

Serie AlpFUTUR

Modellierte Wiederbewaldung im Jahr 2021 und Artenvielfalt im Sömmerungsgebiet

Beatrice Schüpbach, Thomas Walter, Gabriela Hofer und Felix Herzog
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zürich, Schweiz

Auskünfte: Beatrice Schüpbach, E-Mail: beatrice.schuepbach@agroscope.admin.ch, Tel. +41 377 73 28



Abb. 1 | Wiederbewaldung im Val Cama. (Foto: ART)

Einleitung

Der Strukturwandel in der Berglandwirtschaft führte in den letzten Jahrzehnten zu Vergandung und Wiederbewaldung. In der Schweiz nahm die Waldfläche zwischen 1880 und 2000 um 21 % oder 1940 km² zu (Ginzler *et al.* 2011). Vergandung und Wiederbewaldung sind Phänomene, welche die gesamten Alpen betreffen. Eine Analyse der Landschaftsentwicklung in den Alpen über die

letzten 150 Jahre zeigt jedoch grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Staaten des Alpenbogens in Bezug auf den Anteil der Brachflächen. Der Brachanteil liegt zwischen 20 und 70 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen (Tasser 2007; Zimmermann *et al.* 2010). Die Folge davon ist in vielen Fällen Wiederbewaldung mit negativen Auswirkungen wie Bodenversauerung und Abnahme der Artenvielfalt (Tasser und Tappeiner 2007). Auf der Basis von Szenarien wurde kleinräumig auch die zukünftige Landschaftsentwicklung für das Stubaital (Tappei-

ner *et al.* 2006) und die Landschaft Davos (Gret-Regamey *et al.* 2008) modelliert. Rutherford *et al.* (2008) haben Wahrscheinlichkeiten für Landnutzungsänderungen in den Schweizer Alpen modelliert. Die Wahrscheinlichkeit der Wiederbewaldung ist dabei ein Aspekt.

Das AlpFUTUR-Teilprojekt «Biodiversität und Landschaft» baut auf diesem gesamtschweizerischen Modell auf und modelliert die potenzielle Wiederbewaldung im Jura und in den Alpen bis 2021. Der vorliegende Beitrag erörtert die voraussichtlichen Auswirkungen dieser Wiederbewaldung auf Ziel- und Leitarten der Landwirtschaft.

Datengrundlagen und Methoden

Bezugseinheiten

Sowohl das Vorkommen der UZL-Arten als auch das Auftreten der Wiederbewaldung sind räumlich heterogen über den Alpenraum verteilte Phänomene. Dies macht eine Abgrenzung von Bezugseinheiten notwendig. Im Rahmen des Projektes «Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft» (Walter *et al.* 2013) wurden Subregionen auf Grund von Landschaftstypen, Höhenstufen, Klimabedingungen und modelliertem Artenvorkommen abgegrenzt. Diese wurden zur Beurteilung der Bedeutung der Arten im Sömmerungsgebiet herangezogen. Die Abgrenzung der Subregionen ist in Abbildung 2 dargestellt. Bei der Auswertung der modellierten Wieder-

Zusammenfassung

Im Rahmen des Verbundprojektes AlpFUTUR wurde der Einfluss der Wiederbewaldung auf die Artenvielfalt im Sömmerungsgebiet untersucht. Eine Auswertung der Ziel- und Leitarten der Umweltziele Landwirtschaft (UZL-Arten) für das Sömmerungsgebiet zeigt, dass alle Regionen des Juras und der Alpen für die Erhaltung der UZL-Arten gleichermaßen wichtig sind. Basierend auf einem Modell mit Wahrscheinlichkeiten zu Landnutzungsänderung wurde die Wiederbewaldung bis 2021 modelliert. In den «Nördlichen Zentralalpen», im Tessin und in Teilen Graubündens beträgt der Anteil der Wiederbewaldung bis zu 50 %. Für die Erhaltung der UZL-Arten ist zentral, dass lokal die von Nutzungsaufgabe und Wiederbewaldung bedrohten artenreichen Flächen ermittelt werden und mit einem angepassten Nutzungskonzept deren Offenhaltung sichergestellt wird. Im Jura und in den «Westlichen Nordalpen» beträgt der modellierte Anteil der Wiederbewaldung lediglich zwischen 1 und 5 %. Hier gilt es, auf artenreichen Flächen eine extensive Nutzung zu gewährleisten, da Intensivierung die UZL-Arten ebenso bedroht wie Nutzungsaufgabe und Wiederbewaldung.

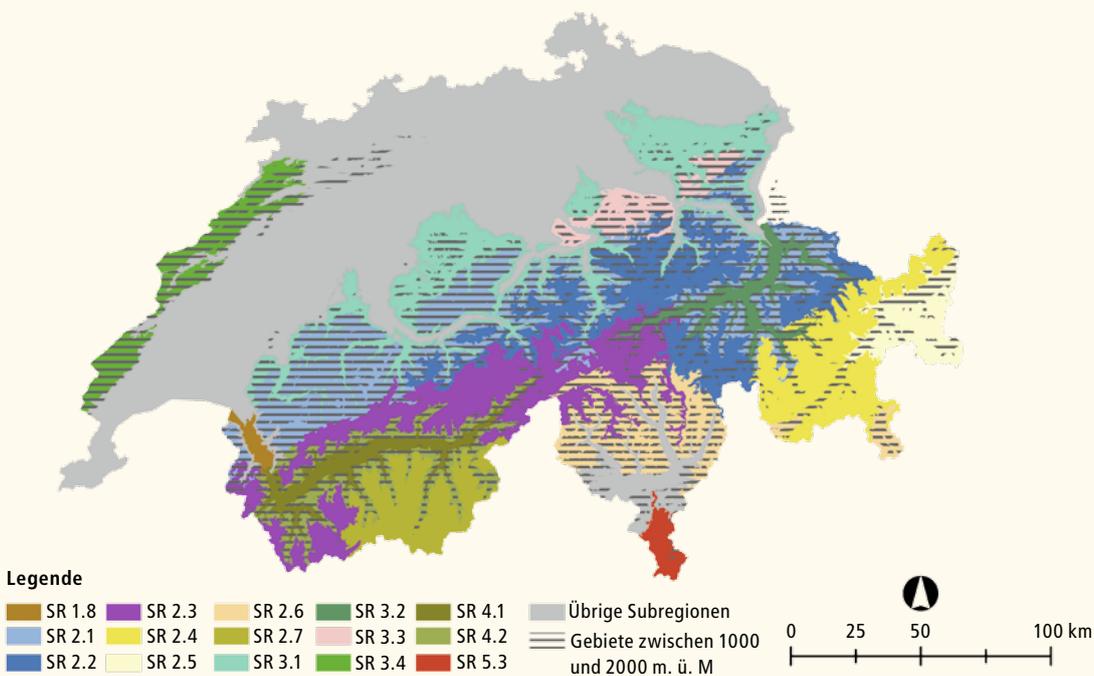


Abb. 2 | Abgrenzung der Bezugseinheiten zur Auswertung der UZL-Arten: Originale Subregionen. Die Nummerierung der Subregionen (SR) entspricht derjenigen in Tabelle 2.

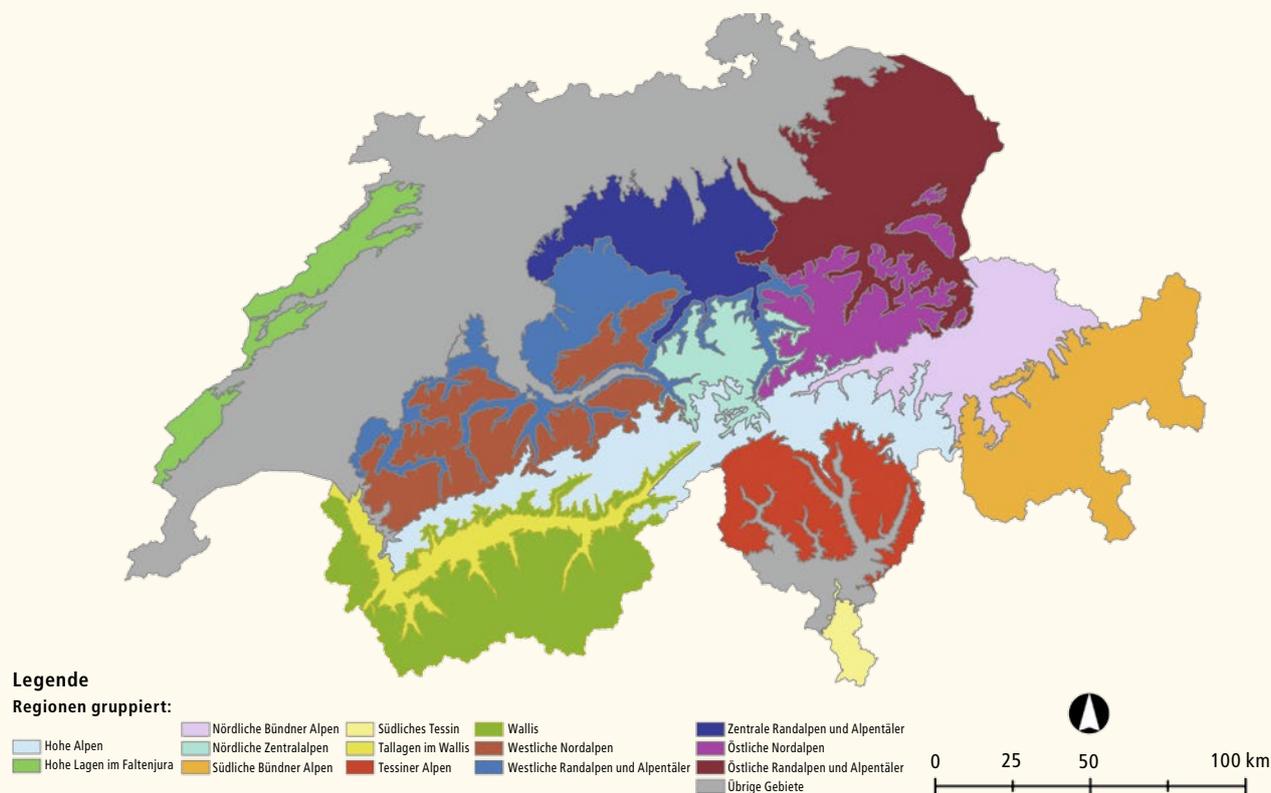


Abb. 3 | Abgrenzung der Bezugseinheiten zur Auswertung der Wiederbewaldung: Einzelpolygone der Subregionen gruppiert. Die Bezeichnung der gruppierten Polygone entspricht jener in den Abbildungen 4 und 5.

bewaldung zeigte sich, dass diese Abgrenzung der heterogen auftretenden Wiederbewaldung nicht gerecht wird. Das Problem waren insbesondere Subregionen, die aus mehreren räumlich getrennten Polygonen bestanden, was in einigen Fällen die durchschnittliche Wiederbewaldung der Subregion verzerrte. Deshalb wurden die Subregionen in Einzelpolygone aufgetrennt und diese als Bezugseinheiten verwendet. Zur Interpretation der Resultate bezüglich Wiederbewaldung wurden benachbarte Einzelpolygone der Subregionen, mit ähnlicher Tendenz zu Wiederbewaldung wieder zusammengefasst (Schüpbach *et al.* 2012). Abbildung 3 zeigt die Abgrenzung der gruppierten Einzelpolygone der Subregionen. Im Nachfolgenden werden diese «gruppierte Einzelpolygone» genannt. Zur Abschätzung der Auswirkungen der Wiederbewaldung auf die UZL-Arten, müssten eigentlich die modellierten potenziellen Verbreitungsgebiete der UZL-Arten mit der Wiederbewaldung überlagert werden und zum Beispiel ausgewertet werden, welcher Anteil der potenziell in den Subregionen vorkommenden Arten von Wiederbewaldung betroffen ist. Die Modellierung des potenziellen Verbreitungsgebietes der einzelnen UZL-Arten lässt aber diese Vorgehensweise nicht zu (Schüpbach *et al.* 2012), weil sie lediglich auf

Funddaten von nach 1990 basiert. Regionen mit wenig oder keinen Funddaten aus dieser Zeitperiode würden unterschätzt.

Ziel- und Leitarten Landwirtschaft

Für die Operationalisierung der «Umweltziele Landwirtschaft» (BAFU und BLW 2008; Walter *et al.* 2013) wurde für 15 Artengruppen das potenzielle Verbreitungsgebiet modelliert und es wurden die ökologischen Bedürfnisse und die Verantwortung der Subregion für die einzelne Art in einer Datenbank erfasst. Dabei bedeutet «Verantwortung der Subregion» für eine UZL-Art, dass das potenzielle Verbreitungsgebiet der UZL-Art entweder mindestens 10% Anteil an der Subregion hat, oder dass der Flächenanteil des potenziellen Verbreitungsgebietes in der Subregion mindestens 5% des gesamtschweizerischen potenziellen Verbreitungsgebietes der UZL-Art beträgt (Walter *et al.* 2013). Von den 15 Artengruppen wurden für die vorliegende Studie die sechs im Sömmerungsgebiet artenreichsten Gruppen berücksichtigt: Gefässpflanzen, Flechten, Moose, Pilze, Schmetterlinge und Heuschrecken (Schüpbach *et al.* 2012; Walter *et al.* 2013).

Aus der Datenbank wurden alle Arten mit montaner und subalpiner Verbreitung ermittelt (Gesamtpotenzial) sowie die Zahl der Arten mit montaner und subalpiner

Tab. 1 | Änderungsraten der verschiedenen Landnutzungskategorien zwischen der Arealstatistik 1979/85 und 1992/97 als Basis zur Modellierung der Wiederbewaldung

Änderung zu:	Verbuscht [%]	Offener Wald [%]	Geschlossener Wald [%]
Ursprüngliche Nutzung			
Intensiv genutzte Wiese	0,11	0,25	0,13
extensiv genutzte Wiese	1,60	0,63	0,27
Verbuscht		3,9	8,70
Offener Wald			7,60

Verbreitung, für welche die Region eine hohe Verantwortung hat. Mit der Einschränkung auf die montane und subalpine Stufe wurde sichergestellt, dass die berücksichtigten UZL-Arten im Sömmerungsgebiet vorkommen. Mit diesen Auswertungen wurde abgeklärt, ob die Subregionen bezüglich Gesamtpotenzial und Verantwortung im Sömmerungsgebiet alle gleich wichtig sind, oder ob es grosse Unterschiede zwischen den Regionen gibt.

Modellierte Wiederbewaldung

Im Projekt WaSAlp (Baur 2004) wurde ein umfassendes Modell zur Wahrscheinlichkeit von Landnutzungsänderungen (sowohl Intensivierung wie Extensivierung) erstellt. Es basiert auf den beobachteten Landnutzungsänderungen zwischen der Arealstatistik 1979/85 und der Arealstatistik 1992/97 sowie Daten zu Bodeneigenschaften, Klima, Relief und Distanzen zu Strassen und Siedlungen (Rutherford *et al.* 2008). Für die vorliegende Studie wurden die Teile, welche die Wiederbewaldung beschreiben (Landnutzungsänderungen von «extensiv» oder «intensiv genutzter Wiese» zu «Verbuschung», «Offenem Wald» oder «Geschlossenem Wald») verwendet und zu einem Datensatz aggregiert. Dieser Datensatz enthält für jede Wiederbewaldungskategorie («Verbuschung», «Offener Wald» und «Geschlossener Wald»), die Rasterzellen mit der höchsten Wahrscheinlichkeit für eine Landnutzungsänderung gemäss dem ursprünglichen Modell von Rutherford *et al.* (2008). Diese Zellen wurden gemäss der Änderungsrate der einzelnen Landnutzungskategorien (siehe Tabelle 1) extrahiert. Der entstandene Datensatz beschreibt die Wahrscheinlichkeit der Wiederbewaldung bis 2009. Dieser Datensatz wurde mit Hilfe der bis Herbst 2012 vorhandenen Daten der Arealstatistik 2004/09 auf seine Qualität überprüft.

Anschliessend wurde unter Berücksichtigung der doppelten Änderungsrate (Tab. 1) die Wiederbewaldung für das Jahr 2021 modelliert. Daraus wurde der Anteil der Wiederbewaldung an den Einzelpolygonen im Sömmerungsgebiet (zwischen 1000 und 2000 m ü. M). berechnet sowie eine Zeitreihe der Entwicklung

der Sömmerungsflächen erstellt. Dazu wurde die modellierte Wiederbewaldung mit den oben beschriebenen Einzelpolygonen der Subregionen und dem Digitalen Höhenmodell (DHM25 ©Eidg. Vermessungsdirektion, DV002207.1) überlagert. Anschliessend wurde für jedes Einzelpolygon der Anteil Wiederbewaldung berechnet.

Resultate

Ziel- und Leitarten Landwirtschaft

Tabelle 2 zeigt, dass viele Subregionen einen beträchtlichen Anteil Sömmerungsgebiet haben. Ausserdem bieten sie alle für eine grosse Zahl an UZL-Arten Lebensraum (Gesamtpotenzial zwischen 642 und 1028 Arten). Für rund die Hälfte dieser Arten tragen die jeweiligen Subregionen hohe Verantwortung (244 bis 672 Arten). Die Verteilung der Grösse der Subregionen, ihres Sömmerungsgebietsanteils und ihrer Artenzahlen zeigt, dass eine Priorisierung der Subregionen auf Grund der Arten deshalb kaum möglich ist. In grossen Subregionen finden sich nicht unbedingt mehr Arten als in kleinen Subregionen. Ein im Vergleich zu einer anderen Subregion hohes Gesamtpotenzial bedeutet nicht unbedingt, dass auch die Zahl der Arten, für welche die Subregion hohe Verantwortung trägt höher ist und umgekehrt. Für die Erhaltung der UZL-Arten braucht es alle Regionen gleichermassen.

Geht man davon aus, dass die einzelnen UZL-Arten mehr oder weniger gleichmässig über die Subregionen, in welchen sie vorkommen, verteilt sind, sagt der Anteil der Wiederbewaldung direkt etwas über die Gefährdung der UZL-Arten durch Wiederbewaldung aus. Es gibt jedoch auch viele UZL-Arten mit punktueller Verbreitung. Im nachfolgenden Kapitel sind die Verteilung der Wiederbewaldung und ihre Auswirkungen auf die UZL-Arten beschrieben.

Modellierte Wiederbewaldung

Auswertungen der modellierten Wiederbewaldung mit der Arealstatistik 2004/09 haben gezeigt, dass die Wiederbewaldung gemäss Modell (originale Änderungs-

Tab. 2 | Subregionen der höheren Lagen in den Alpen und im Jura mit ihrem Gesamtpotenzial an Umwelt Ziel- und Leitarten für die Landwirtschaft (UZL), ihrer Verantwortung für diese Arten sowie dem Anteil des Sömmerungsgebietes an der Gesamtfläche der Subregion. Berücksichtigte Artengruppen: Gefässpflanzen, Flechten, Moose, Pilze, Tagfalter, Heuschrecken. Die Namen und Nummern der Subregionen entsprechen derjenigen in Walter *et al.* (2013)

UZL Grossregion	UZL Subregion (SR)	Potenzial montan oder subalpin [Anzahl Arten]	Anz. Arten, für welche die Region hohe Verantwortung trägt (montan oder subalpin)	Fläche Gesamtregion [km ²]	Anteil Sömmerungsgebiet gemäss LW-Zonenplan [%]
Mittelland, tiefe Lagen im Jura	Chablais (SR 1.8)	763	394	142	1
Alpen	Berglandschaften der nördlichen Randalpen (Klippenzone) und mittelhohe Nordalpen (SR 2.1)	980	491	4121	80
Alpen	Hohe Nordalpen, Faulhorn, Titlis, Clariden, Kärpf, Tödi, Pizol, mittlere Bündner Alpen (SR 2.2)	770	304	3167	96
Alpen	Hohe Zentralalpen, westliche und nördliche Walliser Alpen (SR 2.3)	962	350	3328	97
Alpen	Hohe Engadiner Alpen (SR 2.4)	642	268	2119	93
Alpen	Unterengadin, Val Müstair (SR 2.5)	694	424	928	84
Alpen	Bergell, Puschlav, mittlere Lagen der Tessiner Alpen (SR 2.6)	863	405	1826	74
Alpen	Südöstliche Walliser Alpen (SR 2.7)	761	244	1265	99
Hoher westlicher Jura, tiefe Lagen in den Alpen	Molassehügelland, nördliche Alpentäler (SR 3.1)	974	399	3806	13
Hoher westlicher Jura, tiefe Lagen in den Alpen	Tallagen des Vorderrhein, Hinterrhein u. der Landquart (SR 3.2)	813	445	811	13
Hoher westlicher Jura, tiefe Lagen in den Alpen	Molassebergland, Rigi, Sihlsee, Speer, Hochalp (SR 3.3)	659	271	682	48
Hoher westlicher Jura, tiefe Lagen in den Alpen	Hohe Lagen im Faltenjura (SR 3.4)	811	468	1127	44
Tiefe Lagen im Wallis	Tallagen im Wallis (SR 4.1)	1022	672	843	4
Tiefe Lagen im Wallis	Talflanken im Wallis (SR 4.2)	1028	589	1230	61
Südlicher Alpenrand	Südliches Tessin (SR 5.3)	674	459	268	1

rate) in der Höhenstufe zwischen 1000 und 2000 m ü. M., der für das Sömmerungsgebiet relevanten Höhenstufe, die Wiederbewaldung tendenziell überschätzt. Dies gilt insbesondere für die modellierte «Verbuschung» (Schüpbach *et al.* 2012).

Abbildung 4 zeigt die Anteile der modellierten Wiederbewaldung bis 2021 (doppelte Änderungsrate) in den «gruppierten Einzelpolygonen». Die «Wiederbewaldung insgesamt» (oben links) wird durch den «Geschlossenen Wald» (oben rechts) dominiert. Dieser kommt im gesamten Alpenraum und auch im Jura vor, wobei die Anteile generell im südlichen und im östlichen Teil der Alpen höher als im nordwestlichen Teil oder im Jura. In

den «Nördlichen Zentralalpen», in den «Tessiner Alpen», im Oberengadin, Bergell, Puschlav und in Teilen der «Nördlichen Bündner Alpen» («gruppierte Einzelpolygone», Abb. 3) ist die Wiederbewaldung am höchsten – im Extremfall bis über 50 % (dabei handelt es sich allerdings um ein kleines Einzelpolygon). Die Aufteilung in «Verbuschung» «Offener Wald» und «Geschlossener Wald» gibt für den Artenschutz zusätzliche Information. Während der «Geschlossene Wald» den auf offenes Grasland spezialisierten UZL-Arten keinen geeigneten Lebensraum bietet, ist dies bei «Verbuschung» und «Offenem Wald» noch bedingt der Fall. So zeigen zwei Studien, dass die Artenvielfalt bei mässiger Verbuschung

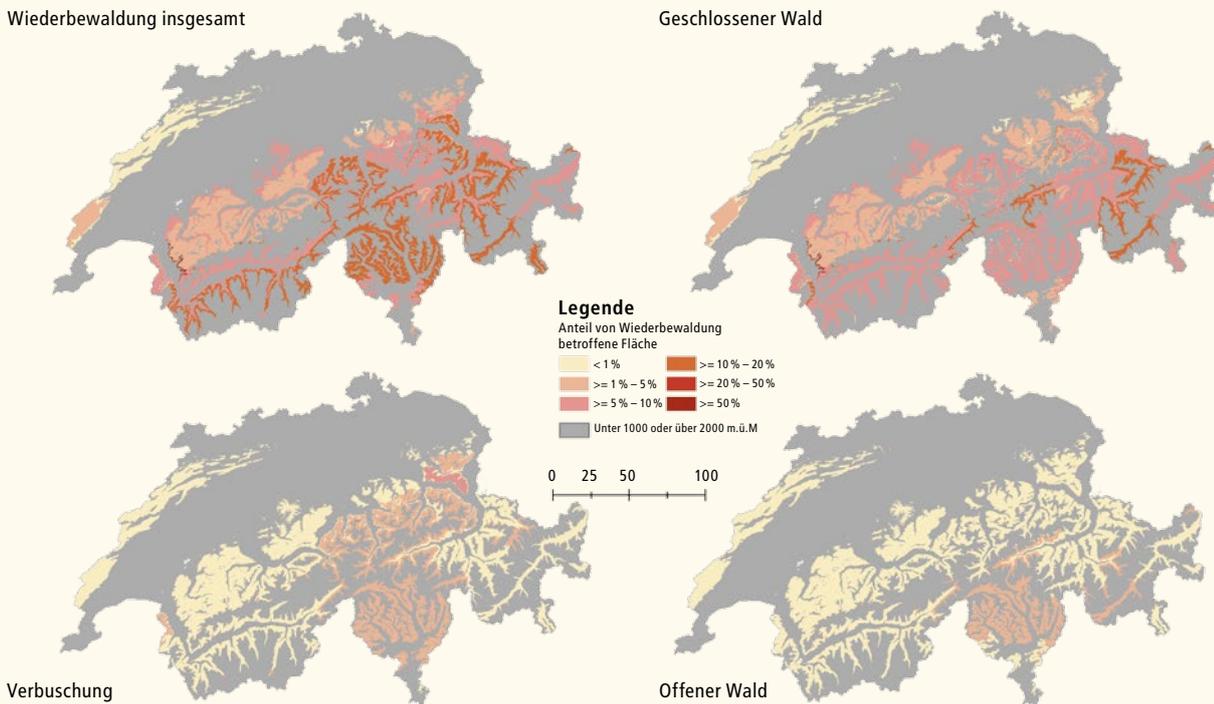


Abb. 4 | Anteile von Wiederbewaldung, «Geschlossenem Wald», «Verbuschung» und «Offenem Wald» an der Fläche zwischen 1000 und 2000 m ü. M der Einzelpolygone.

sogar höher sein kann als ohne Verbuschung (Koch *et al.* 2012; Walther *et al.* 2007). Das bedeutet allerdings, dass die Verbuschung kontrolliert werden muss. Gemäss Modellierung findet Verbuschung vor allem in den «Nördlichen Zentralalpen», in den «Tessiner Alpen» und in Teilen der «Nördlichen Bündner Alpen» statt, mit Anteilen zwischen 1 bis 5 %, im Extremfall bis 10 %. Die Ausbreitung des «Offenen Waldes» konzentriert sich auf die «Tessiner Alpen», das Bergell und das Oberengadin, sowie auf einzelne Teile der «Nördlichen Bündner Alpen» (Anteile 1 bis 5 %). Auch hier kann eine kontrollierte Entwicklung des «Offenen Waldes» einen Teil der UZL-Arten vielleicht erhalten.

Abbildung 5 zeigt die Entwicklung der Sömmerungsweiden zwischen 1979/85 und 2004/09 sowie die Prognose für 2021 als Anteil der Fläche der Sömmerungsweiden gemäss Arealstatistik 1979/85. Die Ergebnisse sind aufgeschlüsselt nach den «gruppierten Einzelpolygone» (Abb. 3). Hier zeigt sich wiederum das räumlich heterogene Bild: In einigen Fällen nimmt der Anteil an der Fläche von 1979/85 wie erwartet kontinuierlich ab. In anderen Fällen («Hohe Lagen im Faltenjura», «Zentrale Randalpen» und Alpentäler» oder «Westliche Randalpen und Alpentäler») nimmt er zwischen 1992/97 und 2004/09 wieder zu. In den «Westlichen Nordalpen», den «Nördlichen Bündner Alpen», im «Südlichen Tessin», den «Tessiner Alpen» und den «Tallagen im Wallis» ist der in der Arealstatistik 2004/09 beobachtete Anteil an der Flä-

che von 1979/85 schon kleiner ist als der prognostizierte Anteil von 2021. Hier hat das Modell die Wiederbewaldung in Bezug auf die Sömmerungsweiden unterschätzt.

Diskussion

Die Wahl der Bezugseinheiten ist für die Bearbeitung dieses Themas der zentrale Punkt. Da die Wiederbewaldung ein heterogenes Phänomen ist, darf die Bezugseinheit für deren Auswertung nicht zu gross sein und sollte sich insbesondere nicht über mehrere, räumlich getrennte Polygone erstrecken. Die Bezugseinheiten der UZL-Arten wiederum müssen der Ausbreitung und den ökologischen Bedürfnissen der Arten gerecht werden. Eine weitere Einschränkung ist die Begrenzung auf die Höhenstufe 1000 bis 2000 m ü. M. Die jüngste Auswertung des Bundesamtes für Statistik zeigt, dass der grösste Zuwachs der Waldfläche zwischen 1992/97 und 2004/09 auf der Höhenstufe zwischen 2200 und 2400 m ü. M. stattfand (BFS 2012). Dies erklärt auch, warum in gewissen Regionen die Sömmerungsflächen schon 2004/09 stärker von Wiederbewaldung betroffen waren als gemäss Modell vorhergesagt.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass Wiederbewaldung sowohl im Jura wie im gesamten Alpenraum bis 2021 zunehmen wird. Allerdings sind die regionale Unterschiede

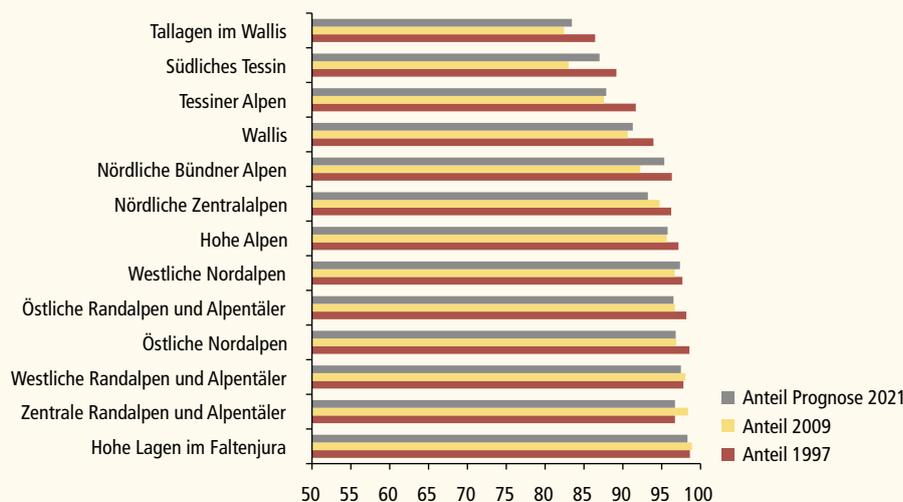


Abb. 5 | Entwicklung der Fläche der Sömmerungsweiden gemäss Arealstatistik 1979/85, 1992/97 und 2004/09 sowie der Prognose für 2021 gemäss der modellierten Wiederbewaldung als Anteil der Fläche von 979/85. Einzelpolygone gruppiert; die Fläche von 1979/85 entspricht 100 %.

gross: Gemäss Modell werden die höchsten Anteile an Wiederbewaldung in den «Nördlichen Zentralalpen», im «Tessin» und in Teilen des Kanton Graubünden (Bergell, Oberengadin, Puschlav und Teile Nordbündens) erwartet.

Auch wenn die zur Verfügung stehenden Daten die eigentlich erforderliche Überlagerung und Bilanzierung von Arten und Wiederbewaldung nicht zuliebt, kann man für die Ziel- und Leitarten der Landwirtschaft aus den vorliegenden Resultaten doch zwei Schlüsse ziehen: Zum einen kommen Ziel- und Leitarten der Landwirtschaft in allen Regionen in grosser Zahl vor, so dass alle Regionen für die Erhaltung der UZL-Arten und die Erreichung der Umweltziele wichtig sind. Zum anderen ist Wiederbewaldung nicht in allen Regionen gleichermaßen ein drängendes Problem. In Regionen mit hohem modellierten Wiederbewaldungsanteil (Tessin, Zentrale Nordalpen, Graubünden) ist der Offenhaltung grössere Beachtung zu schenken. Flächendeckende Wiederbewaldung führt nicht nur zu Kulturlandverlust, sondern auch zu einem Verlust an Arten- und Landschaftsvielfalt und ist deshalb zu vermeiden (Tasser und Tappeiner 2007). Deshalb sind in diesen Regionen lokal diejenigen artenreichen Flächen zu eruieren, die von Nutzungsaufgabe und Wiederbewaldung stark betroffen sind. Für diese Flächen ist ein angepasstes Nutzungskonzept zu erarbeiten.

Demgegenüber ist den von Wiederbewaldung wenig betroffenen Gebieten («Westlichen Nordalpen» und «Jura») die Erhaltung einer extensiven Nutzung insbesondere auf den artenreichen Flächen vorrangig, während «Offenhaltung» eine eher untergeordnete Rolle

spielt. Intensivierung wirkt sich auf die Mehrzahl der UZL-Arten genauso negativ aus wie eine Nutzungsaufgabe. Walter *et al.* (2013) haben gezeigt, dass neben der Tal- und Hügellzone auch in der Bergzone I und II der vorgeschlagene Soll-Anteil an artenreichen Flächen nicht erreicht wird.

Wenn die in der Bergzone III und IV sowie im Sömmerungsgebiet noch in genügendem Mass vorhandenen Flächen mit UZL-Qualität erhalten werden sollen, sind entsprechende Anstrengungen notwendig. Schleichende Intensivierung ist ebenso zu unterbinden wie unkontrollierte Vergandung. Entsprechende Anreize werden von der Agrarpolitik gesetzt, indem zukünftig auch im Sömmerungsgebiet Biodiversitätsförderflächen angemeldet werden können. Es wird sich zeigen, ob diese Massnahme dazu beiträgt, die Umweltziele Landwirtschaft zu erreichen. ■



Dank
Die Studie ist Teil des Teilprojektes 5 «Landschaft» von AlpFUTUR und wurde durch Armasuisse Immobilien, der Sophie und Karl Binding Stiftung, der Ricola AG und den Kanton Graubünden finanziell unterstützt.

Riassunto**Delineati l'avanzamento del bosco nel 2021 e la biodiversità nella regione d'estivazione**

Nell'ambito del progetto collettivo AlpFUTUR è stato analizzato l'influsso dell'avanzamento del bosco sulla biodiversità nella regione d'estivazione. Una valutazione delle specie bersaglio e faro degli obiettivi ambientali nell'agricoltura (specie degli OAA) per la regione d'estivazione mostra che tutte le regioni del Giura e dell'arco alpino sono importanti per il mantenimento delle specie degli OAA. Sulla base di un modello probabilistico di modifiche dell'utilizzo dei terreni è stato delineato l'avanzamento del bosco fino al 2021. Nelle «Alpi centro-settentrionali», in Ticino e in parte dei Grigioni la quota dell'avanzamento del bosco arriva fino al 50 per cento. Per la salvaguardia delle specie degli OAA è fondamentale che a livello locale siano individuate le superfici ricche di specie minacciate dalla cessazione della gestione e dall'avanzamento del bosco e sia garantita la loro preservazione con un piano di utilizzazione adeguato. Nel Giura e nelle «Alpi nord-occidentali» la quota dell'avanzamento del bosco stimata si aggira soltanto tra l'1 e il 5 per cento. Si tratta pertanto di garantire un'utilizzazione estensiva sulle superfici ricche di specie, in quanto l'intensificazione minaccia le specie degli OAA allo stesso modo della cessazione della gestione e dell'avanzamento del bosco.

Literatur

- BAFU & BLW (2008). Umweltziele Landwirtschaft. Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU und Bundesamt für Landwirtschaft BLW.
- Baur P., 2004. Die Landwirtschaft geht – der Wald kommt. *Montagna* 4, 12–14.
- BFS (2012). Die Waldausbreitung in den Alpen. In BFS aktuell, Raum und Umwelt, Raumnutzung und Landschaft: Bundesamt für Statistik BFS.
- Ginzler C., Brändli U.B. & Hägeli M., 2011. Waldflächenentwicklung der letzten 120 Jahre in der Schweiz. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 162 (9), 377–343.
- Gret-Regamey A., Bebi P., Bishop I.D. & Schmid W.A., 2008. Linking GIS-based models to value ecosystem services in an Alpine region. *Journal of Environmental Management* 89 (3), 197–208.
- Koch B., Giovanettina S., Schmid S., Bischof S. & Hofer G., 2012. Qualitätsindikatoren für die Biodiversität im Sömmerungsgebiet. Zürich: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.
- Rutherford G.N., Bebi P., Edwards P.J. & Zimmermann N.E., 2008. Assessing land-use statistics to model land cover change in a mountainous landscape in the European Alps. *Ecological Modelling* 212 (3–4), 460–471.
- Schüpbach B., Hofer G. & Walter T., 2012. Schlussbericht aus dem AlpFUTUR-Teilprojekt 5 «Qualität», Teil Landschaft. (revidierte Version vom 30. 5. 2013). <http://www.alpfutur.ch/qualitaet.php?l=1>.

Summary**Modelled forest regrowth in 2021 and biodiversity in alpine summer pastures**

The influence of forest regrowth on biodiversity in alpine summer pastures was investigated as part of the joint research project AlpFUTUR. An evaluation of the target and indicator species of the agriculture-related environmental objectives (AEO species) for the alpine summer pastures shows that all regions of the Jura and the Alps are of equal importance for the conservation of AEO species. Forest regrowth up to 2021 was estimated on the basis of a model describing probabilities of land-use change. In the «North-Central Alps», the Tessin and parts of Graubünden, the percentage of forest regrowth can be as high as 50 %. For the conservation of AEO species, it is crucial for the species-rich meadows and pastures threatened by abandonment and forest regrowth to be identified locally, and for a locally adapted land-use concept to ensure that they remain under agricultural management. In the Jura mountains and in the «Northwestern Alps», the percentage of modelled forest regrowth is only between 1 and 5 %. Here, it is important to ensure extensive (i.e. low-input) land use on species-rich land, since intensification threatens the AEO species as much as abandonment and forest regrowth.

Key words: forest re-growth, impact on species, Swiss Alps, summer pastures, Swiss land-use statistics, modeling.

- Tappeiner U., Tasser E., Leitinger G. & Tappeiner G., 2006. Landnutzung in den Alpen: historische Entwicklung und zukünftige Szenarien. In: Die Alpen im Jahr 2020 (Ed. R. Psenner und R. Lackner). Innsbruck university press, Innsbruck,
- Tasser E., 2007. Vom Wandel der Bergbäuerlichen Kulturlandschaft. In: Bergwelt im Wandel (Ed. F. W. Merlin, S. Hellebart und M. Machatschek). Verlag des Kärntner Landesarchiv, Klagenfurt, 48–59.
- Tasser E. & Tappeiner U., 2007. Wenn der Bauer mäht ... Ökologische Folgen von Landnutzungsänderungen. Ländlicher Raum Online Fachzeitschrift des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 1–13.
- Walter T., Grünig A., Schüpbach B. & Schmid W., 2007. Indicators to predict quality of low intensity grazing areas in Switzerland. *Grassland science in Europe* 12, 259–262.
- Walter T., Eggenberg S., Gonseth Y., Fivaz F., Hedinger C., Hofer G., Klieber-Kühne A., Richner N., Schneider K., Szerencsits E. & Wolf S., 2013. Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft; Bereich Ziel- und Leitarten, Lebensräume (OPAL). *ART-Schriftenreihe* 18, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.
- Zimmermann P., Tasser E., Leitinger G. & Tappeiner U., 2010. Effects of land-use and land-cover pattern on landscape-scale biodiversity in the European Alps. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 139 (1–2), 13–22.