflächen stark unterscheiden. Diese Unterschiede kommen durch die reine Artenzahl, wie sie in anderen BDM-Indikatoren betrachtet wird, nicht zum Ausdruck. Um die Artenzusammensetzung in Landschaften zu untersuchen, werden die Artenlisten der BDM-Stichprobenflächen des Indikators «Artenvielfalt in Landschaften (Z7)» herangezogen und die Artengemeinschaften dieser Kilometerquadrate miteinander verglichen. Die Artenzusammensetzungen von Gefässpflanzen, Brutvögeln und Tagfaltern werden dabei separat betrachtet.

Um die Vielfalt der Artengemeinschaften in Lebensräumen oder Nutzungstypen zu untersuchen, werden die Artenlisten der zehn Quadratmeter grossen Stichprobenflächen des Indikators «Artenvielfalt in Lebensräumen (Z9)» miteinander verglichen. Der Indikator Z12 unterscheidet dabei die Artengemeinschaften von Gefässpflanzen, Moosen und Mollusken.

Anders als bei den Indikatoren Z7 und Z9 ist beim Indikator Z12 nicht die Anzahl der Arten entscheidend, sondern die Identität der Arten. Ein Indikatorwert von 100 bedeutet eine maximale Vielfalt der Artengemeinschaften. Er liegt vor, wenn keine einzige Art auf zwei der miteinander verglichenen Flächen vorkommt. Ein tiefer Indikatorwert dagegen entsteht dann, wenn die Flächen viele gemeinsame Arten aufweisen.

Artengemeinschaften in Schweizer Landschaften: zeitliche Entwicklung

Tabelle 1 zeigt, in welche Richtung sich die Vielfalt von Artengemeinschaften in der Gesamtschweiz und in den biogeografischen Regionen in den vergangenen 10 Jahren bewegt hat. Pfeile nach unten weisen auf eine Vereinheitlichung der Artengemeinschaften hin. Pfeile nach oben geben an, dass die Artengemeinschaften vielfältiger geworden sind.

In der Abbildung 1 ist die gesamte Entwicklung des Indikators seit Beginn der Erhebungen im BDM im Jahr 2001 im zeitlichen Verlauf dargestellt (14 Jahre).

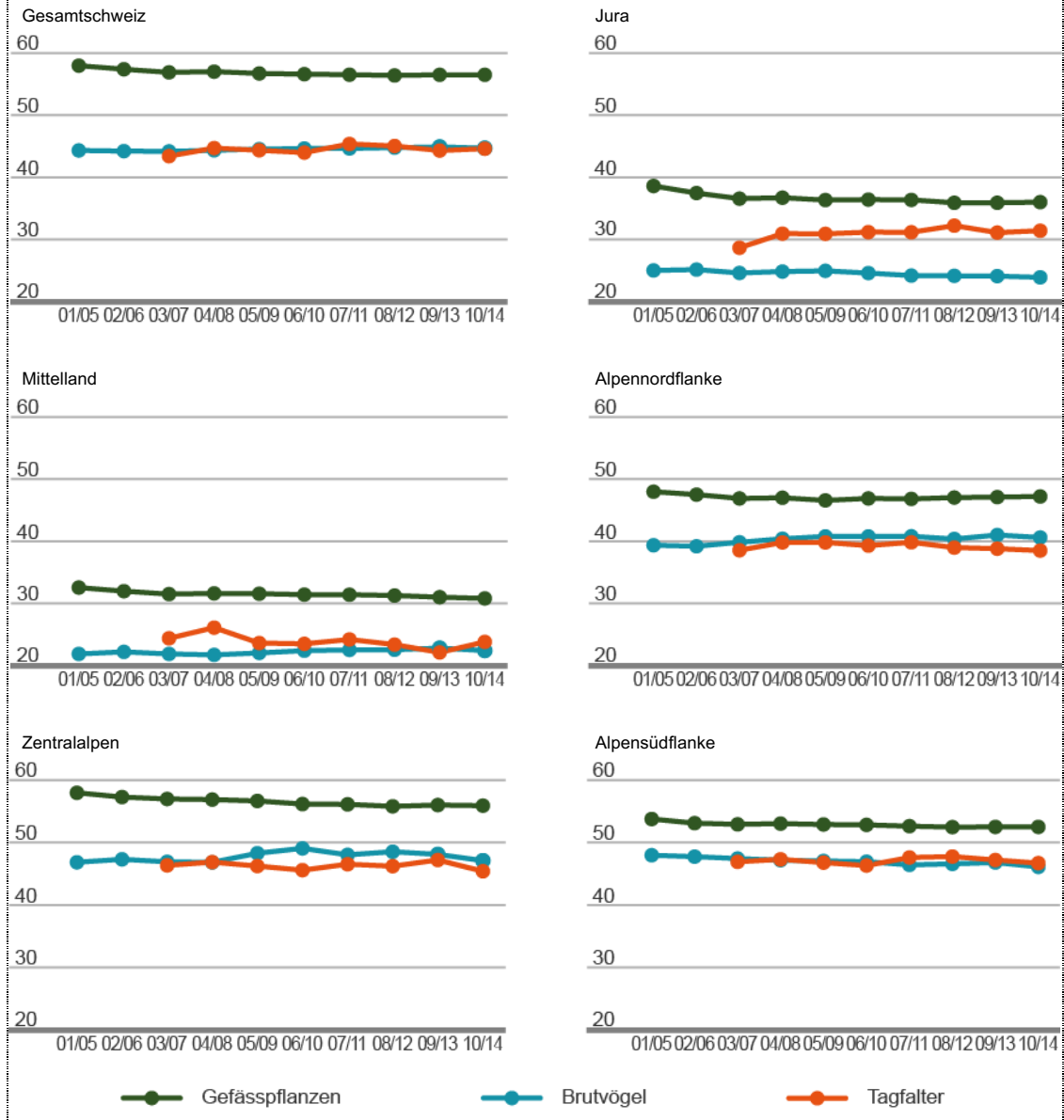
Die Auswertungen der letzten 10 Jahre zeigen, dass Gefässpflanzengemeinschaften in Schweizer Landschaften einheitlicher, das heisst in der Artenzusammensetzung einander ähnlicher werden. Die Vielfalt der Artengemeinschaften der Tagfalter und Brutvögel scheint insgesamt konstant zu bleiben. Eine Ausnahme bilden die Brutvögel im Jura, deren Artengemeinschaften ebenfalls einheitlicher werden.

Tab. 1: Entwicklungstendenz der Artengemeinschaften in Schweizer Landschaften 2005–2014			
Biogeografische Region	Trend Gefässpflanzen	Trend Brutvögel	Trend Tagfalter
Gesamtschweiz	↘	→	→
Jura	↘	↘	→
Mittelland	↘	→	→
Alpenordflanke	→	→	→
Zentralalpen	↘	→	→
Alpensüdflanke	↘	→	→

© BDM (Indikator Z12). Datenquelle: Erhebungen des BDM. Stand: Mai 2015

Abb. 1: Entwicklung der Artengemeinschaften in Schweizer Landschaften 2001–2014*

Mittlerer Simpson-Index aller paarweisen Vergleiche der Kilometerquadrate seit Beginn der Aufnahmen. Innerhalb von fünf Jahren werden jeweils alle Aufnahmeflächen bearbeitet. Für einen kompletten Vergleich aller Flächen werden deshalb die Aufnahmen von jeweils fünf Jahren verwendet.



© BDM (Indikator Z12). Datenquelle: Erhebungen des BDM. Stand: Mai 2015

*Die Tagfalter werden erst seit 2003 erhoben

Kommentare

- Die Unterschiede im Indikatorwert zwischen den Artengruppen werden durch die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Arten bestimmt. Je mehr seltene und je weniger häufige Arten es in einer Artengruppe gibt, desto höher fällt der Indikatorwert aus. Das Hauptaugenmerk des Indikators liegt aber auf der zeitlichen Entwicklung, das heisst, ob die Vielfalt der Artengemeinschaften im Lauf der Jahre steigt oder sinkt.
- Die Vielfalt der Artengemeinschaften in Schweizer Landschaften entwickelt sich anders als die Artenzahlen der einzelnen Untersuchungsflächen: bei den Gefässpflanzen beispielsweise wurde in

den vergangenen 10 Jahren für die Schweiz insgesamt eine Zunahme der Artenzahlen beobachtet (vergleiche dazu das Basisdatenblatt des Indikators «Artenvielfalt in Landschaften (Z7)»). Die Artengemeinschaften der Gefässpflanzen dagegen sind im selben Zeitraum einheitlicher, einander also ähnlicher geworden. Dieser Trend lässt sich bei den Gefässpflanzen in fast allen Regionen beobachten. Einzig an der Alpennordflanke wurde über die letzten 10 Jahre betrachtet kein signifikanter Trend zur Vereinheitlichung mehr festgestellt. Die grossflächige Verarmung der Pflanzengemeinschaften bedeutet im Allgemeinen einen Verlust an Biodiversität. Forscher vermuten, dass Ökosystemleistungen von einer hohen Pflanzenvielfalt abhängig sind (Isbell et al., 2011).

- Über die vergangenen 10 Jahre betrachtet, hat sich die Vielfalt der Brutvogel-Artengemeinschaften kaum verändert. Die zuvor im Mittelland beobachtete Zunahme schwächte sich in den letzten Jahren ab. Eine intensivierete Nutzung der Landschaft im Jura (Horch et al., 2008) ist möglicherweise die Ursache, dass in dieser Region die Vielfalt der Vogel-Artengemeinschaften in den letzten 10 Jahren abgenommen hat.
- Werden nicht nur die letzten 10 Jahre, sondern der gesamte Beobachtungszeitraum seit 2001 betrachtet, zeigen sich weitere, zum Teil abweichende Entwicklungen der Vielfalt der Artengemeinschaften: So werden etwa die Vogel-Artengemeinschaften über die gesamte Messperiode gesamtschweizerisch sowie im Mittelland und an der Alpennordflanke vielfältiger – im Unterschied zu Tabelle 1 für die letzten 10 Jahre, wo die Entwicklung stabil ist.
- Bei den Tagfaltern sind die jährlichen Schwankungen des Indikators besonders gross (vergleiche dazu das Basisdatenblatt des Indikators «Artenvielfalt in Landschaften (Z7)»). Daher wird sich erst in den nächsten Jahren zeigen, ob es sich bei den gefundenen Trends tatsächlich um langfristige Veränderungen der Vielfalt der Artengemeinschaften handelt.

Artengemeinschaften in Schweizer Landschaften: Zustand

Abbildung 2 zeigt die Vielfalt der Artengemeinschaften von Gefässpflanzen, Brutvögeln und Tagfaltern im Erhebungszeitraum 2010 bis 2014 in den Landschaften verschiedener Regionen der Schweiz. Je ähnlicher sich die Artengemeinschaften in den Kilometerquadraten sind, desto tiefer fällt der Indikatorwert aus und umgekehrt. Im regionalen Vergleich sind die Artengemeinschaften in den Landschaften auf der Alpensüdflanke und in den Zentralalpen am vielfältigsten. Generell am einheitlichsten sind Artengemeinschaften in den Landschaften des Mittellandes.

Abb. 2: Vielfalt von Artengemeinschaften in Schweizer Landschaften 2010–2014

Mittlerer Simpson-Index aller paarweisen Vergleiche der Kilometerquadrate. Je kräftiger die jeweiligen biogeografischen Regionen eingefärbt sind, desto vielfältiger sind dort die Artengemeinschaften.



© BDM (Indikator Z12). Datenquelle: Erhebungen des BDM. Stand: Mai 2015

Kommentare

- Die Artengemeinschaften der Gefässpflanzen und der Brutvögel im Jura sind fast so homogen wie im Mittelland. Die Vielfalt der Tagfalter-Gemeinschaften ist im Jura dagegen etwas höher.
- Der Unterschied zwischen Mittelland und Jura einerseits und den Alpenregionen andererseits hat sowohl nutzungsbedingte als auch natürliche Gründe. Die Alpenregionen beherbergen aufgrund der grösseren Höhenunterschiede und des ausgeprägteren Reliefs naturgemäss unterschiedlichere Artengemeinschaften als tiefer gelegene Regionen. Die grössere Homogenität der Artengemeinschaften im Mittelland und im Jura ist aber höchstwahrscheinlich auch auf die intensive Nutzung dieser Regionen zurückzuführen. Diese hat zum Verschwinden örtlicher Besonderheiten geführt (Chételat et al., 2013).
- Die absolute Zahl des Indikatorwertes für die gesamte Schweiz (siehe Anhang 1) ist nicht direkt mit den Werten für die biogeografischen Regionen vergleichbar. Weil diese anhand einheitlicher floristischer und faunistischer Verbreitungsmuster definiert wurden (Gonseth et al., 2001), ist es logisch, dass die Vielfalt der Artengemeinschaften grösser ist, wenn die Schweiz als Ganzes betrachtet wird.
- Exakte Indikatorwerte und zusätzliche Informationen finden sich im Anhang 1.

Artengemeinschaften in Lebensräumen: zeitliche Entwicklung

Tabelle 2 zeigt, in welche Richtung sich die Vielfalt von Artengemeinschaften in Lebensräumen oder Nutzungstypen in den vergangenen 10 Jahren bewegt hat. Pfeile nach unten weisen auf eine zunehmende Vereinheitlichung der Artengemeinschaften hin. Pfeile nach oben zeigen an, dass die Artengemeinschaften vielfältiger werden.

In der Abbildung 3 ist die gesamte Entwicklung des Indikators seit Beginn der Erhebungen im BDM im Jahr 2001 im zeitlichen Verlauf dargestellt (14 Jahre).

Die Vielfalt der Artengemeinschaften von Mollusken nimmt derzeit in mehreren Lebensräumen ab: in Wäldern, in Wiesen und Weiden, in Alpweiden, im Gebirge und auch im Siedlungsgebiet. Bei den Gefässpflanzen hat sich der Trend zur Vereinheitlichung unterdessen abgeschwächt und ist in den letzten 10 Jahren nur noch im Wald erkennbar. Bei den Moosen dagegen werden die Artengemeinschaften eher vielfältiger, zumindest im Wald, im Siedlungsgebiet und auf Alpweiden.

Tab. 2: Entwicklungstendenz der Artengemeinschaften in Lebensräumen 2005–2014*

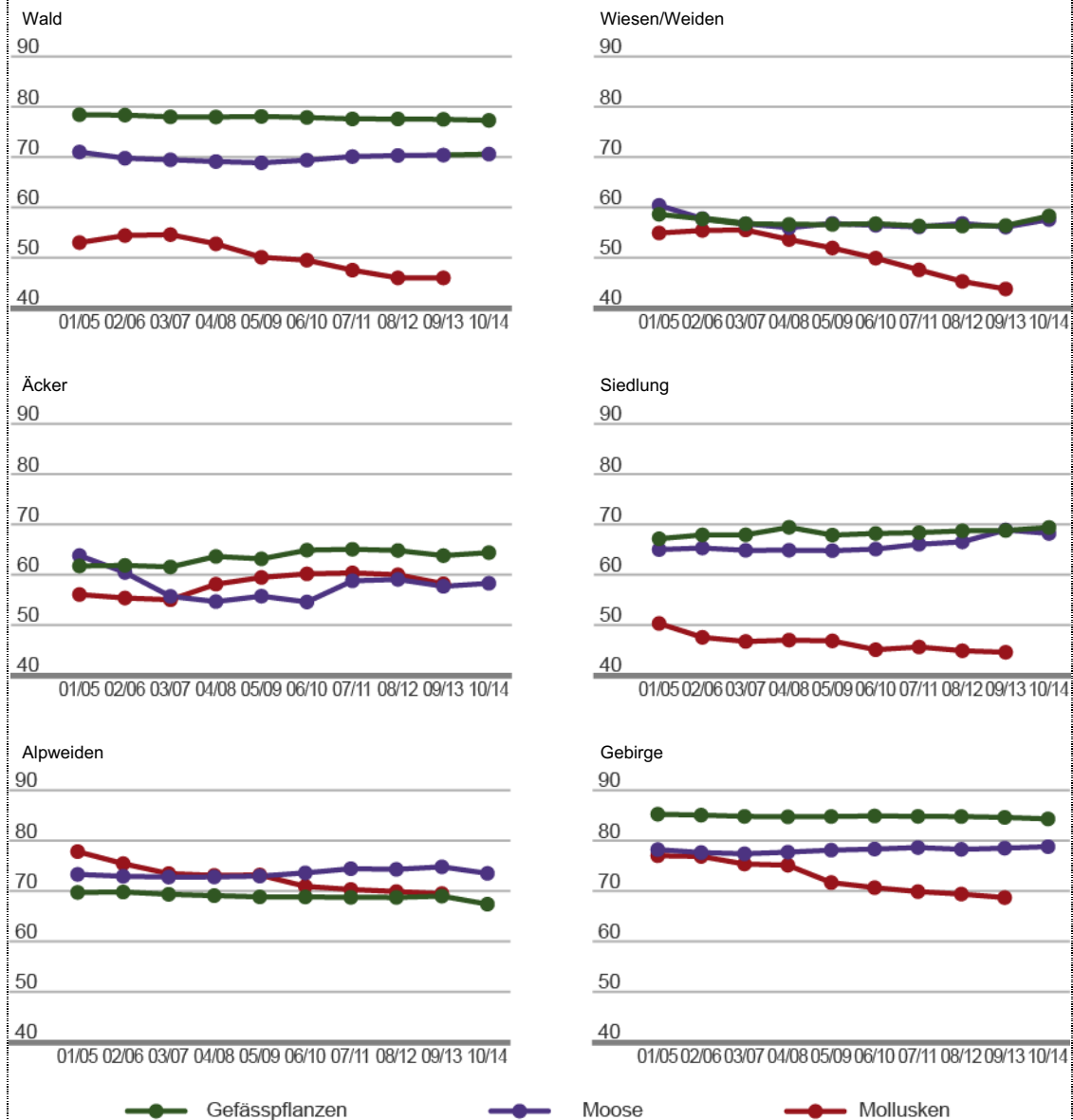
Lebensraum/Nutzungstyp	Trend Gefässpflanzen	Trend Moose	Trend Mollusken
Wald	↘	↗	↘
Wiesen/Weiden	→	→	↘
Äcker	→	→	→
Siedlung	↗	↗	↘
Alpweiden	↗	↗	↘
Gebirge	→	→	↘

© BDM (Indikator Z12). Datenquelle: Erhebungen des BDM. Stand: Mai 2015

*Für die Mollusken sind erst die Daten bis und mit 2013 verfügbar.

Abb. 3: Entwicklung der Artengemeinschaften in Lebensräumen 2001–2014*

Mittlerer Simpson-Index aller paarweisen Vergleiche der Stichprobeflächen seit Beginn der Aufnahmen. Innerhalb von fünf Jahren werden jeweils alle Aufnahme­flächen bearbeitet, für einen kompletten Vergleich aller Flächen werden deshalb die Aufnahmen von jeweils fünf Jahren verwendet.



© BDM (Indikator Z12). Datenquelle: Erhebungen des BDM. Stand: Mai 2015

*Für die Mollusken sind erst die Daten bis und mit 2013 verfügbar.

Kommentare

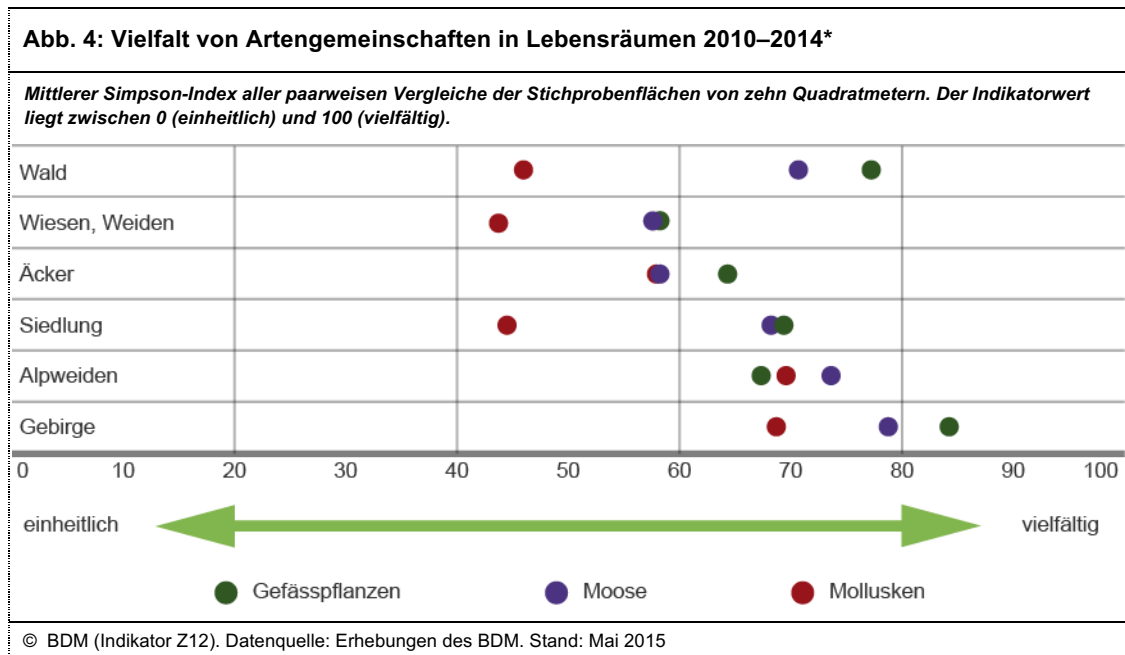
- Die Unterschiede im Indikatorwert zwischen den Artengruppen werden durch die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Arten bestimmt. Je mehr seltene und je weniger häufige Arten es gibt, desto höher fällt der Indikatorwert aus. Das Hauptaugenmerk des Indikators liegt aber auf der zeitlichen Entwicklung.
- Bei den Gefässpflanzen sind die Artengemeinschaften der Wälder über die vergangenen 10 Jahre ähnlicher geworden. Grund für diese Tendenz ist womöglich der Nährstoffeintrag aus der Luft (Kohli, 2011). Auch in Wiesen und Weiden sowie auf nicht genutzten Flächen im Gebirge kann – zumindest über die gesamte Messperiode von 14 Jahren – eine Vereinheitlichung der Artengemeinschaften

beobachtet werden. Auch hier könnte sich der Nährstoffeintrag aus der Luft negativ auf die Vielfalt der Artengemeinschaften ausgewirkt haben (Roth et al., 2013; siehe auch Resultate des Indikators E6 «Nährstoffangebot im Boden»). Bezogen auf die letzten 10 Jahre hat sich diese Tendenz aber abgeschwächt und ist nicht mehr signifikant.

- In Siedlungen ist sogar eine Zunahme der Vielfalt von Gefässpflanzen-Artengemeinschaften festzustellen. Aus BDM-Spezialauswertungen ist bekannt, dass sich wärmeliebende Ruderalpflanzen in tiefen Lagen derzeit ausbreiten (Bühler, 2012). Wenn dies auch für die bisher auf BDM-Flächen eher seltenen Arten zutreffen sollte, steigt dadurch die Vielfalt der Artengemeinschaften. Beispiele dafür sind Pflanzenarten wie der Aufrechte Sauerklee (*Oxalis fontana*), die Grüne Borstenhirse (*Setaria viridis*) oder das Quendelblättrige Sandkraut (*Arenaria serpyllifolia* agg.). Sie kommen bisher nur auf 1 bis 2 Prozent der Messflächen vor, haben aber in den letzten Jahren je 4 bis 8 neue Messflächen besiedelt.
- Mit Ausnahme der Äcker nimmt die Vielfalt der Mollusken-Artengemeinschaften in allen Nutzungstypen ab. Die Ursache dieser Abnahmen ist die starke Ausbreitung bereits häufiger Molluskenarten, die keine besonderen Ansprüche an ihren Lebensraum stellen (Ubiquisten). Weitere Informationen dazu liefert das Basisdatenblatt zum Indikator «Artenvielfalt in Lebensräumen (Z9)».
- In Alpweiden werden die Moos-Artengemeinschaften immer unterschiedlicher. Grund für diese Entwicklung könnte eine Extensivierung bis hin zur Bewirtschaftungsaufgabe in subalpinen Lagen sein. Im Gegensatz dazu werden in den Wiesen / Weiden der tieferen Höhenstufen die Artengemeinschaften immer ähnlicher. Diese Entwicklung ist aber nur bei einem Betrachtungszeitraum über die gesamten 14 Erhebungsjahre signifikant. Sie könnte die Folge einer Intensivierung der Bewirtschaftung in tieferen Lagen sein. Eine BDM-Spezialauswertung, die Nutzungsänderungen im Sömmerungsgebiet untersuchte, fand tatsächlich Hinweise auf eine Extensivierung hoher, schlecht zugänglicher Weiden einerseits und Tendenzen zur Intensivierung von Weiden tiefer, gut zugänglicher Lagen andererseits.
- Die Moos-Artengemeinschaften in Wäldern zeigen generell eine Tendenz zur Diversifizierung. Ursache dafür könnte die Zunahme des Laubholzanteils sowie der Windwurfflächen sein, welche sich positiv auf die Strukturvielfalt der Wälder und auf den Totholzvorrat auswirken (Brändli, 2010).
- Moos-Artengemeinschaften in Siedlungen sind in den vergangenen 10 Jahren vielfältiger geworden. Diese Tendenz ist 2014 erstmals seit Beginn des BDM nachweisbar, und über die Gründe dafür können erst Vermutungen angestellt werden: Möglicherweise spielt die starke Bautätigkeit eine Rolle. Denn im Gegensatz zu den Gefässpflanzen können spezialisierte Moosarten auch versiegelte Flächen besiedeln, und zum Beispiel auf Beton oder Hausdächern charakteristische Artengemeinschaften bilden. Unter diesen Lebensraumspezialisten befinden sich im Siedlungsgebiet häufige Arten wie *Ceratodon purpureus* und *Syntrichia ruralis*. Diese zwei Arten haben sich gemäss BDM-Daten im Siedlungsgebiet tatsächlich ausgebreitet (siehe Indikator «Bestand häufiger Arten (Z8)»). Demgegenüber gehen im Siedlungsgebiet infolge der Versiegelung häufige und weit verbreitete Moosarten zurück, wie *Brachythecium rivulare* und *Hypnum cupressiforme*. Diese beiden Entwicklungen könnten kombiniert zu einer erhöhten Vielfalt der Artengemeinschaften beitragen.

Artengemeinschaften in Lebensräumen: Zustand

Abbildung 4 zeigt die Vielfalt von Artengemeinschaften in Lebensräumen im Erhebungszeitraum 2010 bis 2014. Je ähnlicher die Artengemeinschaften auf den verschiedenen Flächen von zehn Quadratmetern sind, desto tiefer fällt der Indikatorwert aus und umgekehrt. Die Artengemeinschaften sind im Lebensraum «Gebirge» generell am vielfältigsten. Zu diesem Lebensraumtyp zählen hauptsächlich Flächen im Hochgebirge.



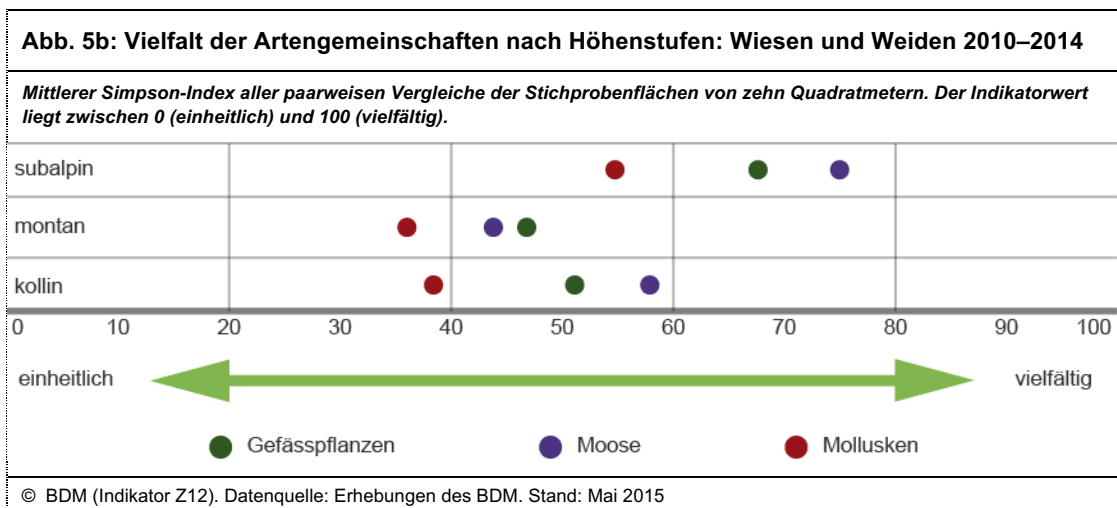
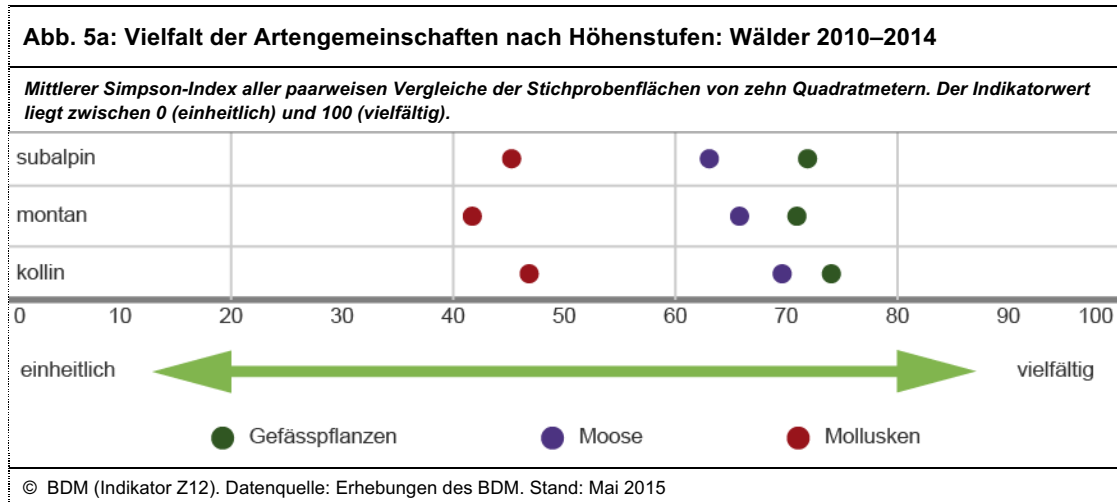
*Für die Mollusken sind erst die Daten bis und mit 2013 verfügbar.

Kommentare

- Der Lebensraum «Gebirge» umfasst hier alpine Flächen ohne alpwirtschaftliche Nutzung wie Schuttfleuren, alpine Rasen, Felsen oder Zwergstrauchheiden. Nicht untersucht wurden Gletscher und unzugängliche Felsen.
- Im Gebirge ist die Standortvielfalt höher als etwa in Wäldern oder Wiesen. Die Standortbedingungen, zum Beispiel bezüglich Temperatur, Feuchtigkeit oder Substrat, sind im Gebirge oft sehr heterogen und können auf wenigen Zentimetern vom einen ins andere Extrem wechseln. Deshalb leben hier besonders viele spezialisierte Arten. Entsprechend vielfältig sind die Artengemeinschaften.
- Auch Alpweiden zeichnen sich durch eine hohe Vielfalt der Artengemeinschaften aus – vor allem der Moose und Mollusken. Die Artengemeinschaften von Gefässpflanzen sind dagegen in den Wäldern vielfältiger.
- Exakte Indikatorwerte und zusätzliche Informationen finden sich im Anhang 2.

Artengemeinschaften nach Höhenstufen

Die folgenden Abbildungen zeigen die Vielfalt der Artengemeinschaften in Wäldern (Abb. 5a) sowie in Wiesen und Weiden (Abb. 5b). Die Vielfalt der Artengemeinschaften ist dort für drei Höhenstufen dargestellt und zwar für den Erhebungszeitraum der vergangenen 5 Jahre, 2010 bis 2014. Je mehr sich die Artengemeinschaften auf den Stichprobenflächen von zehn Quadratmetern gleichen, desto tiefer fällt der Indikatorwert aus und umgekehrt.



Kommentare

- Bei Wäldern, Wiesen und Weiden ist eine Unterteilung nach Höhenstufen sinnvoll. In diesen Lebensräumen bilden sich je nach Höhenlage unterschiedliche Artengemeinschaften heraus, weil viele Arten nur bis zu einer bestimmten Höhe vorkommen. Auch die Nutzung dieser Lebensräume ist je nach Höhenlage unterschiedlich. Grundlage für die hier benutzte Abgrenzung der Höhenstufen ist die «Wärmegliederung der Schweiz» (Schreiber et al., 1997). Die dort verwendeten Kategorien wurden für die BDM-Auswertung vereinfacht und zu den drei Höhenstufen kollin, montan und subalpin zusammengefasst.
- In tief gelegenen Wäldern ist die Vielfalt der Artengemeinschaften von Gefässpflanzen und Moosen höher als in Wäldern höherer Lagen. Der Indikator «Artenvielfalt in Lebensräumen (Z9)», der die Artenvielfalt ausschliesslich über die Anzahl Arten definiert, kommt zu einer gegenteiligen Aussage: Die Artenvielfalt der Gefässpflanzen und Moose in den Wäldern der Tieflagen ist im Mittel deutlich geringer als in den subalpinen Lagen. Dieses und das folgende Beispiel zeigen, dass die Vielfalt der Artengemeinschaften und die Artenvielfalt nicht korrelieren müssen.
- Bei den Mollusken sind die Artenzahlen in den Lebensräumen Wald sowie Wiesen und Weiden in zunehmender Höhe tiefer (siehe Basisdatenblatt zum Indikator «Artenvielfalt in Lebensräumen (Z9)»).

Im Gegensatz dazu ist die Verschiedenartigkeit der Artengemeinschaften in subalpinen Wiesen und Weiden am grössten. Die Trennung der Areale im Hochgebirge durch natürliche Barrieren führt, besonders wegen wenig mobilen Artengruppen, zu ausgeprägten Unterschieden zwischen der Zusammensetzung von Artengemeinschaften einzelner Standorte, und damit zu einem höheren Z12-Indikatorwert.

- Auch die Artenzusammensetzungen der Gefässpflanzen und der Moose sind auf subalpinen Wiesen und Weiden vielfältiger als auf Wiesen und Weiden tieferer Lagen.
- Exakte Indikatorwerte und zusätzliche Informationen finden sich in Anhang 3.

Bedeutung für die Biodiversität

Die «Vielfalt von Artengemeinschaften» im Sinne des Indikators Z12 wird in der Fachliteratur oft als «Beta-Diversität» bezeichnet. Beta-Diversität ist jedoch ein umstrittener Begriff, da er für verschiedene Phänomene der Biodiversität benutzt wird. Das BDM verwendet deshalb den Begriff «Vielfalt von Artengemeinschaften» anstelle von Beta-Diversität und versteht darunter eine standortspezifische Zusammensetzung der Artengemeinschaften.

Charakteristisch für einen Lebensraum sind vor allem gebietstypische Arten oder solche mit spezifischen ökologischen Ansprüchen. Diese typischen Arten verleihen einem Standort seine Unverwechselbarkeit. Auch Arten mit stark beschränkter Verbreitung können zu regional besonderen Artengemeinschaften beitragen. Es bedeutet also einen Verlust an örtlicher Vielfalt, wenn sich Artengemeinschaften generell angleichen. Dies geschieht etwa, wenn Lebensräume oder Landschaften durch menschliche Aktivitäten ähnlicher werden, beispielsweise durch eingeschleppte, angepflanzte oder ausgesetzte fremde Arten.

Auch rationalisierte Landnutzungsmethoden (zum Beispiel Düngung oder Bewässerung) oder Landschaftsgestaltungen führen zu überall ähnlichen Lebensbedingungen. Wenn dadurch die standortbedingten und auch kulturell geprägten Besonderheiten der Lebensräume verwischt werden, ist es wenig überraschend, dass sich die Artengemeinschaften von Gebiet zu Gebiet kaum mehr voneinander unterscheiden. Dieses Phänomen ist als «biotische Homogenisierung» in den letzten Jahren vermehrt beschrieben und beklagt worden. Die Homogenisierung der Artengemeinschaften kennzeichnet einen klaren Verlust an biologischer Vielfalt, selbst dann, wenn die Artenzahlen konstant bleiben oder sogar zunehmen. Denn am Ende dieses Prozesses steht die Normalwiese, der Normwaldrand oder die Standardhecke, die überall in der Schweiz gleich aussehen.

Dies verdeutlicht, dass der Indikator Z12 eine wesentliche Zusatzinformation zur Interpretation der BDM-Kernindikatoren Z7 und Z9 liefert. Steigende Artenzahlen sind positiv, sofern die Zunahme nicht durch gebietsfremde oder anspruchslose Arten verursacht wird, die sich in vielen verschiedenen Lebensräumen heimisch fühlen. Denn dies birgt die Gefahr, dass spezialisierter Arten durch Generalisten verdrängt werden und damit eine Homogenisierung und Verarmung der Biodiversität von Landschaften und Lebensräumen einhergeht. Ein anschauliches Beispiel dafür sind die überall anzutreffenden sattgrünen Fettwiesen, deren Düngung nährstoffliebende Generalisten wie den Löwenzahn bevorteilt, während typische Gefässpflanzenarten blumenreicher Magerwiesen verdrängt werden.

Definition des Indikators

Für Daten aus dem Indikator «Artenvielfalt in Landschaften (Z7)»: Die Veränderung des mittleren Simpson-Index (Ähnlichkeitswert) aus allen paarweisen Vergleichen der Artenlisten der Flächen von einem Quadratkilometer im betrachteten Raum, ausgedrückt in Prozent (zwischen 0 und 100).

Für Daten aus dem Indikator «Artenvielfalt in Lebensräumen (Z9)»: Die Veränderung des mittleren Simpson-Index (Ähnlichkeitswert) aus allen paarweisen Vergleichen der Flächen von zehn Quadratmetern im betrachteten Nutzflächentyp, ausgedrückt in Prozent (zwischen 0 und 100).

Methodik

Der Indikator «Vielfalt von Artengemeinschaften (Z12)» stützt sich auf die gleichen Daten wie die Indikatoren «Artenvielfalt in Landschaften (Z7)» und «Artenvielfalt in Lebensräumen (Z9)». Zusätzliche Felderhebungen sind nicht notwendig. Der Indikator Z12 wird folgendermassen berechnet:

1. Die Artenliste einer ersten Stichprobenfläche wird paarweise mit jener aller anderen Stichprobenflächen eines Stratums verglichen. Für jeden Vergleich wird der Simpson-Index nach folgender Formel berechnet (Koleff et al., 2003):

$$\text{Simpson-Index} = \frac{\text{Minimum}(b,c)}{\text{Minimum}(b,c) + a}$$

Dabei ist a die Zahl der Arten, die auf beiden Flächen vorkommen, und b respektive c ist die Zahl der Arten, die nur auf einer der beiden Flächen vorkommen.

2. Der gleiche Prozess kommt bei der zweiten Stichprobenfläche eines Stratums zur Anwendung. Deren Artenliste wird mit jener der dritten Stichprobenfläche und jenen sämtlicher weiterer Flächen des Stratums verglichen. Der Prozess wird so lange wiederholt, bis für alle möglichen Flächenpaare des Stratums ein Simpson-Index vorliegt.
3. Der Mittelwert aller berechneten Simpson-Indexwerte ausgedrückt in Prozent zwischen 0 und 100 ergibt den Wert des Indikators.

Die Berechnung ist vom Prinzip her zwar einfach, wegen der vielen Vergleiche aber sehr rechenaufwändig. Um die Genauigkeit des Indikatorwertes abzuschätzen, wird mit Hilfe einer Jackknife-Methode ein Vertrauensbereich für den Indikator errechnet.

Wenn sich die Indikatorwerte über die untersuchten Jahre signifikant ändern, wird ein zeitlicher Trend (Zu- oder Abnahme) ausgewiesen.

Beim Indikator Z9 kommt es öfter vor, dass einzelne Funde keiner Art sicher zugeordnet werden können, etwa wenn nur ein Molluskenbruchstück oder bloss der Keimling einer Pflanze gefunden wurde. Diese Nachweise werden trotzdem gezählt, falls sicher ist, dass sie nicht zu einer auf der Stichprobenfläche bereits nachgewiesenen Art gehören. Für die Berechnung von Z12 können solche Zusatzarten dank einer Simulationsberechnung ebenfalls berücksichtigt werden. Dabei wird angenommen, dass die Zusatzarten die gleiche Häufigkeitsverteilung aufweisen wie die nachgewiesenen Arten im berechneten Stratum.

Weitere Details zur Methodik enthält die Publikation «Spread of common species results in local scale floristic homogenization in grassland of Switzerland» (Bühler & Roth, 2011).

Weiterführende Informationen

Kontaktperson für den Indikator Z12

Tobias Roth, roth@hintermannweber.ch, +41 (0)61 717 88 62

Weitere Indikatoren zum Thema

- > Z7: Artenvielfalt in Landschaften
- > Z9: Artenvielfalt in Lebensräumen

Weitere Informationsmöglichkeiten

- > Ausführliche Informationen über das «Monitoring häufiger Brutvögel» (MHB) und den Swiss Bird Index (SBI): www.vogelwarte.ch

Literatur

Brändli, U.-B., 2010: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004 – 2006. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.

Bühler, C.; Roth, T., 2011: Spread of common species results in local scale floristic homogenization in grassland of Switzerland. *Biodiversity and Distributions* 17: 1089-1098.

Bühler, C., 2012: Spuren des Klimawandels in der Vegetation? BDM-Facts Nr. 4, Bundesamt für Umwelt, Bern.

Chételat, J.; Kalbermatten, M.; Lannas, K. S. M.; Spiegelberger, T.; Wettstein, J.-B.; Gillet, F.; Buttler, A., 2013: A Contextual Analysis of Land-Use and Vegetation Changes in Two Wooded Pastures in the Swiss Jura Mountains. - *Ecology and Society* 18.

Gonseth, Y.; Wohlgemuth, T.; Sansonnens, B.; Buttler, A., 2001: Die biogeographischen Regionen der Schweiz. Erläuterungen und Einteilungsstandard. Umwelt Materialien Nr. 137 Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft Bern. 48 Seiten.

Horch, P.; Rehsteiner, U.; Berger-Flückiger, A.; Müller, M.; Schuler, H.; Spaar, R., 2008: Bestandsrückgang des Braunkehlchens *Saxicola rubetra* in der Schweiz, mögliche Ursachen und Evaluation von Fördermassnahmen. *Der Ornithologische Beobachter* 105(3): 267-298.

Isbell, F.; Calcagno, V.; Hector, A.; Connolly, J.; Harpole, W. S.; Reich, P. B.; Loreau, M., 2011: High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. - *Nature* 477: 199-U196.

Keller, V.; Zbinden, N.; Schmid, H.; Volet, B., 2001: Rote Liste der gefährdeten Brutvogelarten der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt. 57 S.

Kohli, L., 2011: Stickstoffeintrag aus der Luft verändert Vielfalt. Bundesamt für Umwelt, BDM-Facts Nr. 3.

Koleff, P.; Gaston, K. J.; Lennon, J. J., 2003: Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology* 72: 367-382.

Mollet, P.; Zbinden, N.; Schmid, H., 2009: Steigende Bestandszahlen bei Spechten und anderen Vogelarten dank Zunahme von Totholz? - *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 160: 334-340.

Roth, T.; Kohli, L.; Rihm, B.; Achermann, B., 2013: Nitrogen deposition is negatively related to species richness and species composition of vascular plants and bryophytes in Swiss mountain grassland. - *Agriculture, Ecosystems & Environment* 178: 121-126.

Schreiber, K.F.; Kuhn, N.; Hug, C.; Häberli, R.; Schreiber, C., 1997: Wärmegliederung der Schweiz. Eidg. Justiz- und Polizeidepartement, Bern. 69 Seiten und 5 Karten.