

Verraten Vegetationsaufnahmen Baumverjüngung?

Am WSL-Kolloquium vom 19. Januar 2007 wurde erläutert, wie klassische Vegetationsaufnahmen aufzeigen können, ob eine Baumart in der Schweiz eine gute oder eine schlechte Verjüngungsprognose aufweist. Die Ergebnisse belegen, dass die Antwort von der Fortpflanzungs- und Verbreitungsbiologie der betreffenden Arten abhängt. Die Analyse ist eine typisch landschaftsökologische: Der zeitliche und räumliche Rahmen, aber auch menschliche Aktivitäten schlagen sich im Ergebnis nieder.

Otto Wildi, Peter Kull, Walter Keller, Martin Schütz, Thomas Wohlgemuth

Ob sich eine Baumart gut oder schlecht verjüngt, war einst eine rein akademische, oder aber eine ökonomische Frage. Im Zeitalter der globalen Klimaerwärmung hat sich das grundlegend geändert. Heute interessiert uns, ob sich der Wald veränderten Verhältnissen anpassen kann, von sich aus, ohne massive, kostspielige und risikoreiche Eingriffe des Menschen. Das ist schwierig zu sagen, denn von der allgemein prognostizierten Erwärmung von etwa 2°C bis 4°C oder mehr haben sich je nach Region bisher vielleicht 0,5°C bis 1°C eingestellt. Und all das seit erst etwa 25 Jahren. Massive Reaktionen der Vegetation auf diese Erwärmung sind also bislang kaum zu erwarten, auch wenn sie sich in Zukunft heftig manifestieren sollten. In dieser Situation stellt sich die Frage, ob heute auf Grund bekannter Fakten Aussagen über zu erwartende Veränderungen möglich sind.

Die Idee, die dieser Untersuchung zu Grunde liegt, ist sehr einfach: Ist eine Art an einem Ort und zu einem bestimmten Zeitpunkt in irgendeiner Form präsent, so spielt sie in der uns nicht bekannten Klimazukunft eine Rolle. Fehlt sie, so hat sie ein «Problem» zu lösen: Will sie eine Rolle spielen, muss sie erst einwandern. Um Schlüsse dieser Art zu ziehen, muss also die geografische Verbreitung der Baumarten bekannt sein. Entsprechende Karten liefert das Schweizerische Landesforstinventar. Allerdings primär über die Baumschicht. Angaben über Samen und Keimlinge fehlen. In speziellen Referenzflächen wechselnder Grösse wurden Jungpflanzen ab

10 cm, bzw. 40 cm Höhe erfasst. In dieser Situation hilft die gute alte Pflanzensoziologie nach Braun-Blanquet. Hier hat sich die Konvention eingebürgert, bei Bäumen zwischen den Vorkommen in der Kraut-, der Strauch- und der Baumschicht zu unterscheiden. Auch wenn diese Unterscheidung für die verbreitungsbiologische Analyse nicht ganz ideal ist, so bietet sie doch mehr als alle anderen Erhebungen.

Artverbreitungsanalysen sind nur mit statistischen Probeplänen möglich

In der Schweiz verfügen wir mittlerweile über verschiedene Erhebungen der Vegetation. Nur wenige betreffen die gesamte Schweiz, die natürlich wiederum ein «Spezialfall» des Alpenraumes und Europas darstellt. Es sind dies, chronologisch geordnet, die Landschaftsökologisch-Vegetationskundliche Bestandesaufnahmen der Schweiz nach HEGG et al. (1975) und der Florenatlas nach WELTEN und SUTER (1982). Beide leiden darunter, dass weder der zeitliche noch der räumliche Rahmen fest gegeben ist: Beide Erhebungen sind flächendeckend und es kann nicht mehr festgestellt werden, welche Gegenden besonders intensiv und welche überhaupt nicht abgesehen wurden. Will man aber unverzerrte Verbreitungskarten herstellen, so ist eine systematische Stichprobe, wie sie z.B. das Landesforstinventar (BRASSEL und BRÄNDLI 1999) oder das Biodiversitätsmonitoring der Schweiz (HINTERMANN et al. 2002) verwenden, unabdingbar. Den hier gezeigten Ergebnissen liegt eine

pflanzensoziologische Erhebung im 4-Kilometer-Netz zu Grunde, die von der WSL in den neunziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts gemacht wurde. Die meisten Aufnahmen wurden von Peter Kull gemacht, weitere von Walter Keller, Martin Schütz und Thomas Wohlgemuth. Es wurden drei verschiedene Aufnahmeflächen erfasst: 30 m², 200 m² und 500 m². Die hier gezeigten Resultate beruhen nur auf den 200-m²-Flächen, einer Grösse, die der pflanzensoziologischen Konvention entspricht. Insgesamt ergaben sich für das Waldareal der Schweiz 729 Aufnahmen.

Bei der Untersuchung von Daten aus systematischen Stichprobenplänen stossen wir sehr rasch auf ein Skalensproblem, wie es in der Landschaftsökologie laufend auftritt: Arten mit geringer Populationsdichte können im eigentlichen Sinne des Wortes «durch die Maschen fallen». Das kommt umso häufiger vor, je weiter die Stichprobepunkte von einander entfernt sind. Der zweite entscheidende Faktor ist die Grösse der Aufnahmefläche. Je grösser sie ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass eine im Gebiet vorhandene Art auch tatsächlich erfasst wird. Für die Interpretation der Verbreitungskarten

Lit-on la régénération future de l'arbre dans les relevés de végétation?

Lors du Colloque du WSL du 19 janvier 2007, il a été précisé que des relevés classiques de végétation peuvent indiquer si, en Suisse, une essence présente de bons ou de mauvais pronostics de régénération. Les résultats montrent que la réponse dépend de la biologie de la reproduction et de la répartition de l'espèce concernée. C'est une analyse typique en écologie paysagère: le cadre spatio-temporel, mais également les activités humaines, se reflètent dans le résultat.

ist das wichtig: Fehlt eine Art, so kann nicht mit Sicherheit darauf geschlossen werden, dass sie in der Gegend nicht vorkommt. Umgekehrt haftet einer erfolgreichen Beobachtung einer Art keine solche Unsicherheit an.

Einfache Statistik verrät die Fortpflanzungsstrategie

Für alle Baumarten, die genügend häufig vorkommen, lässt sich eine Häufigkeitsstatistik erstellen, die für den Perimeter Schweiz repräsentativ ist. Darin kann nun zwischen Kraut-, Strauch- und Baumschicht unterschieden werden (Tab. 1). Dabei zeigt sich, dass das Verhältnis zwischen der Vorkommenshäufigkeit in der Baum- und der Krautschicht sehr unterschiedlich ausfällt. Bäume mit einem sehr effizienten Verbreitungsmechanismus treten viel häufiger in der Krautschicht auf als in der Baumschicht. Die besten Beispiele dafür sind der Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und die Esche (*Fraxinus excelsior*), deren Samen in Propellerform sehr rasch und sehr weit verbreitet werden. Eher überraschenderweise gehört zu diesen eher aggressiven Verbreitungsstrategien auch die Weisstanne (*Abies alba*). Dann gibt es die «konservativen», die genau dort keimen, wo sie auch als Bäume vorkommen. Das Paradebeispiel dafür ist die Buche (*Fagus sylvatica*), deren grosse Samen vor allem von Kleinsäugetern und deshalb über nur kurze Distanzen verfrachtet werden. Und schliesslich gibt es jene Baumarten, die in der Krautschicht seltener auftreten als in der Baumschicht. Beispiele sind die Lärche (*Larix decidua*) und die Rottanne (*Picea abies*). Diese Verhältnisse zu erklären, ist nicht so einfach, denn beide Arten weisen leichte, über weite Distanzen verfrachtbare Samen auf. Wie weiter unten gezeigt, könnte es aber sein, dass vor allem in gepflanzten Beständen deutlich weniger natürliche Verjüngung auftritt und die Arten eigentlich zu den «konservativen» gehören, wie die Buche.

Die Lärche und Arve als Paradebeispiel

Das Verbreitungsmuster der Lärche, die nicht überaus häufig ist und über die man recht viel weiss, erweist sich als besonders aufschlussreich (Abb. 1). Bei der Baumschicht ist das natürliche Verbreitungsgebiet, der zentralalpine Gürtel, sehr gut zu erkennen. Fast überall in der restlichen Schweiz finden sich dann vereinzelte Punkte. Von

Tab. 1: Häufigkeit ausgewählter Baumarten in der Baum- und Krautschicht. Die Stichprobengrösse ist n=729.

Tab. 1: Fréquence d'essences sélectionnées dans les strates arborescente et herbacée. La taille de l'échantillon est n=729.

Art, Häufigkeit in der...	Baumschicht	Strauchschicht	Krautschicht
<i>Abies alba</i>	205	183	305
<i>Acer platanoides</i>	15	3	51
<i>Acer pseudoplatanus</i>	161	183	397
<i>Alnus glutinosa</i>	4	8	3
<i>Alnus incana</i>	26	30	35
<i>Betula pendula</i>	55	30	33
<i>Carpinus betulus</i>	22	25	35
<i>Castanea sativa</i>	32	18	35
<i>Fagus sylvatica</i>	345	293	348
<i>Fraxinus excelsior</i>	153	142	335
<i>Larix decidua</i>	113	52	52
<i>Picea abies</i>	471	362	409
<i>Pinus cembra</i>	23	24	26
<i>Pinus mugo arborea</i>	7	6	5
<i>Pinus mugo prostrata</i>	1	4	3
<i>Pinus sylvestris</i>	69	14	15
<i>Populus nigra</i>	1	2	3
<i>Prunus avium</i>	35	41	116
<i>Quercus petraea</i>	25	9	40
<i>Quercus pubescens</i>	3	4	5
<i>Quercus robur</i>	38	18	80
<i>Salix caprea</i>	16	57	75
<i>Salix eleagnos</i>	1	2	2
<i>Sorbus aria</i>	49	101	141
<i>Sorbus aucuparia</i>	43	127	320
<i>Taxus baccata</i>	4	10	8
<i>Tilia cordata</i>	8	7	15
<i>Tilia platyphyllos</i>	22	22	32
<i>Ulmus glabra</i>	24	47	58

diesen Vorkommen kann angenommen werden, dass es sich um Pflanzungen handelt. Diese haben zu einer so hohen Populationsdichte geführt, dass sie in dem sehr weitmaschigen Stichprobennetz in Erscheinung treten. Wer die Wälder gut kennt, wird rasch feststellen, dass viele meist kleine Lärchenbestände nicht erfasst wurden. Interessant ist nun, dass in der Verbreitungskarte der Krautschicht nur der zentralalpine Gürtel in Erscheinung tritt. In den in der übrigen Schweiz erfassten Beständen gibt es anscheinend nur wenig oder keine Verjüngung. Offenbar fehlt den gepflanzten Populationen das Potenzial, um sich weiter auszubreiten. Fraglich ist zudem, ob sie sich ohne Zutun des Menschen langfristig erhalten können.

Klare Verhältnisse herrschen bei der Arve, die ein ähnliches natürliches Verbreitungsgebiet aufweist (Abb. 2). Bei ihr gibt es keine Pflanzungen grösseren Ausmasses. Die wenigen bekannten Vorkommen an der Nordabdachung der Alpen werden durch die Stichprobe nicht erfasst. Auffällig ist, dass die Arve auch in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet keine intensive Verjüngung zeigt. Als konkurrenzstarke Art, deren Individuen ein sehr hohes Baumalter erreichen, hat sie dies vermutlich nicht nötig. Für Lärche und Arve gilt, dass in der für sie heimischen subalpinen Stufe alle Prozesse langsamer ablaufen als in tieferen Lagen. Und das gilt ebenso für die Verjüngung (DUC und BRANG 2003).



Abb. 1: Verbreitung der Lärche in der Baumschicht (links) und in der Krautschicht (rechts). Die Verjüngung ist schwach und nur zentralalpin nachgewiesen.

Fig. 1: Répartition du mélèze dans la strate arborescente (à gauche) et dans la strate herbacée (à droite). La régénération est faible et seulement établie dans les Alpes centrales.



Abb. 2: Verbreitung der Arve in der Baumschicht (links) und in der Krautschicht (rechts). Das Verjüngungsmuster stimmt mit der Verbreitung der Bäume überein.

Fig. 2: Répartition de l'arolle dans la strate arborescente (à gauche) et dans la strate herbacée (à droite). Le modèle de régénération correspond à la répartition des arbres.



Abb. 3: Verbreitung der Weisstanne in der Baumschicht (links) und in der Krautschicht (rechts). Das Verjüngungsmuster stimmt mit der Verbreitung der Bäume überein, ist aber dichter.

Fig. 3: Répartition du sapin blanc dans la strate arborescente (à gauche) et dans la strate herbacée (à droite). Le modèle de régénération correspond à la répartition des arbres, mais il présente une densité supérieure.

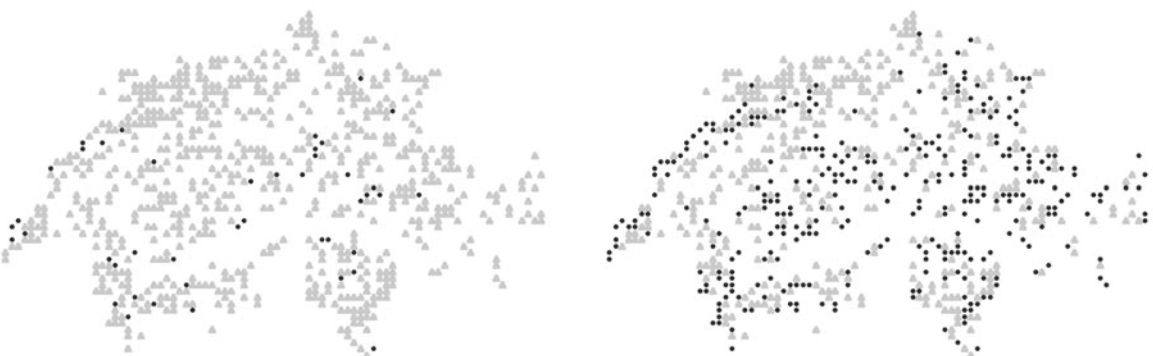


Abb. 4: Verbreitung der Vogelbeere in der Baumschicht (links) und in der Krautschicht (rechts). Nur an bestimmten Standorten erreicht die Art die Baumschicht.

Fig. 4: Répartition du sorbier des oiseleurs dans la strate arborescente (à gauche) et dans la strate herbacée (à droite). L'essence ne s'élève jusqu'à la strate arborescente que sur des stations déterminées.

Vitale Einzelgänger

Die Arten mit grosser Verbreitung in der Krautschicht sind ausnahmslos solche, die kaum bestandesbildend sind. Die gute Verjüngung geht offenbar mit einer Konkurrenzschwäche einher. Stellvertretend für diese Gruppe wird in Abb. 3 die Verbreitung der Weiss-tanne gezeigt. Sie hat in der Schweiz ein sehr ausgedehntes Verbreitungsgebiet. Jenes der Bäume und jenes der Kleinpflanzen sind trotz unterschiedlicher Dichte sehr ähnlich. Der gleiche Befund gilt für die hier nicht gezeigten Eschen und den Bergahorn. Bekannt ist, dass die Weiss-tanne auch angepflanzt wird, nach Angaben von Fachleuten aber eher selten. Anders als bei der Lärche liefern die Verbreitungskarten denn auch keine Hinweise darauf, wo dies der Fall gewesen sein könnte.

Ein «Einzelgänger» besonderer Art ist die Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*). Wie aus Abb. 4 ersichtlich ist, kommt sie als Kleinpflanze in der Schweiz sehr häufig vor. Als Baum beschränkt sie sich aber auf höhere Lagen im Jura und in den Alpen. Sicher ist sie in den tieferen Lagen konkurrenzschwach

und oft verharret sie in der Strauchschicht, ohne zum «richtigen» Baum aufzuwachsen.

Schlussfolgerung

Es ist erstaunlich, wie unterschiedlich sich die Verjüngungsmuster der wichtigsten Baumarten präsentieren. Die Muster geben wertvolle Hinweise auf das kurzfristige Reaktionspotential der Arten bei veränderten Klimaverhältnissen. Über die langfristigen Konsequenzen lässt sich mit dieser Art der Untersuchung wenig sagen, denn dazu müssten die geänderten Konkurrenzverhältnisse bekannt sein. Wünschenswert wäre, die Informationen zur Krautschicht zukünftig im Landesforstinventar zu erfassen. Während über die Biologie der Samenproduktion und Samenverbreitung unserer Waldbaumarten doch recht viel bekannt ist, fehlen solche repräsentativer Art zur den aktuell ablaufenden grossräumigen Prozessen. Diese haben in der Nacheiszeit letztlich die heutige Struktur unserer Wälder generiert – natürlich zusammen mit dem starken Einfluss des Menschen.

Literatur:

- Beguin, C., Hegg, O. und Zoller, H. 1975. Landschaftsökologisch-Vegetationskundliche Bestandesaufnahmen der Schweiz zu Naturschutzzwecken. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Erlangen 1974, 3: 245–251.
- Duc, P. und Brang, P. 2003. Die Verjüngungssituation im Gebirgswald des Schweizerischen Alpenraumes. Berichte des Bundesamtes und Forschungszentrums für Wald 30: 31–49.
- Brassel, P. und Brändli, U.-B. (Red.) 1999. Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaunahme 1993–1995. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Verlag Haupt, Bern, Stuttgart, Wien.
- Hintermann, U., Weber, D., Zangger, A. und Schmill, J. 2002. Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM. Zwischenbericht, Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL. Schriftenreihe Umwelt 342. 89 S.
- Welten, M. und Sutter, R. 1982. Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Birkhäuser, Basel. Band I: 716 S., Band II: 698 S.

Grünbrücken funktionieren gut! Aber was heisst das?

Schlussfolgerungen der Tagung «Verkehrsinfrastruktur und Biodiversität» an der WSL

Am 9. November 2006 führte die WSL in Birmensdorf die Tagung «Verkehrsinfrastruktur und Biodiversität» als Teil des WSL-Forschungsprogramms «Landschaft im Ballungsraum» durch. Sie brachte rund fünfzig Personen aus Bund und Kantonen, aus Planungsbüros und aus der Forschung zusammen. Im Folgenden bezeichnen wir sieben Schlussfolgerungen dieser Tagung.

Rolf Holderegger und Manuela Di Giulio

1. Konzept des Bundes

Der Bund hat sein Konzept zu Grünbrücken und Durchlässen an Nationalstrassen und an SBB-Schnellstrecken erstellt. Er stützt sich dabei vor allem auf die Wildtierkorridore der Schweiz¹ und das REN² ab. Die Umsetzung liegt bis 2007 bei den Kantonen, danach beim Bund. Die geplanten Massnahmen sollen dann bei Erneuerungsarbeiten an Nationalstrassen und Eisenbahnschnellstrecken bis 2020 umgesetzt werden. Die Kantone erhoffen sich vom Bund eine flexible Handhabung der Umsetzung und eine stärkere Führungsrolle gegenüber Kantonen und Gemeinden.

2. Allgemeine wissenschaftliche Grundlagen

Für die Projektierung und Planung von Durchlässen und Grünbrücken sind die allgemeinen wissenschaftlichen Grundlagen, vor allem für grosse Wildtiere, vorhanden. Hier besteht kein weiterer grundlegender Forschungsbedarf! Es gibt jedoch einige, vor allem technische, Fragen zu Planungsdetails (z.B. spezifische Wildzäune oder Form von Amphibien-durchlässen). Hier ergibt sich ein mögliches Forschungsfeld für Ingenieur- oder Fachhochschulen.

Les passages à faune fonctionnent bien! Mais qu'est-ce que cela veut dire?

Conclusions de la Conférence «Infrastructures de transport et biodiversité» organisée au WSL

Le 9 novembre 2006, le WSL a organisé à Birmensdorf la Conférence «Infrastructures de transport et biodiversité» dans le cadre du programme de recherche WSL «Le paysage dans les espaces périurbains». Environ 50 personnes de la Confédération et des Cantons, de bureaux de planification et de la recherche y ont participé. Nous formulons par la suite sept conclusions de cette conférence.