

Publizierbarer Endbericht

gilt für Studien aus der Programmlinie Forschung

A) Projektdaten

Allgemeines zum Projekt	
Kurztitel:	CCCCCS
Langtitel:	Conservation under Climate Change: Challenges, Constraints and Solutions
Zitiervorschlag:	Zulka, K. P., Baumgartner, C., Bieringer, G., Diry, C., Dullinger, S., Enzinger, K., Essl, F., Gilli, C. Gollmann, G., Grabenhofer, H., Gross, M., Höttinger, H. Hüttmeir, U., Machovec, C. Moser D., Paternoster, D. Reischütz, A., Reiter, G. Schrott-Ehrendorfer, L., Semenchuk, P., Weber, A., Schindler, S. (2022): Naturschutz im Klimawandel. Aufgaben, Anpassung, Lösungen. Endbericht. Wien.
Programm inkl. Jahr:	ACRP 10. Call
Dauer:	01.04.2018 bis 30.09.2021
KoordinatorIn/ ProjekteinreicherIn:	Umweltbundesamt GmbH
Kontaktperson Name:	Stefan Schindler
Kontaktperson Adresse:	Mag. Dr. Stefan Schindler Umweltbundesamt GmbH Spittelauer Lände 5 1090 Wien
Kontaktperson Telefon:	0664/9668637
Kontaktperson E-Mail:	stefan.schindler@umweltbundesamt.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	Department für Botanik und Biodiversitätsforschung, Universität Wien
Schlagwörter:	Climate change, adaptation, SDM, protected areas, pressures, conservation measures
Projektgesamtkosten:	255.266,27 €

Allgemeines zum Projekt	
Fördersumme:	249.948,95 €
Klimafonds-Nr:	B769989
Erstellt am:	27.01.2022

B) Projektübersicht

1 Kurzfassung

Die Biodiversität ist in der Krise. Habitatverlust, Habitatdegradation und Habitatfragmentation haben viele Arten gefährdet oder an den Rand des Aussterbens gebracht. Zu den bereits existierenden Gefährdungsursachen tritt nun der Klimawandel als neuer Faktor hinzu.

Klimawandel wirkt sowohl direkt als auch indirekt auf Arten und Lebensräume: Er beeinflusst die Wirksamkeit, Angemessenheit und Effektivität derzeit praktizierter Naturschutzmaßnahmen. Bislang wurde diesen Veränderungen in der Naturschutzpraxis nur begrenzt Aufmerksamkeit gewidmet. Ziel des Projekts waren deswegen Lösungen, wie Auswirkungen des Klimawandels auf Naturschutz, Naturschutzstrategien und Maßnahmen systematisch erfasst und berücksichtigt werden können.

Eine wesentliche Naturschutzstrategie war bisher die Ausweisung von Schutzgebieten. Das Projekt untersuchte, inwiefern aktuelle Schutzgebiete noch ihre Aufgabe erfüllen, wenn der Klimawandel in Österreich endemische und subendemische Arten zu Wanderungsbewegungen zwingt, die solche Arten unternehmen müssen, um in ihrer klimatischen Nische zu bleiben.

Die Gefährdung von Arten und Lebensräumen ist das Resultat einer Vielzahl von Gefährdungsfaktoren, die auf sie einwirken. Naturschutzmaßnahmen haben meist das Ziel, Arten und Ökosysteme von solchen Gefährdungsfaktoren abzuschirmen oder die Auswirkungen solcher Faktoren abzumildern. Der Klimawandel verändert diese Beziehungen; Klimawandel kann als eigener zusätzlicher Gefährdungsfaktor wirken, oft verstärkt er aber auch bereits existierende andere Gefährdungsfaktoren oder er schwächt diese in ihrer Wirkung ab. Das wiederum macht manche Maßnahmen bedeutsamer und andere weniger wichtig, wenn der Klimawandel in gleicher Richtung wie die Maßnahme wirkt.

Wir verwendeten Nischenmodellierungsverfahren (Species Distribution Modelling, SDM), um die Frage zu beantworten, ob Österreichs endemische und subendemische Arten im österreichischen Schutzgebietssystem während des Klimawandels bewahrt werden können und darin dauerhaft repräsentiert bleiben. Wir unterschieden drei repräsentative Konzentrationspfade (Representative Concentration Pathways, RCP) und drei Zeithorizonte (2030, 2050 und 2080).

Expertinnen und Experten für die jeweiligen Schutzgüter wiesen insgesamt 1109 Arten und 57 Lebensraumtypen die jeweils relevanten Gefährdungsfaktoren aus einer nicht-hierarchischen Liste von 221 Gefährdungsfaktoren zu. Wir recherchierten die Literatur nach übergeordneten Trends, die durch den Klimawandel ausgelöst werden. Die Expertinnen und Experten überprüften dann, ob diese übergeordneten Trends für die jeweilige Art oder den jeweiligen

Lebensraumtyp im Verbreitungsgebiet relevant werden und entscheiden, ob die Trends den jeweiligen Gefährdungsfaktor verstärken (+1), abschwächen (-1) oder nicht signifikant (0) beeinflussen. Eine analoge Vorgangsweise wurde für die (vielfach korrespondierenden) Naturschutzmaßnahmen gewählt.

In einem weiteren Arbeitspaket untersuchen Gebietsbetreuerinnen und -manager 10 typische charakteristische Arten oder Lebensraumtypen ihrer Gebiete mit der geschilderten Methode. Wir verglichen zudem die als zweckmäßig ausgewiesenen Maßnahmen mit jenen, die aktuell in Österreich angewandt werden.

Unter den beschriebenen Szenarien sind nur mehr weniger als 20 % der 530 endemischen und subendemischen Arten im Jahr 2080 in Schutzgebieten repräsentiert; einige dieser Arten verlieren ihren Zugang zu Schutzgebieten gänzlich.

Gefährdungsfaktoren im Sektor Landwirtschaft betreffen 597 der 1109 untersuchten gefährdeten Arten, gefolgt von direkten Klimawandeleffekten (354 Arten, 32%). Hydrologische Gefährdungsfaktoren (216 Arten), Energieproduktion (115 Arten, gebietsfremde Arten (71 Arten) und forstwirtschaftliche Gefährdungsfaktoren (259 Arten) werden im Klimawandel bedeutsamer werden. Gefährdungsfaktoren im Sektor Schadstoffe (352 betroffene Arten) werden im Zuge der Umstellung auf nichtfossile Energieträger und Elektromobilität dagegen im Klimawandel weniger bedeutsam.

Unter den Schutzmaßnahmen für die 1109 betrachteten Arten nehmen direkte Klimaschutzmaßnahmen, insbesondere die Reduktion der Treibhausgasemissionen, bereits den ersten Rang ein (Zuweisung zu 331 Arten), gefolgt von Maßnahmen gegen den Schadstoffeintrag (328 Arten). Artenschutzmaßnahmen, die Wasserentnahme (192 Arten) und hydrologische Veränderungen (178 Arten) betreffen, werden für die meisten Arten im Klimawandel bedeutsamer werden.

Die Einschätzungen der Gebietsbetreuerinnen und Naturschutzmanager erbrachten trotz der Beschränkung auf wenige, subjektiv ausgewählte Arten und Gebiete eine ähnliche Rangfolge. Dagegen ist die Verteilung der Maßnahmen, die von den Expertinnen und Experten als wichtig erachtet werden, signifikant verschieden von der Verteilung der Maßnahmen, die gegenwärtig praktiziert werden. Maßnahmen in der Landwirtschaft werden deutlich seltener praktiziert als für notwendig erachtet, hydrologische Maßnahmen und Maßnahmen gegen Schadstoffe dagegen häufiger.

2 Executive Summary

Biodiversity is lost at an accelerated pace. Habitat loss, habitat devaluation and habitat fragmentation have pushed many species to the brink of extinction. In the recent years, climate change has emerged as a new and powerful direct pressure on many species. However, climate change also impinges indirectly on species and habitats by modifying the suitability, appropriateness, intensity and effectiveness of current conservation approaches. To date, this modification has been rarely taken into account in conservation practice and, prior to this project, no conceptual framework how to adapt to climate change in nature conservation had been developed.

A main conservation strategy has been the establishment of protected areas. The project has investigated whether current protected areas are functional when climate changes forces endemic and subendemic species to migrate in order to stay in their climatic envelope of suitable ecological conditions.

Endangerment of species and habitats is the result of a multitude of pressures and threats acting upon them. Conservation measures are usually responses to protect species and ecosystems from these pressures or to alleviate the damage imposed by such pressures. Climate change alters these relations; climate change might act as an additional pressure on its own, but it may also aggravate other existing pressures or relieve them. This, in turn, requires more effective conservation measures to address those stressors, or makes them redundant and ineffective, if climate change acts in their favour.

We used species distribution modelling to address the question whether Austrian endemic and subendemic species will still be represented in Austria's system of protected areas during climate change. We distinguished three Representative Concentration Pathways (RCP) and three time steps (2030, 2050 and 2080).

To understand climate-related changes of the pressure structure acting on threatened species and habitats, experts assigned relevant pressures from a pre-compiled non-hierarchical list of pressures to 1109 species and 57 habitat types. We conducted a literature review on overall trends triggered by climate change. Experts then evaluated whether these trends will cause specific pressures to increase, decrease or remain unaltered during climate change.

The analogous procedure was applied to the (often corresponding) conservation measures. In another work package, managers of five protected areas analysed 10 characteristic species or habitat types of their areas applying the same methodology as described above. We compared the results of conservation measures selected as appropriate with those currently implemented in Austria.

Under the scenarios considered here, fewer than 20% of the 530 endemics species are represented in protected areas in 2080; some of these species will entirely lose their access to protected areas.

Considering the pressures acting on Austrian species, agricultural pressures are affecting 597 out of 1109 species (54%), followed by climate change (direct effects, 354 species, 32%). Hydrological pressures (216 species), energy production (115 species), aliens (71 species) and forestry pressures (259

species) will become substantially more pronounced during climate change, whereas pressures from mixed-source pollution (352 species) will become alleviated as a result of the transformation towards non-fossil energies and electric propulsion.

Among measures appropriate for the threatened 1109 species, climate change mitigation measures are already at the top spot (relevant for 331 species), followed by measures against mixed-source pollution (328 species). Species conservation measures to manage drainage (192 species) and hydrological changes (178 species) are almost considered as becoming more important in a changing climate for most of these species.

Assessment by conservation managers provided a similar ranking of pressures and measures despite being restricted to selected conservation targets and protected areas.

The distribution of conservation measures considered relevant by organism experts and the distribution of currently performed measures are significantly different, with agricultural measures being less frequently adopted, measures against pollution and hydrological impacts more frequently than expected.

3 Hintergrund und Zielsetzung

Die gegenwärtige Klimakrise wird von einer Biodiversitätskrise begleitet. Auch ohne Klimawandel hatten Habitatverlust, Habitatdegradation und Habitatfragmentation drohende Biodiversitätsverluste bedingt; mit dem Klimawandel tritt nun ein zusätzlicher Gefährdungsfaktor hinzu, der die Situation verschlimmert. Der Klimawandel wirkt dabei einerseits direkt auf die Arten und Lebensräume: Er verändert die Lebensbedingungen in den aktuellen Verbreitungsgebieten der Arten, was die Arten teilweise zur Migration zwingt. Andererseits wirkt er jedoch auch indirekt auf die bisherigen Gefährdungsfaktoren. Damit verändert er das gesamte Faktorengefüge, dem Arten und Lebensräume unterliegen.

Eine Reihe von Naturschutzstrategien wurde im Lauf der Zeit entwickelt und etabliert, um die Biodiversitätsverluste zu stoppen. Ein Kernelement dieser Strategien sind Schutzgebiete. Innerhalb dieser Schutzgebiete können manche der Gefährdungsfaktoren, die Arten und Lebensräume bedrohen, nicht mehr zur Wirkung kommen. Beispielsweise verhindern Schutzgebiete (meistens) den Bau von Verkehrsinfrastruktur, die zu einer Fragmentation von Lebensräumen beiträgt oder diese verschärft.

Andere Teile dieser Strategien sind Naturschutzmaßnahmen, die bestimmte Gefährdungsfaktoren kompensieren oder abmildern helfen. Eine solche

Naturschutzmaßnahme wäre beispielsweise die Beweidung, welche die Auswirkungen einer Nutzungsaufgabe und des Eintrags von Stickstoff über den Luftpfad abmildert und für eine niedrige Grasnarbe in wertvollen Trockenrasenbiotopen sorgt.

All diese Maßnahmen werden durch den Klimawandel beeinflusst, manche können durch den Klimawandel wichtiger werden, andere werden vielleicht überflüssig oder so ineffektiv, dass sie unter den geänderten Bedingungen nicht mehr priorisiert werden sollten. Wenn Naturschutz in der Zukunft wirksam sein soll, dann muss er die geänderten Rahmenbedingungen, die der Klimawandel mit sich bringt, berücksichtigen und mit seinen Instrumenten ins Kalkül ziehen.

Im vorliegenden Projekt wurde die Wirkung des Klimawandels auf endemische und subendemische österreichische Arten untersucht, die in Schutzgebieten leben. Wir analysierten ferner, welche Gefährdungsfaktoren aktuell auf 1109 gefährdete terrestrische österreichische Tier und Pflanzenarten der Roten Liste und Der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinien-Anhänge wirken und wie sich der Klimawandel die Wirkung diese Faktoren verändert. Daraus leiten sich Schutzmaßnahmen ab, die wir mit bereits implementierten bestehenden Schutzmaßnahmen abglichen. Wir verglichen dabei die Perspektive von Expertinnen und Experten für die jeweiligen Arten und Lebensräume mit der Wahrnehmung von Naturschutzverantwortlichen in fünf österreichischen Schutzgebieten, die jeweils 10 für die Gebiete typische Arten oder Lebensräume ihrer Wahl in analoger Weise beurteilten.

4 Projektinhalt und Ergebnisse

Zielsetzung

Das Projekt zielte darauf ab, einen Überblick darüber zu erhalten, welche Schutzmaßnahmen derzeit auf verschiedenen Ebenen und von verschiedenen Akteuren eingesetzt werden. Wie anderswo ist auch in Österreich die wichtigste Strategie zum Schutz der Biodiversität die Ausweisung von Schutzgebieten, insbesondere von Nationalparks. Mit dem sich beschleunigenden Klimawandel müssen Arten jedoch in neue Areale wandern, um innerhalb ihrer Klimahülle zu bleiben. Ein zweites Ziel des Projekts bestand daher in der Analyse, inwieweit Arten aus ihrer Schutzgebietshülle verdrängt werden und was die Gesamtfolgen für das Schutzgebietsmanagement sind.

Neben Schutzgebieten gibt es zahlreiche weitere Naturschutzstrategien. Viele Erhaltungsmaßnahmen stellen eine Reaktion auf bestimmte Belastungen oder Stressfaktoren dar, die auf Arten und Lebensräume einwirken. Ein weiteres Ziel des Projekts ist es, einen Überblick zu bekommen, welche Belastungen auf gefährdete Arten über viele taxonomische Gruppen hinweg wirken, welche Schutzmaßnahmen geeignet sind und zu welchem Anteil und in welchem Ausmaß diese Maßnahmen durch den Klimawandel beeinflusst werden. Mit der Cluserung von Gefährdungsfaktoren und Maßnahmen liefert das Projekt wird Informationen

darüber, welche Sektoren, welche Lebensräume und welche Organismengruppen Gruppen am stärksten vom Klimawandel betroffen sind.

Ein ähnlicher Ansatz wurde von NaturschutzexpertInnen in fünf Schutzgebieten verfolgt. Das übergeordnete Ziel des Projekts bestand darin, zu verstehen, wie sich der Naturschutz an den Klimawandel anpassen muss.

Projektstruktur

Das Projekt ist in sechs Arbeitspakete gegliedert, die miteinander verknüpft und teilweise voneinander abhängig sind. Das erste Arbeitspaket (AP1) trug Daten zu aktuell umgesetzten Erhaltungsstrategien in Österreich zusammen. Basierend auf Interviews und Datenbankabfragen listete es Naturschutzmaßnahmen mit ihren Wirkungsregionen auf. Dadurch sollte ein räumlich-expliziter Überblick über Naturschutzaktivitäten gewonnen werden.

Das zweite Arbeitspaket (AP2) befasste sich mit der Frage, ob der österreichische Schutzgebietsverbund bedrohte Arten während des Klimawandels schützen kann. Es basierte methodisch auf der Artenverteilungsmodellierung (SDM, Species Distribution Modelling).

Das dritte Arbeitspaket (AP3) untersuchte gefährdeten Arten der österreichischen Roten Listen sowie in Anhängen der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie aufgeführte Arten und Lebensraumtypen. Experten ordneten Gefährdungsfaktoren aus einer vordefinierten Liste den Arten und Lebensräumen zu und wählten geeignete Schutzmaßnahmen aus. In einem zweiten Schritt wurde bewertet, wie der Klimawandel die Gefährdungsfaktoren und Maßnahmen in ihrer Bedeutung verändert. Der Zweck des Arbeitspakets bestand darin, das Gesamtmuster der Veränderungen zu erkennen, die der Klimawandel im Faktorengefüge von Gefährdung und Naturschutz bewirkt.

Das vierte Arbeitspaket (WP4) war als Realitätscheck für die anderen Arbeitspakete konzipiert. Naturschutzpraktiker und Mangerinnen von Schutzgebieten und ihre Erfahrungen vor Ort wurden einbezogen. Die jeweiligen Gebietsverantwortlichen wurden gebeten, eine Liste von charakteristischen Zielarten für ihre Gebiete zu erstellen und Maßnahmen zuzuordnen, die derzeit umgesetzt werden oder die geplant sind. Diese Zuordnung wurde dann mit den Ergebnissen von Arbeitspaket 3 verglichen, die von Expertinnen und Experten für die gefährdeten Arten und Lebensräume im nationalen Maßstab erstellt wurden.

Arbeitspaket 5 (AP5) verglich die Resultate von Arbeitspaket 1, 3 und 4 und leitete daraus übergeordnete Schlussfolgerungen ab.

Das finale Arbeitspaket 6 (WP6) zielte darauf ab, Projektfragen, Probleme, Projektergebnisse und Konsequenzen an die Stakeholder im österreichischen Regierungsumfeld (Gemeinden, Länder und Bundesministerien), Umwelt-NGOs, Beratungsunternehmen, Forscher und weitere im Naturschutz tätige Akteure zu kommunizieren.

Arbeitspaket 1

Zahlreiche Schutzmaßnahmen werden derzeit in verschiedenen Naturschutzprojekten in Österreich umgesetzt. Die Projekte werden hauptsächlich von Bundesländern und Nichtregierungsorganisationen durchgeführt, es gibt jedoch keine Stelle, die alle Naturschutzinitiativen koordiniert. Die Aufgabe bestand darin, einen Überblick über die Naturschutzaktivitäten zu erlangen.

Wir unternahmen eine Internetrecherche und kontaktierten alle relevanten Naturschutzbehörden in Österreich (Bundesländer und NGOs), um Beschreibungen oder Berichte zu einzelnen Projekten zu finden. Darüber hinaus wurden alle Schutzmaßnahmen recherchiert, die gemäß Artikel 17 der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union unternommen und gemeldet wurden. Mit Expertinnen und Experten aus dem professionellen Umfeld wurde Kontakt aufgenommen, um Projekte zu finden, die wir möglicherweise übersehen hatten. Trotz aller Bemühungen konnte keine Vollständigkeit gewährt werden. Kein Bundesland sah sich in der Lage, eine vollständige Liste von Naturschutzprojekten im Zuständigkeitsbereich erstellen. Daher beschränkten wir uns auf Projekte, die in der Biodiversitätsdatenbank des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK <https://database.xn--biodiversittsdialog-qwb.at/index.php/726639?lang=de-informal>) und ergänzten diesen Datenbestand durch Internetrecherche und verstreute Informationen von NGOs und Expertinnen. Alle laufenden oder abgeschlossenen Schutzprojekte der letzten zehn Jahre (d. h. Ende frühestens 2009) mit konkreten Zielarten oder Artengruppen und die damit verbundenen Maßnahmen wurden in einer Datenbank zusammengestellt, einschließlich Zielart/Artengruppe, Schutzmaßnahme (verbunden mit der jeweiligen Art), Startdatum, Enddatum und Lebensraumtyp. Jede Schutzmaßnahme wurde auch anhand der gemeldeten GPS-Koordinaten oder Ortsnamen geolokalisiert.

Abbildung 1 zeigt die räumliche Verteilung der in WP1 analysierten Projekte.

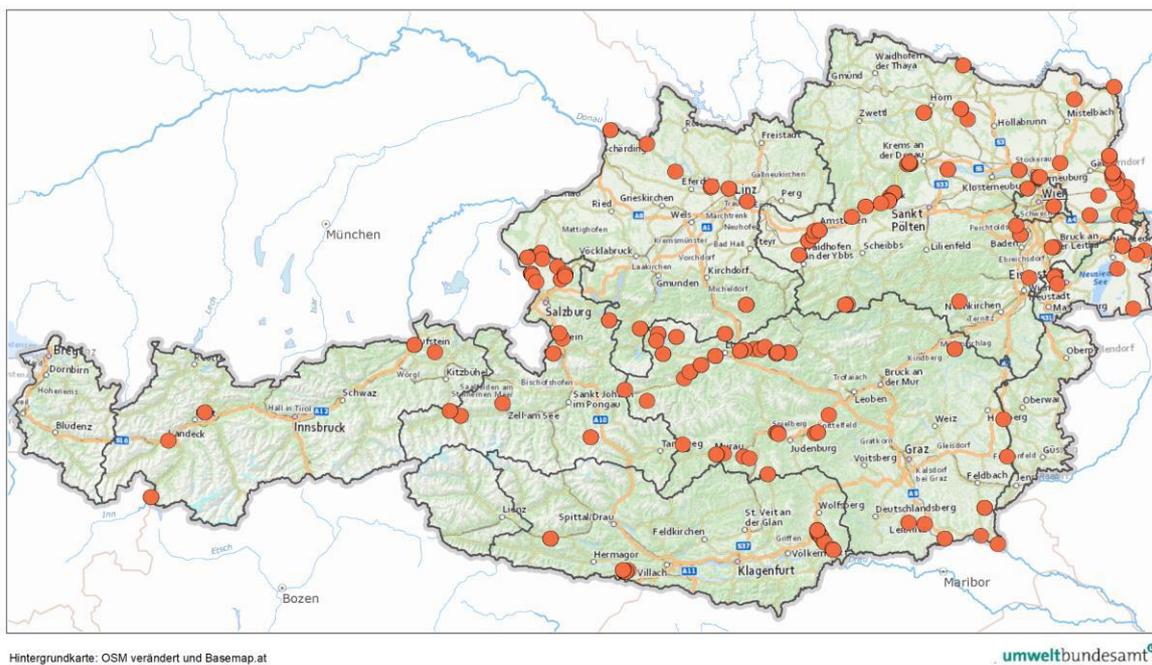


Abbildung 1: Lokalisierung der erfassten Projekte.

Arbeitspaket 2

Analyse der Repräsentation

Die Analyse der klimatischen Darstellung des österreichischen Schutzgebietsnetzwerks geht davon aus, dass sich das Klima innerhalb Österreichs ändern wird. Folglich bieten Schutzgebiete möglicherweise keine Bedingungen mehr, unter denen die Arten, die sie schützen sollen, überleben können.

Dies könnte möglicherweise dazu führen, dass die räumliche Ausdehnung und Position aktueller Schutzgebiete ungeeignet werden und eine Erweiterung oder Neuetablierung von Schutzgebieten proaktiv erforderlich wird. In dieser Analyse konzentrierten wir uns auf endemische und subendemische Arten Österreichs, für die Österreich besondere Verantwortung trägt. Inkludiert sind die Gefäßpflanzen und eine Reihe von wirbellosen Taxa (Insekten, Krebstiere, Milben, Spinnen, Springschwänze, Tausendfüßler, Schnecken). Daten zur Verbreitung dieser Arten stammen von Rabitsch und Essl (2009); die Verbreitungskarten basieren auf dem Raster der Floristischen Kartierung Mitteleuropas (5 x 3 geographische Minuten) in Kombination mit dem Höhenintervall der Arten innerhalb des Rasters.

Wir haben die klimatischen Anforderungen für jede Art zusammengestellt, indem wir gerasterte (auf 100 m herunterskalierte) durchschnittliche jährliche Temperatur- und Niederschlagssummendaten aus dem jeweiligen artspezifischen

Höhenband innerhalb jeder der Rasterzellen extrahiert haben, in denen eine Art beobachtet wurde. Gleiches wurde für die Schutzgebiete unternommen. Ein Puffer um die Artverbreitung trägt der Fähigkeit der Arten Rechnung, den Klimabedingungen zu folgen. Dadurch berücksichtigen wir eine mögliche zukünftige Besiedelung benachbarter, räumlich zusammengehöriger Gebiete, die bisher nicht besiedelt wurden. Basierend auf diesen Daten konstruieren wir die klimatischen Nischen für jede Art und zugehörige PA als bivariate Dichtekerne auf Gradienten der mittleren Jahrestemperatur und des jährlichen Niederschlags. Dann wurde die klimatische Repräsentation von Arten-Nischen in Schutzgebieten als Anteil des Kerns der Art berechnet, der vom Schutzgebiet bedeckt ist. Wir unterscheiden drei repräsentative Konzentrationspfade (Representative Concentration Pathways, RCP) und drei Zeithorizonte (2030, 2050 und 2080). Daraus lässt sich ableiten, inwieweit das österreichische Schutzgebietsnetzwerk klimafit ist.

Unter den hier betrachteten Szenarien sinkt bis 2080 der Anteil der derzeit realisierten klimatischen Nischen der 530 endemischen Arten in Schutzgebieten im Durchschnitt auf unter 20 %. Ein beträchtlicher Teil von 20 bis 30 % dieser Arten wird sogar den Zugang zu ihren Klima-Nischen vollständig verlieren oder nur außerhalb von Schutzgebieten einen geeigneten Klimaraum finden. Insgesamt wird das Schutzgebietsnetzwerk endemischen und subendemischen Arten nur unzureichenden Schutz bieten.

Um die klimatischen Nischen der Arten und damit die innerartliche Diversität und das evolutionäre Potenzial zu erhalten, sollten Erweiterungen von Schutzgebieten unter Berücksichtigung den klimatischen Bedingungen in Betracht gezogen werden. In Österreich sind die Landnutzung und die damit verbundenen Bedrohungen der Biodiversität in höheren Lagen auch außerhalb von Schutzgebieten weniger intensiv. Daher hängt das Überleben von hochalpinen Arten, die ihre Verbreitung im Klimawandel ändern, im geringeren Maße schutzgebietsabhängig sein. Demgegenüber hängt das Überleben von Tieflandarten, die ihren Nischen folgen, stärker vom Vorhandensein von Schutzgebieten und Ausbreitungskorridoren ab, da geeignete Lebensräume außerhalb von Schutzgebieten aufgrund anthropogener Nutzung knapp sind. Die Erweiterung der in Schutzgebieten abgedeckten Höhengradienten wäre eine geeignete Klimawandel-Anpassungsstrategie. Für Arten der hohen Gipfel sind dieser Strategie offensichtlich Grenzen gesetzt.

Die wichtigste Strategie besteht somit darin, das Ausmaß des Klimawandels so weit wie möglich zu begrenzen und andere Belastungen als den Klimawandel, welche endemische Arten zusätzlich beeinträchtigen, wirksam zu reduzieren.

Analyse der klimatischen Konnektivität

Artenverlust durch den Klimawandel kann verhindert werden, wenn es den Arten ermöglicht wird, zu wandern und damit den Umweltnischen zu folgen. Korridore, die Schutzgebiete verbinden, ermöglichen es den Arten, ungeeignete Lebensräume zu durchqueren und andere Schutzgebiete zu erreichen.

„Klimatische Konnektivität“ liegt dann vor, wenn die Landschaftskonfiguration es den Arten ermöglicht, den Klimabedingungen im Klimawandel zu folgen. Für die Klimaszenarien RCP 2.6, 4.5 und 8.5 und für drei Zeitschritte in der Zukunft 2030, 2050 und 2080 wurden Korridorberechnungen vorgenommen. Für jeden der acht hier betrachteten Lebensraumtypen (Nadelwald; Laubwald, Buschland, Extensivgrünland, Alpengrünland, Feuchtgebiete, Trockenrasen und Felsen) haben wir den Flächenanteil innerhalb jedes Schutzgebietes berechnet, der räumlich mit Flächen verbunden ist, die in der Zukunft das gleiche Klima haben wie der Quellpatch heute (klimatische Konnektivität durch Nachbarschaft). Im Durchschnitt aller acht Lebensraumtypen sind unabhängig vom Klimaszenario bis 2040 mehr als 50 % der Schwerpunktfläche durch Nachbarschaft klimatisch verbunden. Auf längere Sicht hängt die Klimakonnektivität durch Nachbarschaft jedoch stark vom Szenario und Lebensraumtyp ab. Bis 2080 wird die Konnektivität des Fokusbereichs noch zu 55,7 % unter RCP2.6, zu 35,3 % unter RCP4.5 und zu 13,3 % unter RCP8.5 erreicht. Etwa 11 % des Schwerpunktgebiets sind immer erfolgreich verbunden, was bedeutet, dass in allen Jahren und Szenarien Klimakonnektivität besteht. Gebüsche sind derjenige Lebensraumtyp, der über Jahre und Klimaszenarien hinweg die beste Flächenkonnektivität zeigt, gefolgt von Extensivgrünland, Nadelwald, Felsstandorte, Alpengrünland, Laubwald, Trockenrasen und an letzter Stelle Feuchtgebieten. Nur in RCP2.6 ist die Rangfolge eine andere; in diesem Szenario hat alpines Grünland einen höheren Anteil an zusammenhängender Fläche als Felsstandorte.

Ferner haben wir den effektivsten Weg zur Verbesserung dieser klimatischen Konnektivität mit einem Kosten-Entfernungs-Modell berechnet. Das Modell war so programmiert, dass Migration durch (a) klimatisch ungeeignetes Gelände, (b) stark vom Menschen beeinflusste Gebiete und (c) ungeeignete Lebensraumtypen vermieden wird. Insgesamt können Korridore die Klimakonnektivität verbessern, wenngleich die durchschnittliche Zunahme der Konnektivität relativ gering ist und wiederum vom Szenario und Lebensraumtyp abhängt. Bei RCP2.6 beträgt diese Erhöhung ca. 3,4 % des Fokusbereichs mit geringer Variation über die Zeit. In RCP4.5 beträgt die Erhöhung ebenfalls ca. 3,4 % über die meisten Jahrzehnte, fällt aber schließlich auf 1 % im Jahr 2080 ab. In RCP8.5 beginnen die anfänglich ähnlichen 3,4 % bereits im Jahr 2060 zu sinken und fallen im Jahr 2080 auf nur noch 0,7 %.

Der Beitrag von Korridoren zur Klima-Konnektivität variiert aber stark zwischen den Lebensraumtypen; beispielsweise verzeichnen Trockenrasen Gewinne von bis zu 17 % (in RCP2.6), während Buschland in keinem Szenario von Korridoren profitiert. Die Rangfolge der Gewinne ist Trockenrasen, gefolgt von Alpenrasen, Extensivrasen, Nadelwald, Feuchtgebieten, Laubwald, Felsen und Strauchland (RCP4.5; die letzten beiden mit null gleichauf). In den anderen Szenarien weicht die Rangfolge leicht ab, mit Feuchtgebieten auf dem dritten Platz in RCP2.6 und mit Buschland auf dem siebten Platz in RCP8.5.

Die Ergebnisse legen nahe, dass sich die Erhaltungsbemühungen auf bestimmte Lebensraumtypen prioritär konzentrieren sollten, wenn es darum geht, alle

Lebensräume gleichermaßen zu erhalten. Die Studie stellt eine erste Einschätzung dar, inwieweit die Lage der österreichischen Schutzgebiete ihre Konnektivität beeinflusst. Die Planung und die Umsetzung von Schutzgebieten sollte Klimaprognosen, Artverbreitung und sozio-ökologische Aspekte berücksichtigen. Diese Anpassungsleistungen sollten parallel zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen erfolgen.

Arbeitspaket 3

Die globale Naturschutzkrise und der Klimawandel wirken sich auf Österreichs Arten und Lebensräume aus. Eine Reihe von Gefährdungsfaktoren bedroht Arten und Lebensräume und führt zu Habitatverlust, Habitatqualitätsverlust und Habitatfragmentierung. All diese Faktoren führen zusammen zu einem erhöhten Aussterberisiko, wie es in der österreichischen Roten Liste gefährdeter Arten ausgewiesen ist. Um Aussterben zu verhindern und den Druck auf Arten und Lebensräume zu verringern, steht Naturschützern ein Instrumentarium an Schutzmaßnahmen zur Verfügung. Viele dieser Maßnahmen mildern die Auswirkungen von Gefährdungsfaktoren; andere können den Populationen helfen, besser mit Stressoren umzugehen.

Mit dem Klimawandel kommt eine neue Belastung auf die Arten und Lebensräume zu, noch wichtiger ist allerdings, dass der Klimawandel die Relevanz der anderen Gefährdungsfaktoren und Schutzmaßnahmen verändert. Das Ziel der Arbeitspaketes bestand in der Analyse der Wechselwirkungen zwischen Klimawandel, Gefährdungsfaktoren und Schutzmaßnahmen. 1109 bedrohte Arten und 71 Lebensraumtypen (EU-FFH-Richtlinie Anhang 1) wurden behandelt (Tab. 1).

Tabelle 1: Gefährdete Arten der Roten Listen und Arten mit ungünstigem Erhaltungszustand (EU Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie), die im Arbeitspaket 3 analysiert wurden.

Organismengruppe	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie II und IV	Vogelschutzrichtlinie	Rote Listen Österreichs	Gesamtartenzahl
Wirbeltiere				127
Säugetiere	29		7	36
Vögel		63	4*	67
Reptilien	8		1	9

Amphibien	15		15
<i>Wirbellose</i>			840
Heuschrecken	4	46	50
Käfer außer Laufkäfern	8		8
Laufkäfer***	3	286	289
Tagfalter	13	49	62
Nachtfalter	4		4
Spinnen***		289	289
Mollusken	5	133	138
<i>Pflanzen</i>			142
Gefäßpflanzen***	31	100**	131
Moose und Flechten	11		11
Summe			1109
*Die Unterarten von <i>Cyanecula svecica</i> wurden getrennt behandelt.			
**Zufallsstichprobe aus der Grundgesamtheit der vorläufig eingestuften Gefäßpflanzenarten			
***Rote Listen dieser Gruppen sind vorläufig und noch unpubliziert			

Die Analyse beschränkte sich auf den terrestrischen Bereich; aquatische Gruppen wurden ausgeschlossen. Alle Arten der FFH-Anhänge mit ungünstigem Erhaltungszustand (Kategorie U1, U2, zumindest in einer biogeographischen Region Österreichs) wurden aufgenommen. Die Grundgesamtheit wurde durch als gefährdet gelistete Arten (Kategorien CR, EN oder VU) in aktuellen nationalen Roten Listen ergänzt, darunter auch Spinnen, Laufkäfer und Gefäßpflanzen, für die derzeit Rote Listen in Arbeit sind und deren Kategorisierung vorläufig ist. Im Durchschnitt wurden von den Experten etwa 3,7 Gefährdungsfaktoren-Zuordnungen pro Art vorgenommen, was insgesamt zu 4097 Art-Gefährdungsfaktor-Paaren führte. Gegebenenfalls wurden die Zuweisungen kommentiert, um die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Bewertungen zu verbessern. Wurden zur Begründung der Zuordnungen Literaturbefunde herangezogen, wurden Referenzen angegeben und in einer separaten Tabelle in der Datenbank hinterlegt.

In einem zweiten Schritt wurde jede dieser 4097 Zuweisungen hinsichtlich des Klimawandels bewertet. Wir ermittelten zunächst großräumige Trends, die die Gefährdungsfaktoren beeinflussen, wie z. B. die Entwicklung erneuerbarer Energien, die Umstellung auf Elektromobilität oder neue gebietsfremde Arten in der Forstwirtschaft. Wir haben dazu Simulationsstudien und Gesetzesmaterien berücksichtigt, insbesondere das neue Erneuerbare-Energien-Gesetz, das unlängst in Österreich eingeführt wurde. Basierend auf diesen Rahmenbedingungen wurde jede Expertin und jeder Experte gebeten, die Auswirkungen des Klimawandels auf den Faktor X auf eine bestimmte Art Y zu

bewerten. Die Auswirkungen auf den Faktor können „+1“ sein (die Bedeutung des Faktors wird durch den Klimawandel erhöht), „0“ (Klimawandel ist für den Faktor irrelevant bzw. ändert seine Wirkung auf die Art Y nicht oder „-1“ (Klimawandel führt zu einer abnehmenden Bedeutung des Gefährdungsfaktors für die Art Y).

Wir haben die aktuelle Bedeutung des Faktors X (gemessen als Anzahl der betroffenen Arten) gegen die Gesamtveränderung des Faktors X als Folge des Klimawandels (gemessen als Summe der Änderungen dividiert durch die Anzahl der betroffenen Arten) und für jede Verursachergruppe des Gefährdungsfaktors aufgetragen (z. B. Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Abbildung 2).

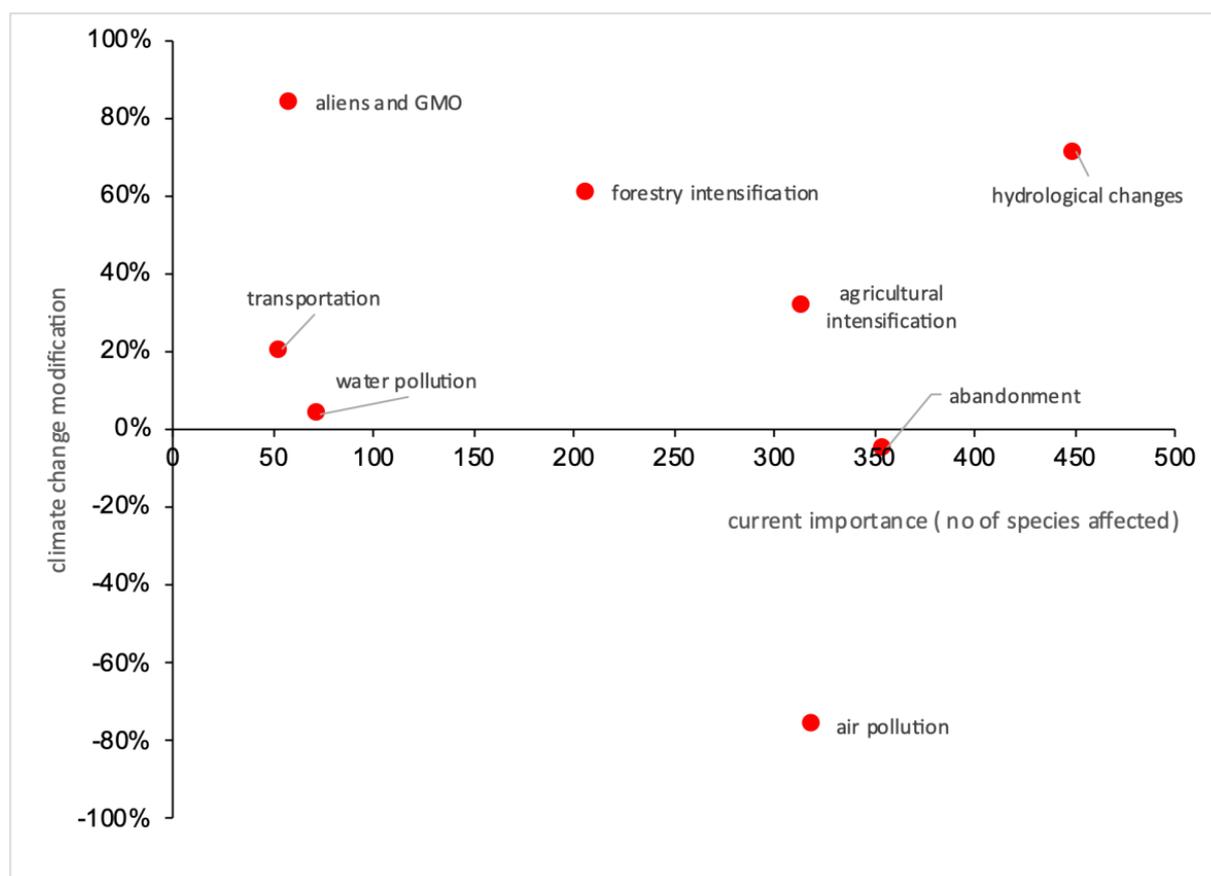


Abbildung 2: Verursacher von Belastungen österreichischer Arten und deren Veränderung durch den Klimawandel.

Die Liste der Gefährdungsfaktoren (EIONET 2017a) ist nach diesen Verursachergruppen gegliedert. Grundsätzlich sind allerdings die Gefährdungsfaktoren voneinander unabhängig und können somit auch alternativ gruppiert werden (Abb. 3).

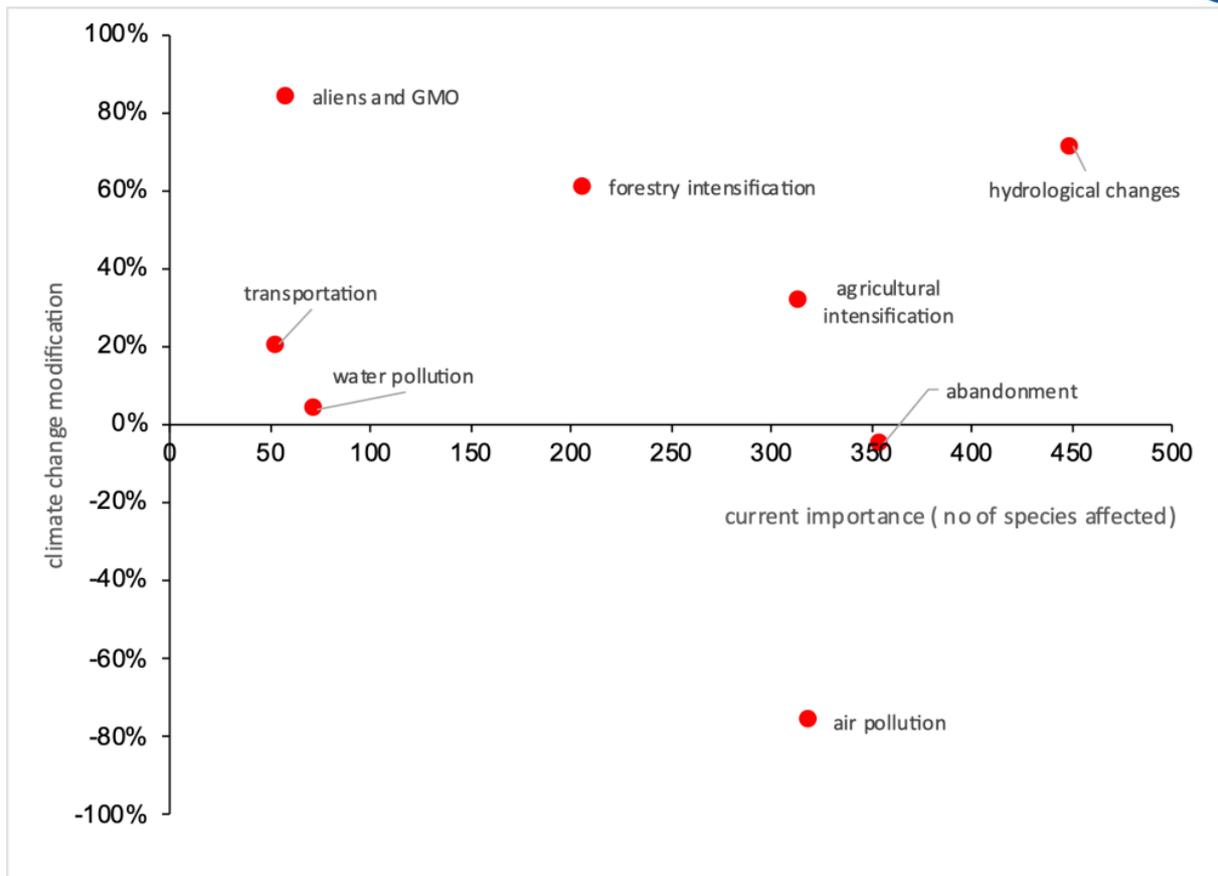


Abbildung 3: Thematische Gruppierung der Gefährdungsursachen für Österreichs gefährdete Arten

Neben der Zuordnung von Gefährdungsfaktoren und Schutzmaßnahmen wurden die gefährdeten Arten auch EUNIS-Lebensraumtypen zugeordnet. Aus einer Liste von 116 österreichischen Lebensraumtypen, basierend auf der von der Europäischen Umweltagentur entwickelten EUNIS-Klassifikation von Lebensraumtypen (EEA 2014), wurden die Expertinnen und Experten gebeten, die Haupttypen auszuwählen, auf die Arten angewiesen sind. Mit diesen Zuordnungen wurden Anpassungen des Klimawandels an Belastungen auf bestimmte Lebensraumtypen durchgeführt. Abbildung 4 illustriert ein Beispiel für Hoch- und Niedermoore.

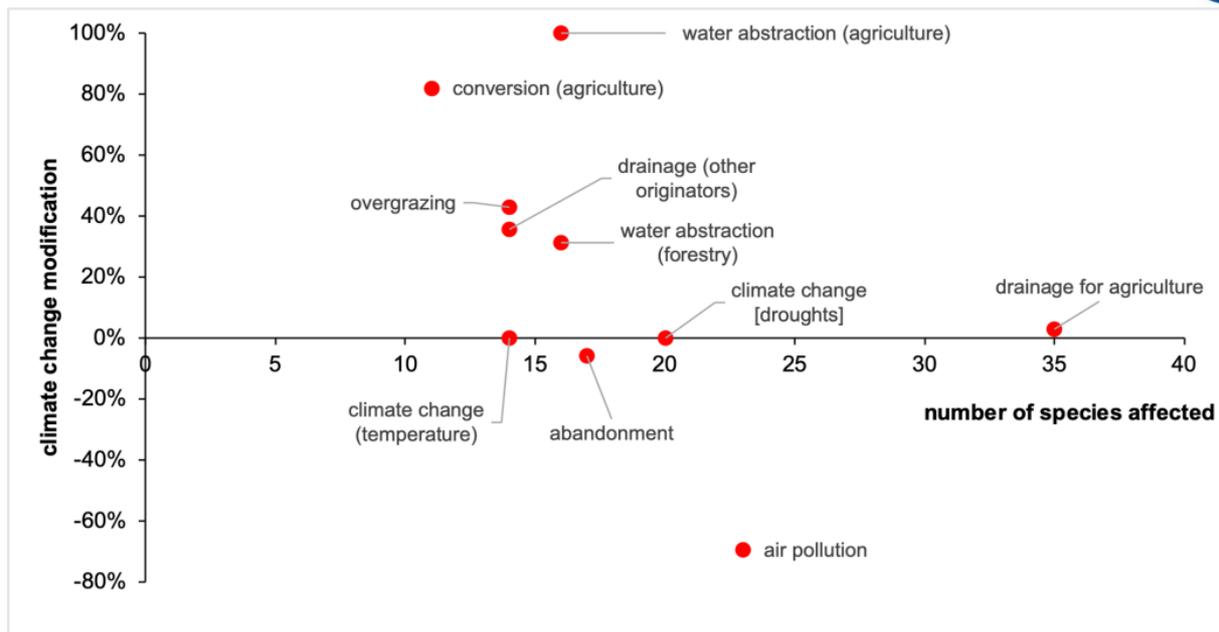


Abbildung 4: Das Gefüge der Gefährdungsfaktoren für Hoch- und Niedermoore-

Unter den Schutzmaßnahmen sind Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels bereits die wichtigsten für die Art. Management von hydrologischen Veränderungen und Entwässerung sind diejenigen, die während des Klimawandels für den größten Anteil der Arten an Bedeutung gewinnen werden (Abb. 5). Durch die Umstellung auf Elektromobilität werden Maßnahmen gegen Luftverschmutzung (insbesondere Stickstoff) an Bedeutung verlieren.

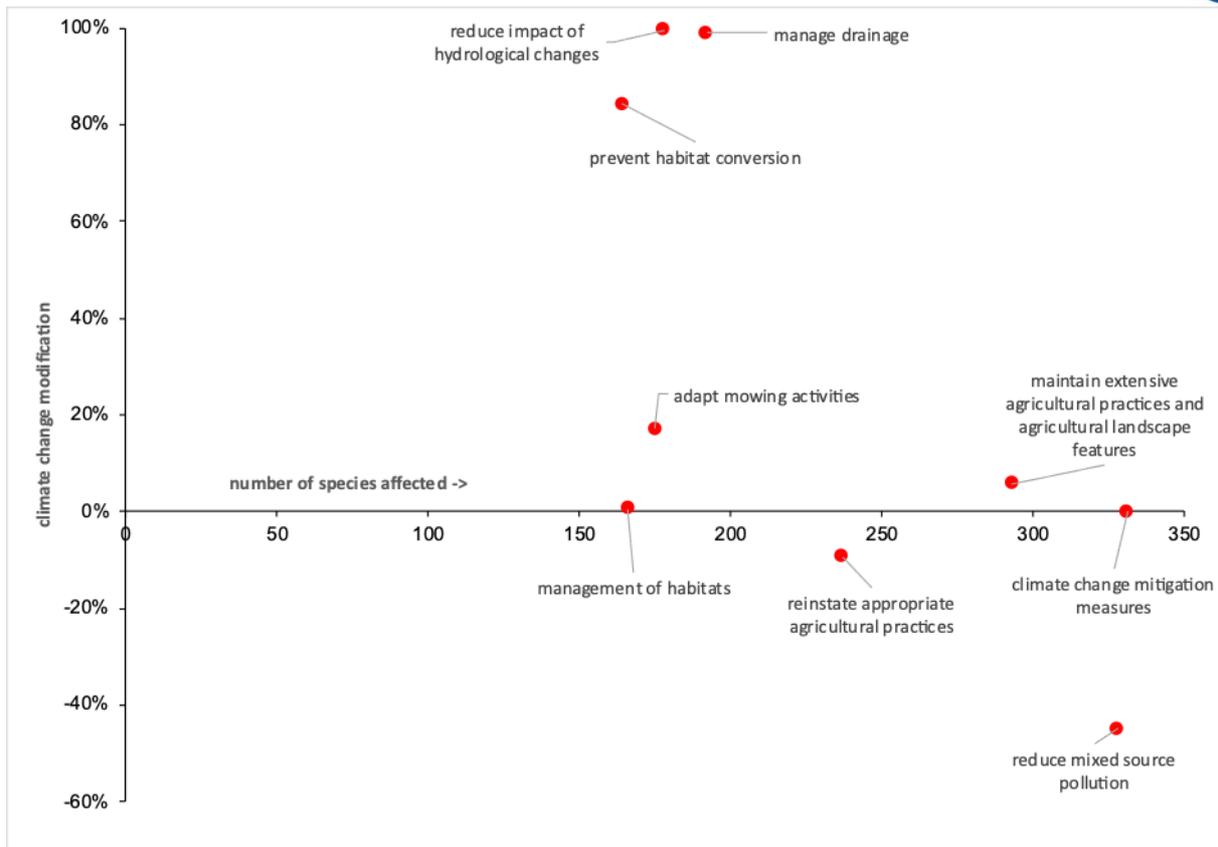


Abbildung 5: Bedeutung (x-Achse) und Bedeutungswandel der Schutzmaßnahmen im Klimawandel (y-Achse)

Arbeitspaket 4: Lokale und regionale Fallstudien

In Arbeitspaket 4 wurden Schutzgebietsmanager gebeten, ihre Sicht auf zukünftige Entwicklungen hinsichtlich den Klimawandel und dessen Auswirkungen auf das Schutzgebietsmanagement darzulegen. Zusätzlich wurde ein Bewertungsprozess ähnlich der Vorgangsweise des Arbeitspakets 3 aufgesetzt. Naturschutzverantwortliche der Schutzgebiete wählten 10 charakteristische Arten oder Lebensraumtypen (davon ein Lebensraumtyp, ein Säugetier, ein Vogel, ein Kriechtier, ein wirbelloses Tier und fünf Lebensräume oder Arten ihrer Wahl) aus, die für das Schutzgebiet von besonderer Bedeutung sind. Dann ordneten sie diesen Arten oder Lebensraumtypen auf der Grundlage der lokalen Bedingungen und der praktischen Erfahrung in ihren Schutzgebieten Gefährdungsfaktoren und Schutzmaßnahmen zu.

Die wichtigsten Ergebnisse waren:

1. Direkte Klimawandel-Gefährdungsfaktoren sind für 48 % der ausgewählten Schutzobjekte (Lebensräume und Arten) relevant.
2. Die Aufgabe der Grünlandbewirtschaftung ist der wichtigste Gefährdungsfaktor (sie betrifft die größte Anzahl Schutzobjekte), gefolgt von gebietsfremden Arten und anderen landwirtschaftlichen Gefährdungsfaktoren.

3. 56 % der Gefährdungsfaktoren werden für die Schutzgebiete und ihre Schutzobjekte während des Klimawandels relevanter, 10 % verlieren an Bedeutung.

4. Unter den Schutzmaßnahmen wird die landwirtschaftliche Bewirtschaftung in und um die Schutzgebiete während des Klimawandels an Bedeutung gewinnen, dabei insbesondere die Wiederherstellung extensiver Praktiken, das Management von Pestiziden und die Kontrolle gebietsfremder Arten. Von den Schutzmaßnahmen wird die Mehrheit (61 %) im Zuge des Klimawandels an Bedeutung gewinnen.

Arbeitspaket 5

Im Arbeitspaket 5 verglichen wir die in Projekten tatsächlich angewandten Schutzmaßnahmen (im Arbeitspaket 1 zusammengestellt) mit den vorgeschlagenen Schutzmaßnahmen aus Arbeitspaket 3. Dieser Vergleich ist in Abbildung 7 nach Sektoren klassifiziert. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen den gemessenen Häufigkeiten in Projekten und Arten wurde durch einen χ^2 -Test für Kontingenztafeln (Häufigkeitstabellen) getestet. Der χ^2 -Test zeigte, dass sich die beiden Verteilungen mit hoher Signifikanz deutlich unterscheiden ($p < 0,001$).

Abbildung 8 veranschaulicht die Abweichung der beobachteten Werte von den erwarteten Werten; d. h. die unter Verwendung der Wahrscheinlichkeitstheorie berechneten erwarteten Häufigkeiten für χ^2 -Verteilungen.

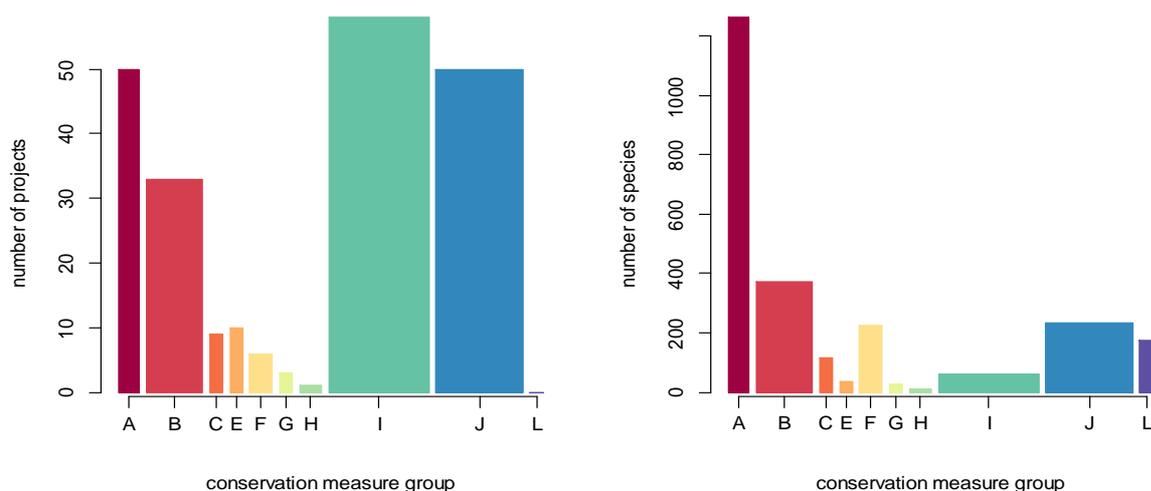


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung aktuell praktizierter Maßnahmen auf bestimmte Sektoren (links) und von Expertinnen und Experten für notwendig erachtete Naturschutzmaßnahmen (rechts). Sektoren („conservation measure group“): A...Landwirtschaft, B...Forstwirtschaft, C...Energieproduktion, E...Transport und Verkehr, F...Gebäude, Industrie-Infrastruktur, G...Nutzung biologischer Ressourcen, I...Maßnahmen gegen gebietsfremde Arten, J...Maßnahmen gegen Verschmutzung und hydrologische Maßnahmen, L...Maßnahmen gegen natürliche Prozesse und Katastrophen. Die Einzelmaßnahmen wurden pro Sektor aufsummiert. Die Höhe der Säulen illustriert die Anzahl der Projekte (links) bzw. der Anzahl zugeordneter Arten (rechts).

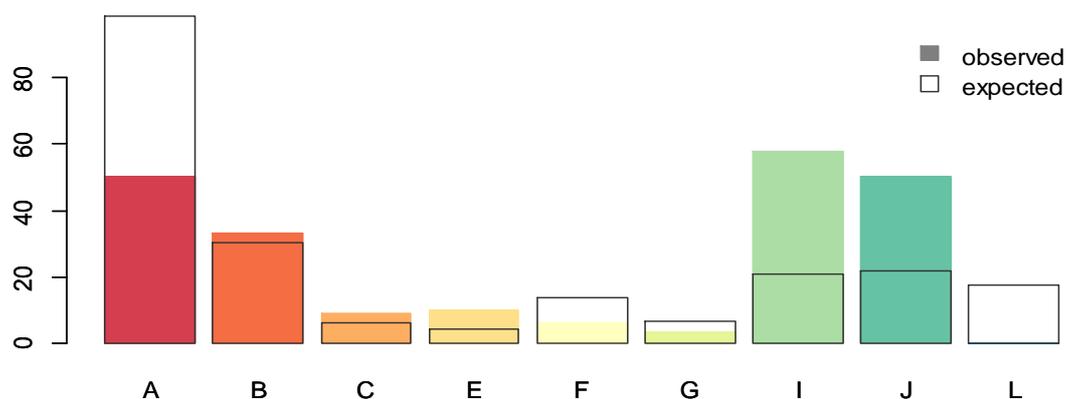


Abbildung 8: Abweichung der beobachteten Häufigkeiten von Naturschutzmaßnahmen von den erwarteten Häufigkeiten, berechnet mittels χ^2 -Test in den verschiedenen Sektoren (A...Landwirtschaft, B...Forstwirtschaft, C...Energieproduktion, E...Transport und Verkehr, F...Gebäude, Industrie-Infrastruktur, G...Nutzung biologischer Ressourcen, I...Maßnahmen gegen gebietsfremde Arten, J...Maßnahmen gegen Verschmutzung und hydrologische Maßnahmen, L...Maßnahmen gegen natürliche Prozesse und Katastrophen).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass Maßnahmen im Sektor „Landwirtschaft“ und in den landwirtschaftlich genutzten Lebensräumen offenbar seltener in Naturschutzprojekten zum Einsatz kommen, als dies nach den betroffenen gefährdeten Arten zu schließen erforderlich wäre. Im Gegensatz dazu sind Maßnahmen in Bezug auf gebietsfremde Arten und Maßnahmen in Bezug auf Verschmutzung und hydrologische Veränderungen in den gegenwärtigen Naturschutzprojekten überproportional häufig implementiert. Diese beiden letztgenannten Sektoren werden im Klimawandel allerdings auch an Bedeutung gewinnen.

Die Interpretation unterliegt einigen Limitationen: a) Es ist nicht sicher, ob der verfügbare Datenbestand von Naturschutzprojekten für alle Projekte in Österreich repräsentativ ist. Einige wichtige Akteure beantworteten die Anfrage nicht. Daher könnten sich Verzerrungen, die durch das Fehlen dieser Institutionen entstehen, in unseren Daten zeigen. b) Naturschutzprojekte finden bevorzugt in Feuchtgebieten statt (vgl. Abb. 7). Ob dies die tatsächlichen Bedürfnisse des Naturschutzes widerspiegelt oder ob dieses Muster durch eine ungleichmäßige Zuweisung von Fördergeldern zustande kommt, bliebe zu diskutieren.

Arbeitspaket 6

Am 6. Oktober 2021 wurden Stakeholder und das gesamte Projektteam zu einem abschließenden Projektworkshop eingeladen. Ergebnisse der Arbeitspakete wurden präsentiert und diskutiert.

Eine umfassende Abschlussdiskussion wurde eingeleitet mit den Fragen:

- Wie hat sich die Erwartung des Klimawandels im Laufe der Zeit entwickelt?
- Bedeutung der Anpassung an den Klimawandel im Naturschutz. Wo? Wie, wie wichtig?
- Was könnten geeignete Leitlinien für die Anpassung an den Klimawandel im Naturschutz sein?

Die zahlreichen Teilnehmer aus verschiedenen Sparten und eine sehr lebhaft Diskussions illustrierten das allgemeine Interesse an dem Projekt. Teilnehmer wiesen auf die zahlreichen aktuell bestehenden Naturschutzprobleme hin. Oft seien diese Probleme auf Managementfehler zurückzuführen und nicht die Folge von aktuell bereits merkbaren klimawandelbedingten Veränderungen. Insgesamt wurden die Ergebnisse des Projekts mit den Praxiserfahrungen in Beziehung gesetzt und so nochmals auf Relevanz überprüft. Generell wurde darauf hingewiesen, dass der Klimawandel auch kleinräumig sehr unterschiedliche und vielfältige Effekte auf die Biodiversität ausüben kann. Keinesfalls, so die vielfach geäußerte Meinung, sollte der Naturschutz angesichts des Klimawandels in eine fatalistische Ohnmacht verfallen; viele für die Biodiversität negative Klimawandeleffekte können durch geeignete Naturschutzmaßnahmen abgefangen und kompensiert werden. Auf sehr lokaler Ebene sind die Wechselwirkungen allerdings oft komplexer als im Projekt für den österreichischen Maßstab beschrieben.

Insgesamt konnte auf der Veranstaltung die Problemstellung des Projekts ins Bewusstsein der Naturschutz-Akteure vermittelt werden. Die Rückmeldungen stellten darüber hinaus die Bezüge der im Projekt methodisch-schematisch ermittelten Befunde zu der Praxis-Realität her und dar.

5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Schlussfolgerungen des Projekts können wie folgt gezogen werden:

1. War noch von einigen Jahren der Naturschutz von der Anschauung geprägt, Biodiversität sei in erster Linie von Habitatverlusten, Habitatentwertung und Habitatfragmentierung bedroht und der Klimawandel sei eine ernste, aber doch

eher zukünftige Bedrohung, zeigte das Projekt, dass der Klimawandel als direkter Gefährdungsfaktor inzwischen bei den Arten und Lebensräumen angekommen ist. Interessanterweise sind dabei die langen Trockenperioden und Niederschlagsveränderungen bedeutsamer (mehr Arten beeinflussend) als die Erhöhung der Temperatur.

2. Das aktuelle österreichische Schutzgebietsnetzwerk ist nicht in der Lage, alle endemischen und subendemischen Arten zu bewahren. Die Diskussion über Schutzgebietserweiterungen sollte die Befunde des Projekts mit ins Kalkül ziehen.

3. Ökonomische Zwänge führten die Landnutzung einerseits zu immer stärkerer Intensivierung, andererseits zur Nutzungsaufgabe auf Grenzertragsflächen. Der Klimawandel wird die daraus erwachsenden Probleme für die Biodiversität weiter verstärken. Eine Extensivierung auf größerer Fläche, beispielsweise durch Förderung des biologischen Landbaus, könnte diesen Entwicklungen entgegenwirken.

4. Hydrologische Veränderungen (Grundwasserentnahme, Drainagierung, Fluss- und Uferverbau, Wasserkraftwerke) rangieren bereits aktuell unter den wesentlichen Gefährdungsfaktoren für Österreichs gefährdete Arten. Mit dem Klimawandel wird sich die Konkurrenzsituation zwischen Wassernutzung und Feuchtgebietsschutz insbesondere in den pannonischen Flachländern im Osten Österreichs deutlich weiter verschärfen; Maßnahmen zur Abmilderung dieser Konkurrenz werden weiter an Bedeutung gewinnen.

5. Nährstoffarme Standort wie Moore und Magerrasen sind aktuell von der Stickstoffdeposition und -überdüngung über Luftschadstoffe bedroht. Diese Gefährdungslage wird sich mit der Umstellung auf nicht-fossile Energien und mit weiterer Verbreitung der Elektromobilität allerdings entschärfen.

6. Die aktuell praktizierten Naturschutzprojekte und Maßnahmen stehen mit den Erfordernissen nur teilweise in Einklang. Beispielsweise wären im Sektor Landwirtschaft mehr Aktivitäten notwendig, als derzeit stattfinden.

7. Der Klimawandel macht die großflächige Anwendung erneuerbarer Energien notwendig. Die Auswirkungen auf die Biodiversität sind unterschiedlich: Während Photovoltaik und Windenergie nur auf eine begrenzte Anzahl von Arten Einfluss nehmen und als Gefährdungsfaktor auftreten, haben Wasserkraft-Nutzung und Bioenergie-Anbau weitreichende Auswirkungen auf gefährdete Arten. Mit dem Ausbau dieser Energieformen als Antwort auf den Klimawandel wird ihre Bedeutung als Gefährdungsfaktoren deutlich zunehmen; Naturschutz-Antworten auf diese Entwicklungen werden bedeutsamer werden.

C) Projektdetails

6 Methodik

Das Projekt verwendete im Wesentlichen zwei Forschungsansätze:

(1) Wir verwendeten Nischenmodellierungsverfahren (Species Distribution Modelling, SDM), um die Frage zu beantworten, ob Österreichs endemische und subendemische Arten im österreichischen Schutzgebietssystem während des Klimawandels bewahrt werden können und darin dauerhaft repräsentiert bleiben. Wir unterschieden drei repräsentative Konzentrationspfade (Representative Concentration Pathways, RCP) und drei Zeithorizonte (2030, 2050 und 2080).

(2) Wir verwendeten die Befragung von Expertinnen und Experten, um die Gefährdungsdiposition von Arten und Lebensräumen zu beschreiben und die Änderung dieser Gefährdungsdiposition im Klimawandel abschätzen zu können. Expertinnen und Experten für die jeweiligen Schutzgüter wiesen insgesamt 1109 Arten und 57 Lebensraumtypen die jeweils relevanten Gefährdungsfaktoren aus einer nicht-hierarchischen Liste von 221 Gefährdungsfaktoren zu. Wir recherchierten die Literatur nach übergeordneten sekundären Trends, die durch den Klimawandel ausgelöst werden. Die Expertinnen und Experten überprüften dann, ob diese übergeordneten Trends für die jeweilige Art oder den jeweiligen Lebensraumtyp im Verbreitungsgebiet relevant werden und entschieden, ob die Trends den jeweiligen Gefährdungsfaktor verstärken (+1), abschwächen (-1) oder nicht signifikant (0) beeinflussen. Eine analoge Vorgangsweise wurde für die (meist mit den Gefährdungsfaktoren korrespondierenden) Naturschutzmaßnahmen gewählt. In analoger Vorgangsweise untersuchen Gebietsbetreuerinnen und -manager 10 typische charakteristische Arten oder Lebensraumtypen ihrer Gebiete mit der geschilderten Methode. Wir verglichen außerdem die als zweckmäßig ausgewiesenen Maßnahmen mit jenen, die aktuell in Österreich angewandt werden.

7 Arbeits- und Zeitplan

Tabelle 2: Ursprünglicher und COVID-bedingt revidierter Zeitplan

Arbeitspaket	Ursprünglicher Plan		Umplanung	
	Start	Ende	Start	End

1	Aktuelle Naturschutzmaßnahmen	2018-04	2018-12	2018-04	2018-12
2	Wirksamkeit des österreichischen Schutzgebietsnetzwerks	2018-07	2020-06	2018-07	2021-09
3	Bedeutungswandel von Gefährdungsfaktoren und Schutzmaßnahmen im Klimawandel	2019-01	2020-08	2019-01	2021-09
4	Lokale und regionale Fallstudien	2019-06	2020-07	2019-06	2021-07
5	Vergleichende Betrachtung und strategische Implikationen	2020-05	2021-03	2020-05	2021-09
6	Einbeziehung von Naturschutzakteuren und Kommunikation der Ergebnisse	2018-04	2021-03	2018-04	2021-10
7	Projektmanagement	2018-04	2021-03	2018-04	2021-10

8 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Workshops und Veranstaltungen:

2018-04-19: Präsentation des Projekts und der Arbeitspakete beim Ministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus.

2018-06-27: Projektstart-Workshop mit dem Projektteam und den teilnehmenden Institutionen. Präsentation und Diskussion des Projektplans und Organisation der Experten-Inputs.

2019-03-07: Workshop mit Naturschutz-Akteuren. Diskussion der Projektarbeit, Datenanforderungen, praktische Anwendbarkeit der zu erwartenden Projektergebnisse, Format der Kommunikation mit den Akteuren. Kleingruppengespräche zu Daten, Visionen und Strategien.

Publikationen:

Kracke, I., Essl, F., Zulka, K. P., Schindler, S. (2021): Risks and opportunities of assisted colonization: the perspectives of experts. *Nature Conservation* 45: 63–84.

Semenchuk P, Moser D, Essl F, Schindler S, Wessely J, Gattringer A & Dullinger S (2021) Future representation of species' climatic niches in protected areas: a case study with Austrian endemics. *Front. Ecol. Evol.* 9: 685753. doi: 10.3389/fevo.2021.685753

Zulka K P, Oberleitner I, Baumgartner C, Diry C, Grabenhofer H, Gross M, Weber A & Schindler S (2022): Gefährdungsfaktoren und Schutzgebietsmanagement im Klimawandel. *Acta ZooBot Austria* 158, 49–80.