



universität
wien

MASTER THESIS

Titel der Master Thesis / Title of the Master's Thesis

„Assisted Migration – eine Maßnahme
zur Erhaltung der biologischen Vielfalt“

verfasst von / submitted by

Dr. Klaus Lüftenegger

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Master of Arts (MA)

Wien, 2023 / Vienna 2023

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
Postgraduate programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 992499

Universitätslehrgang lt. Studienblatt /
Postgraduate programme as it appears on
the student record sheet:

Studium Generale

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn

Danksagung

Bei der Bewertung von Umsiedlungen zur Erhaltung biologischer Vielfalt sollen nach den Regeln eines adaptiven Managements, rechtliche, ökologische, sozial-ökonomische und ethische Aspekte berücksichtigt werden. Daher war die Beschäftigung mit diesem Themenkreis ein wunderbarer Abschluss des Studium Generale, für das die interdisziplinäre Bearbeitung eines Themas von großer Bedeutung ist. Jedes von mir gebuchte Modul steht in einer, wie auch immer gearteten Beziehung, zu dieser Abschlussarbeit.

Dafür möchte ich Herrn ao. Univ.- Prof. Dr. Michael Kiehn, der mir dieses Thema nicht nur vorgeschlagen hat, sondern mich von den ersten Schritten bis zur Vollendung meiner Arbeit begleitet und bestens betreut hat, meinen speziellen Dank aussprechen. Das gilt im Besonderen für die interessanten und aufbauenden Gespräche und die Hilfe bei der Erststellung meiner These. Bedanken möchte ich mich in diesem Zusammenhang auch bei Frau Noack, die ich zwar nicht persönlich kennenlernen konnte, deren unveröffentlichte Arbeit zur Segetalflora aber ein schöner Einstieg in das Thema war und bei Regine für das Korrekturlesen.

Dank gebührt allen im privaten und beruflichen Umfeld, die mich auf meinem Weg begleitet haben und weiterhin begleiten – sei es im Kreis der Familie, der Freunde und Bekannten, oder der Kolleg*innen und Kamerad*innen – für die Unterstützung und vor allem für das Verständnis, dass ich nur begrenzte Zeit für gemeinsame Unternehmungen hatte.

In Dankbarkeit für die vielen gemeinsamen Jahre möchte ich diese Arbeit den drei „Botanikern“ in unserer Familie widmen, die leider viel zu früh von uns gegangen sind:

meinem Vater VR Dr. Michael Lüftenegger †

meinem Schwiegervater FD Dipl. Ing. Amandus Loidl †

meinem Schwager Fm Dipl. Ing. Wolfgang Loidl †

Inhaltsverzeichnis

1	Einblick ins Thema	1
1.1	Einleitung	1
1.2	Begriffserklärungen im Rahmen der Erhaltungsbilogie.....	3
2	Das Klima – ein komplexes System im Wandel	5
2.1	Ein Blick in die Vergangenheit.....	5
2.2	Ein Blick in Gegenwart und Zukunft	8
2.2.1	Klimaforschung.....	8
2.2.2	Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – Weltklimarat.....	9
2.3	Neue Daten zum Klimawandel in Österreich.....	11
2.3.1	Analyse des Klimas der Vergangenheit.....	12
2.3.2	Szenarien künftiger Klimaveränderungen in Österreich.....	13
2.3.3	Folgen der Klimaerwärmung	14
2.3.4	Die Situation in Österreich	17
3	Biodiversität	20
3.1	Bedeutung der Biodiversität (biologischer Aspekt)	20
3.2	Biodiversität und Ökosystemleistungen	21
3.3	Der Verlust der Biologischen Vielfalt – Ursachen und Auswirkungen.....	22
3.4	Endemiten – Arten besonderer Verantwortung	25
3.4.1	Entstehung und Vorkommen von Endemiten.....	25
3.4.2	Die Situation in Österreich	27
3.4.3	Erhaltung von Arten besonderer Verantwortung – Ethische Aspekte.....	29
3.5	Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität (sozioökonomischer Aspekt) ...	32
3.6	Rolle der Botanischen Gärten – In-situ, ex-situ-Erhaltung.....	35
3.7	Naturschutzorganisationen – naturschutzrechtliche Grundlagen	38
3.8	Die Situation in Österreich.....	45
3.8.1	Der österreichische Art.17-FFH-Bericht 2019.....	46
3.8.2	Die roten Listen der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs 2022	48
3.8.3	Schlussfolgerungen	51
3.8.4	Mitigation – Migration.....	54
4	Translokationen – Migration	55
4.1	Ausbreitungs- und Verbreitungsarten.....	55
4.2	Arten der Translokation.....	59
4.3	Erfahrungen mit Translokationen – ein Überblick.....	59
5	Neobiota	63
5.1	Arealerweiterung durch Überwindung von Ausbreitungsbarrieren.....	65
5.2	Bewertungen von Neophyten.....	66
5.3	Maßnahmen zur Verhinderung der Verschleppung.....	69
5.4	Die invasiven gebietsfremden Arten der Unionsliste (3. Fortschreibung)...	70
5.5	„Bekämpfung“ von invasiven Neophyten.....	72
5.6	Die Situation in Österreich.....	73

6	Assisted Migration – eine spezielle Umsiedlungsmaßnahme	75
6.1	Unterstützte Umsiedlung und Adaptives Management.....	75
6.2	Entwicklung – Leitlinien – Guidelines.....	76
6.3	Assisted migration – Erkenntnisse in Theorie und Praxis.....	79
6.3.1	1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 200222.....	79
6.3.2	Arten im Klimawandel – Erfahrungen aus Finnland.....	84
6.3.3	Assisted migration und neue Baumarten: ein Beitrag für klimafitte Wälder	86
7	Bewertung der Rahmenbedingungen – Checkliste nach Tichelmann	91
7.1	Allgemeine Aspekte.....	91
7.2	Rechtliche Grundlagen.....	92
7.3	Anwendung der adaptierten Checkliste nach Tichelmann.....	95
7.3.1	Serpentinvegetation.....	96
7.3.2	Europa-Pelzfarn (<i>Paragymnopteris marantae</i>).....	97
7.3.3	Weiden-Tamarisken-Gebüsch	101
7.3.4	Ufertamariske (<i>Myricaria germanica</i>).....	102
7.3.5	Segetalvegetation.....	106
7.3.6	Scharlach-Adonisröschen (<i>Adonis flammea</i>).....	108
8	Fazit und Ausblick	112
9	Verzeichnisse	115
9.1	Literatur-, Quellenverzeichnis.....	115
9.2	Abkürzungsverzeichnis.....	140
9.3	Abbildungsverzeichnis.....	141
9.4	Tabellenverzeichnis.....	142
10	Anhänge	143
10.1	Erdgeschichte und Entwicklung der Biodiversität (Tabelle).....	143
10.2	Klimaszenarien in Österreich (Tabelle).....	144
10.3	ÖROK-Schutzgebiete in Österreich (Karten und Tabellen).....	146
10.4	Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Karten und Tabellen).....	154
10.5	Checkliste nach Tichelmann 2014	158
10.6	Zusammenfassung.....	159
10.7	Abstract.....	160

1 Einblick ins Thema

1.1 Einleitung

„Wir stehen vor einer verheerenden Pandemie, einem neuen Höhepunkt der globalen Erwärmung, einem neuen Tiefpunkt der Umweltzerstörung und neuen Rückschläge bei der Verwirklichung unserer globalen Ziele für eine gerechtere, integrative und nachhaltige Entwicklung. Um es einfach auszudrücken: Der Zustand des Planeten ist kaputt. Liebe Freunde, die Menschheit führt einen Krieg gegen die Natur. Das ist selbstmörderisch. Die Natur schlägt immer zurück - und sie tut es bereits mit wachsender Kraft und Wut. Die Artenvielfalt bricht zusammen. Eine Million Arten sind vom Aussterben bedroht. Ökosysteme verschwinden vor unseren Augen. Wüsten breiten sich aus, Feuchtgebiete gehen verloren. Jedes Jahr verlieren wir 10 Millionen Hektar Wald. Die Ozeane sind überfischt - und ersticken in Plastikmüll. Das Kohlendioxid, das sie aufnehmen, lässt die Meere versauern. Korallenriffe sind gebleicht und sterben ab. Die Luft- und Wasserverschmutzung fordert jährlich 9 Millionen Todesopfer - mehr als das Sechsfache der derzeitigen Pandemie. Und da Menschen und Viehbestände immer weiter in die Lebensräume von Tieren eindringen und wilde Gebiete zerstören, könnten wir mehr, Viren und andere Krankheitserreger vom Tier auf den Menschen übergehen. Wir sollten nicht vergessen, dass 75 Prozent der neuen und neu auftretenden Infektionskrankheiten beim Menschen zoonotisch sind. Zwei neue, maßgebliche Berichte der Weltorganisation für Meteorologie und des Umweltprogramms der Vereinten Nationen Programms verdeutlichen, wie nah wir an der Klimakatastrophe sind. Das Jahr 2020 ist auf dem besten Weg, eines der drei wärmsten Jahre zu werden, die weltweit je verzeichnet wurden - selbst wenn man den kühlenden Effekt der diesjährigen La Nina. Das vergangene Jahrzehnt war das wärmste in der Geschichte der Menschheit. Die Erwärmung der Ozeane ist auf Rekordniveau.“ (Guterres, 2020)

Der UN-Generalsekretär zeigt hier am Beginn seiner Rede die rasch fortschreitende Klimaerwärmung und die damit einhergehende Verminderung der Biodiversität als brennendste Probleme dieser Tage auf. Dadurch bedingt rücken auch Fragen zu den Möglichkeiten des Artenschutzes, besonders auch im Bereich der Botanik, immer mehr in den Blickpunkt der Forschung. Eine dieser Methoden ist die assisted migration, die das Thema dieser Arbeit ist.

Nach Hällfors et al., 2014 versteht man unter dieser Methode – in der Literatur unter anderem auch als assisted colonisation (u.a. Ricciardi et al., 2009; Hunter, 2007) oder managed relocation (u.a. McDonald et al., 2011; Olden et al., 2011; Richardson et al., 2009;) bezeichnet, die Erhaltung der Biodiversität durch die Umsiedlung von Vertretern einer (durch den Klimawandel) bedrohten Art/Population in ein Gebiet, das außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets dieser Spezies/Population liegt, das aber längerfristiges Überleben wahrscheinlich erlauben würde.

Die damit verbundenen Forschungsfragen werden seit Jahren im Kreis der Erhaltungsbiologen sehr kontrovers diskutiert (Dumroese et al., 2015; Hewitt et al., 2011; McLachlan, 2007; Olden et al., 2011; Tichelmann, 2014;). Sie waren auch zentrale Themen des „1.st International Plant Translocation Congress“, an dem ich im Juni dieses Jahres in Rom teilnehmen durfte und dem ein eigener Abschnitt dieser Arbeit gewidmet ist.

- Unter welchen Bedingungen ist assisted migration eine geeignete Methode Arten/Populationen vor dem Aussterben durch die derzeitigen Umweltveränderungen zu bewahren?
- Welche Risiken sind damit verbunden?
- Wie finden wir die Arten/Populationen, die für diese Methode geeignet sind?
- Wie beantworten andere Naturschutzeinrichtungen/Forscher*innen diese Fragen?

Das sind Fragen, die mich vor dem Hintergrund von „One Health“ in ähnlicher Form schon während meiner langjährigen Tätigkeit als Komplementärmediziner in der Großtierpraxis im Lungau beschäftigt haben – hier allerdings mit dem Schwerpunkt Tiergesundheit/Zoonosen (s. Abb.1) .

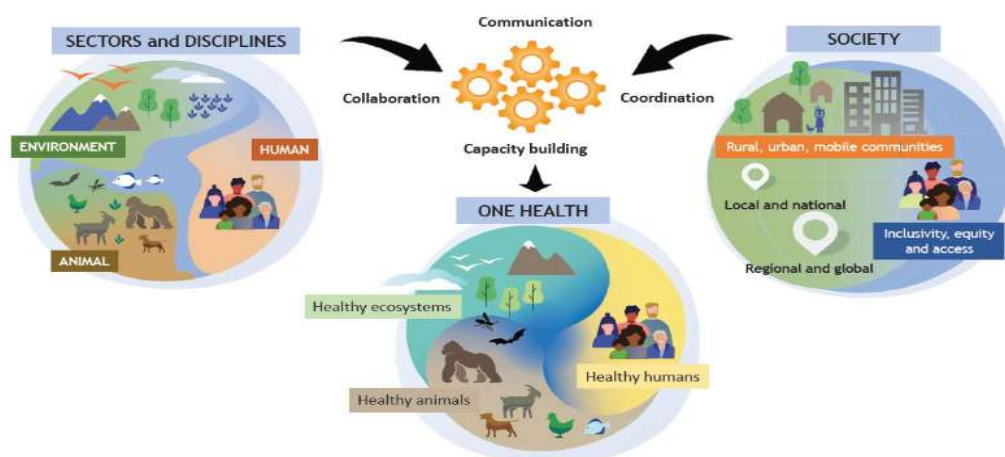


Abb.1-1: One health Quelle: <https://www.who.int/images/default-source/departments/food-safety/onehealth/joint-tripartite-unep-one-health-graphic.jpg>

One-Health wurde als interdisziplinäre, holistische Methode entwickelt, um die menschliche Gesundheit ganzheitlich, unter Einbeziehung der Tiergesundheit und einer gesunden Umwelt zu schützen. Dabei wird auf lokaler, regionaler, nationaler und globaler Ebene gearbeitet. Ziel dieses One Health-Ansatzes ist es, „*optimale Ergebnisse für Gesundheit und Wohlbefinden zu erzielen. Unter Berücksichtigung der Zusammenhänge zwischen Menschen, Tieren, Pflanzen und ihrer gemeinsamen Umwelt.*“ (One Health Commission, 2020). Hierbei wird die Integration von Themen der biologischen Vielfalt immer entscheidender (vgl. Doyle et al., 2021).

Die Relevanz der Leitfrage ist dadurch gegeben, dass sich für zahlreiche Taxa u.U. die Übersiedlung an geeignete, kühlere Standorte als Antwort auf eine Gefährdung durch die Klimaerwärmung im derzeitigen Verbreitungsgebiet anbietet.

Unter Einhaltung aller Vorsichtsmaßnahmen – Erhaltungsumsiedlungen sind mit zahlreichen offenen Fragen und Risiken verbunden (siehe unten: Checklisten, Empfehlungen) - kann sich assisted migration als das Mittel der Wahl (ultima ratio) zur Erhaltung einer bestimmten Art/Population erweisen. In meiner Arbeit soll der Einsatz von assisted migration als Erhaltungsumsiedlung der, auch vom Klimawandel bedrohten, Biodiversität begründet werden. Weiters werden Einsatzsatzkriterien dieser Methode, sowie Konsequenzen von Translokationen herausgearbeitet.

Aus der Herausforderung der Entscheidungsfindung mit unvollständigem Wissen ist das Konzept des adaptiven Managements entstanden, das Monitoring als zentralen Bestandteil beinhaltet (reefresilience.org, 2022). Adaptives Management erkennt an, dass Managementmaßnahmen Möglichkeiten zum Lernen und zur Verbesserung schaffen. Der adaptive Managementzyklus ist ein strukturierter, kontinuierlicher Prozess, der durch Monitoring und Lernfeedbacks eine Grundlage für eine robuste Entscheidungsfindung angesichts von Unsicherheit bietet. Adaptives Management bietet daher eine gute Methode für Entscheidungsfindungen im Rahmen der Risikobewertungen von Erhaltungsumsiedlungen (Translokationen). Vor allem, wenn diese über die Grenzen des Verbreitungsgebiets hinausgehen (reefresilience.org, 2022).

1.2 Begriffserklärungen im Rahmen der Erhaltungsbiologie

Migration: Wanderung von Individuen (Migranten) von einem Lebensraum in einen anderen. (spektrum.de.)

Umsiedlung, Translokation (translocation): die absichtliche Übertragung von Pflanzen oder regenerativem Pflanzenmaterial aus einer natürlichen Population oder aus einer ex-situ-Haltung an einen neuen Standort (Commander, 2018).

Erhaltungsumsiedlung (conservation translocation): Umsiedlung zum Zweck der Erhaltung einer Art/Population (vgl. Zippel & Lauterbach, 2018):

- 1) Ausbringung innerhalb des Verbreitungsgebiets (population restoration)
 - a) *Verstärkung* (reinforcement, augmentation): Ausbringung in eine bestehende Population
 - b) *Wiederansiedlung*(reintroduction, restitution): Ansiedlung in einem Gebiet, in dem die Art historisch vorkam, aber ausgestorben ist oder ausgerottet wurde
 - c) *Neuansiedlung* (introduction): Ausbringung an einen Standort, an dem die Art historisch nie vorkam (schwer zu beweisen!).
- 2) Ausbringung außerhalb des Verbreitungsgebiets (conservation introduction, translocation)
 - a) *Begleitete Kolonisation, unterstützte Umsiedlung* (assisted migration, assisted colonisation): Ansiedlung einer Art an einen Standort außerhalb des Verbreitungsgebiets, sie aus eigener Kraft nicht erreicht hätte, mit dem Ziel die Art/Population vor dem Aussterben zu bewahren.
 - b) *Ökologischer Ersatz* (ecological replacement): Ansiedlung außerhalb des ursprünglichen Lebensraums, mit dem Ziel, die ökologische Funktion einer (anderen) ausgestorbenen Art zu ersetzen.
 - c) *Ansabung* (nur im deutschen Sprachgebiet): Ausbringung gebietsfremder Arten mit dem Ziel, die Artenzahl zu erhöhen, bzw. die Flora zu bereichern (Wagenitz 2001).



Abb. 1-2: Quelle: Zippel (2018) Schema zur Definition der unterschiedlichen Ansiedlungen

2. Das Klima – ein komplexes System im Wandel

Viele Prozesse und Muster in der Geologie und Biologie würden ohne eine Kenntnis des Paläoklimas nicht verstanden (s. Anhang 10.1). Als Beispiele für die Geologie seien die Verwitterungsprozesse, verbunden mit der Bodenentwicklung, die Sedimentation und die Lagerstättenbildung, für die Biologie die Biogeographie, die Evolution und die Diversitätsverteilung (Biodiversität) genannt. Die anthropogenen Klimaänderungen können nur vor dem Hintergrund der langfristigen natürlichen Klimadynamik beurteilt werden, die im Rahmen der Paläoklimatologie erfasst wurde. Sie ist es auch, die den Zugang zu vergangenen Klimazuständen ermöglicht, die vielleicht, in ähnlicher Form, Teil der Zukunft unseres Planeten sein werden. Nicht zuletzt können Paläoklimata zur Überprüfung der Qualität von Klimamodellen benutzt werden. (Spektrum.de, 2000)

Ein Klimawandel beeinflusst alle Elemente der Biodiversität. Auf allen Organisationsstufen des Lebens, vom Biomolekül bis zur Biosphäre, findet man Reaktionen auf klimatische Veränderungen (Klotz et al., 2017). In diesem Kapitel soll auf die verschiedenen Wechselwirkungen der *wichtigsten Klimakomponenten (kursiv dargestellt)* und ihrer Folgen näher eingegangen werden.

2.1 Ein Blick in die Vergangenheit

Nach Oschmann (2003) hält das Zusammenspiel der verschiedenen Faktoren die Erde seit 4 Milliarden Jahren im „vitalen Fenster“ und hat damit die Entstehung des Lebens und die Evolution immer komplexerer Organismen und Ökosysteme ermöglicht – zwischen extremen Treibhausphasen und globalen Vereisungen. *Die ankommende Sonnenstrahlung* (Mittelwert 1368 W/m^2) unterliegt zwar zum Teil zyklischen Schwankungen, wie zum Beispiel den Milankovitch-, oder den Sonnenflecken-Zyklen. Diese fallen aber auf lange Zeit gesehen nicht ins Gewicht. Alle weiteren Klimaparameter werden vom *Kohlenstoffkreislauf*, der sich in zwei Teilsysteme trennen lässt, wesentlich gesteuert und sind vielfältig rückgekoppelt.

1. Der *Silikat-Karbonat-Kreislauf*, ist ein Langzeitkreislauf (Dauer ca. 500.000 Jahre) der die letzten 600 Millionen Jahre eine ausgeglichene CO_2 - Bilanz aus der chemischen Verwitterung, der Bildung von Kalkschalen und dem Vulkanismus aufweist (Eriksson et al., 1998, Vlaar 2000).

2. Der *CO_2 – C-org.-Kreislauf* wird zum Großteil von der Biosphäre gesteuert (Berner et al., 1983) und ist im Laufe der Evolution immer bedeutender geworden.

Etwa 123 Gt Kohlenstoff werden pro Jahr durch Pflanzen gebunden (Bruttoprimärproduktion), davon werden 60 Gt durch pflanzliche Atmung wieder in die Atmosphäre freigesetzt, der Rest wird als Biomasse gebunden (Nettoprimärproduktion) oder in den Erdboden eingetragen. Die mikrobielle Zersetzung und Atmung setzen etwa 60 Gt frei (U.S. DOE. 2008).

Auch *Lage und Größe der Ozeane und Kontinente* haben sich im Laufe der Erdgeschichte verändert. Heute bedecken die Ozeane 72% der Erdoberfläche. Vor 100 Mill. Jahren dürfte der Meeresspiegel um rund 200m über, vor 20.000 Jahren 130m unter dem heutigen Niveau gelegen sein. Die Durchschnittstemperatur der Weltmeere liegt heute bei 4°C, vor 100 Mill. Jahren bei 14-16°C (Crowley & North, 1991; Frakes, Francis & Syktus, 1992). Am Beginn der Erdgeschichte gab nur wenige Mikrokontinente, später Phasen mit Superkontinenten wie Pangäa (Dalziel, 1991; Scotese 1988). Weitere wichtige Klimakomponenten sind die *Zusammensetzung und die Zirkulation der Atmosphäre*. Bestand sie in der Frühzeit der Erde vor allem aus CO₂, N₂ und Wasserdampf und kleineren Mengen an CO, H₂S, CH₄, NH₃ und Argon, besteht sie heute aus 78% Stickstoff, 21% Sauerstoff, 1% Argon und 0,37% Kohlendioxid (Oschmann et al., 2002). Die Zirkulation der Atmosphäre entsprach den verschiedenen Klimatypen (Eishaus-, Treibhausklima) und der vorliegenden Kontinentverteilung. (Kutzbach & Gallimore 1989; Hay et al. 1990a; Oschmann 2002).

Zur Kryosphäre (Gesamtheit des im gefrorenen Zustand auf der Erde vorkommendes Wasser, vgl. spektrum.de) werden auch Eispanzer auf Kontinenten in den Polarregionen gerechnet. In der Erdgeschichte sind mindestens fünf große Vereisungsphasen bekannt – gekennzeichnet durch großflächige, kilometerdicke, kontinentale Eismassen – die bis zu einigen 100 Millionen Jahren dauern konnten. Diese Phasen wurden allerdings immer wieder durch Warmphasen unterbrochen. Alle großen Vereisungsphasen waren mit Evolutionsschüben verbunden. Es wurde immer mehr organisches Material als Kerogen – organisches festes, teilweise wachsartiges Material, welches in Sedimentgesteinen vorkommt und aus Bakterien, verwesten Algen und Holz gebildet wurde (mineralienatlas.de/lexikon) – in die Lithosphäre eingelagert (Berner 1997). Das bedingte eine Abnahme des Kohlendioxids in der Atmosphäre, und ist wie die Polnähe der Landmasse, eine Grundvoraussetzung für eine Vereisung der Landmassen (Caputo & Crowley 1985). Der größte Anteil des Kohlenstoffs steckt auf unserem Planeten im Kerogen und den Kalkgesteinen der Geosphäre (Schidlowski 1988, 1993).

Mit fortschreitender Evolution gewinnt die Biosphäre immer mehr an Bedeutung als treibender Motor für den Kohlenstoffkreislauf. Zum einen durch das rasante Ansteigen der Biomasse (Waldökosysteme), zum anderen wegen der Entwicklung immer widerstandsfähiger Zellwand- und Stützgewebe, die nur mehr zum Teil in H_2O und CO_2 zersetzt und so langfristig in der Geosphäre gespeichert werden. Die auf diese Weise, in vielen Millionen Jahren entstandenen fossilen Brennstoffe verbraucht der Mensch seit Beginn der industriellen Revolution bedenkenlos. Die Geosphäre damit verliert ihre Funktion als Langzeitspeicher.

Bestimmend für das Klima war und ist im Wesentlichen die gegenläufige Entwicklung des CO_2 -Gehalts der Atmosphäre und der auftreffenden Strahlungsenergie der Sonne. Während diese etwa gleichförmig zunimmt, verläuft der Rückgang im CO_2 -Gehalt in Schüben. Diese werden durch Verwitterung, Kalkbildung und biogene CO_2 -Bindung verursacht. Dadurch kommt es im Verlauf der Erdgeschichte zu einem mehrfachen Wechsel von Warm- und Kaltphasen (Eriksson et al.1998, Oschmann 2003).

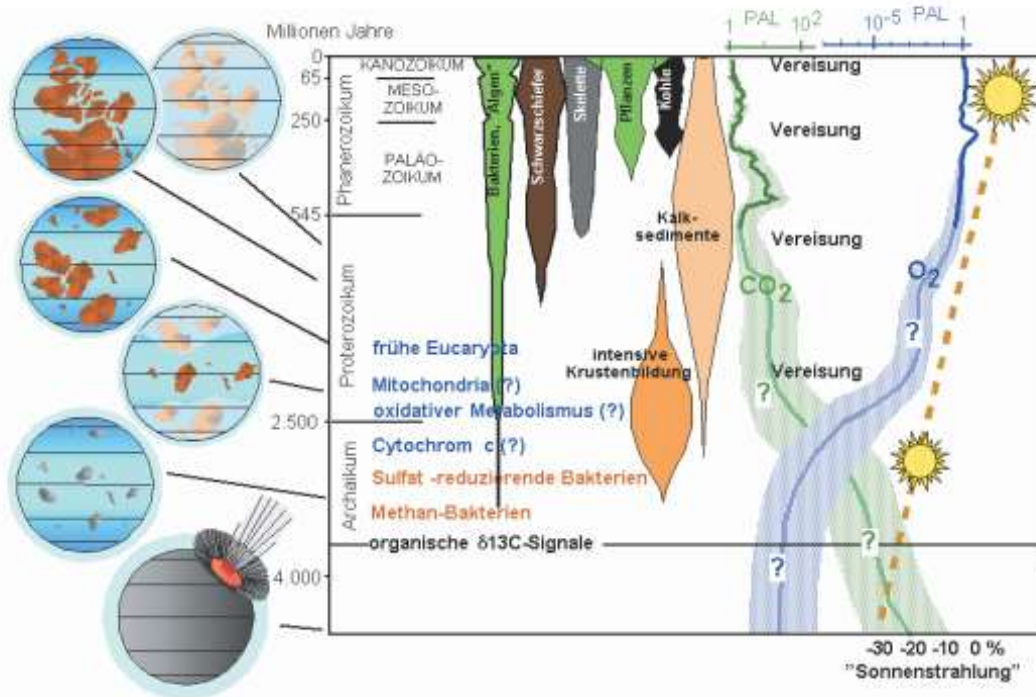


Abb. 2-1 Quelle: Oschmann, W. (2003). Vier Milliarden Jahre Klimageschichte im Überblick.

„Die obenstehende Darstellung zeigt eine Zusammenfassung der Evolution und der klima-relevanten Faktoren der Erdgeschichte. Sie zeigt auf der rechten Seite die Kompensation der geringeren Strahlung der jungen Sonne durch die hohen CO_2 -Werte der Venus-ähnlichen Atmosphäre. Dieser hohe CO_2 -Wert wird wie oben beschrieben, im Laufe der

Zeit durch Verwitterung und Primärproduktion (Produktion von Biomasse) stark erniedrigt. In der Folge treten Vereisungen und Massenaussterben auf, von denen die vier Größten in der Grafik gezeigt werden“ (Oschmann, 2003).

2.2 Ein Blick in Gegenwart und Zukunft

2.2.1 Klimaforschung

Nach Kreienkamp et al. (2022) ist die Beschreibung der möglichen Entwicklungspfade (Klimaszenarien) und der antreibenden Kräfte für das künftige Klima eine zentrale Aufgabe der Klimaforschung. Diese Szenarien basieren auf unterschiedlichen Annahmen der Entwicklung von Gesellschaft, Technologie und Ressourcennutzung, die die Grundlage der Einschätzung künftiger Emissionen von Treibhausgasen und anderer klimarelevanter Stoffe bilden. Weiters sind diese Szenarien ein wichtiges Werkzeug, um den Klimawandel, dessen Ursachen, sowie die möglichen Auswirkungen zu verstehen und zu beschreiben: Was kann passieren? Auf welchem Weg können bestimmte Klimaziele erreicht werden? Dabei werden derzeit fünf Szenarien definiert, die aus zwei Komponenten bestehen, die sich ergänzen (Kreienkamp et al., 2022):

Zum einen die *Shared Socioeconomic Pathways* (SSPs), die die möglichen sozialen und wirtschaftlichen Entwicklungen der Zukunft beschreiben, zum anderen die *Representative Concentration Pathways* (RCPs), die mögliche zukünftige Konzentrationspfade klimarelevanter Substanzen in der Atmosphäre und die damit verbundene Klimaentwicklung zum Thema haben. Derzeit werden von Kreienkamp et al., 2022 folgende fünf Entwicklungspfade beschrieben:

- SSP1-1.9: Der 1,5 Grad Weg,
- SSP1-2.6: Der 2 Grad Weg,
- SSP2-4.5: Der Mittelweg,
- SSP3-7.0: Der konfliktreiche Weg, sowie
- SSP5-8.5: Der fossile Weg,

Im 6. Sachbestandsbericht (AR6) des Weltklimarats (IPCC-AR6, 2022) werden fünf „repräsentative“ Pfade (RCP 1.9, RCP 2.6; RCP 4,5, RCP7,0 und RCP 8,5) aufgezeigt. Die Zahl in der Bezeichnung nennt den zusätzlichen Strahlungsantrieb (W/m^2) gegen Ende des 21. Jahrhunderts, der durch den anthropogenen Anstieg der Treibhausgase verursacht wird.

Ein Klimaszenario basiert jeweils auf der Kombination eines gegebenen sozioökonomischen Pfads SSP (X) mit einem bestimmten repräsentativen Pfad RCP (Y). Bei einem solchen „SSPX-RCPY“ Szenario werden die beiden Komponenten weitgehend unabhängig voneinander gewählt.

Stammen beide Komponenten bereits aus einem kombinierten und intern konsistenten Modellansatz, spricht man verkürzt von einem „SSPX-Y“ Szenario.

Im Sechsten Sachstandsbericht des IPCC wird diese Nomenklatur vorrangig verwendet.

Die nachstehende Tabelle bietet eine kurze Übersicht über die genannten Szenarien. (Kreienkamp et al. 2022):

Szenariokürzel	Szenario­name	Farbcodierung ¹
Kurzbeschreibung		
SSP1-1.9	Der 1,5 Grad Weg	RGB: 0 – 170 – 208
Eine international koordinierte Entwicklung, dem Pariser Abkommen folgend, ermöglicht durch ambitionierten Klimaschutz eine Beschränkung der globalen Erwärmung auf 1,5 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Zeitraum.		
SSP1-2.6	Der 2 Grad Weg	RGB: 0 – 52 – 102
Eine international koordinierte Entwicklung, dem Pariser Abkommen folgend, ermöglicht durch aktiven Klimaschutz eine Beschränkung der globalen Erwärmung auf 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Zeitraum.		
SSP2-4.5	Der Mittelweg	RGB: 247 – 148 – 32
Klimaschutz und wirtschaftliche Entwicklung, welche wie bisher auch auf dem Einsatz fossiler Rohstoffe beruht, halten sich die Waage. Dadurch entsteht in vulnerablen Regionen ein steigender Anpassungsbedarf.		
SSP3-7.0	Der konfliktreiche Weg	RGB: 224 – 0 – 0
Nationale Interessen und regionale Konflikte führen zu einem hohen Rohstoff- und Energiebedarf, der größtenteils mit einfach verfügbaren, fossilen Energieträgern wie Kohle gedeckt wird. Dadurch ergeben sich weltweit zunehmend große Herausforderungen in der Klimawandelanpassung, die weitgehend von den Staaten eigenverantwortlich geschultert werden müssen.		
SSP5-8.5	Der fossile Weg	RGB: 153 – 0 – 2
Die soziale und ökonomische Entwicklung einer sich schnell entwickelnden Welt auf der Basis aktiver und verstärkter Nutzung von fossilen Rohstoffressourcen geht mit einem energieintensiven Lebensstil weltweit einher. Maßnahmen zur Vermeidung des Klimawandels werden auf ein Minimum reduziert. Die sehr hohen Herausforderungen in der Klimawandelanpassung werden international koordiniert angegangen.		

¹ **Farbcodierung:** Zur Wiedererkennung ist es sinnvoll, in Abbildungen die Szenarien farblich einheitlich darzustellen. In der Tabelle werden hier die RGB-Farbwerte, die im 6. Sachstandsbericht des IPCC genutzt werden aufgelistet.

Tab.2-1: Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/empfehlungen-fuer-die-charakterisierung>

2.2.2 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – Weltklimarat

Mitte des 20. Jahrhunderts stellten Forscher*innen vermehrt Anzeichen dafür fest, dass sich die Atmosphäre erwärmt, und dass Aktivitäten des Menschen eine Ursache dafür sein könnten.

Das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) gründeten daraufhin 1988 den Weltklimarat IPCC.

Ziel war es zu klären, welche Gefahren vom Klimawandel ausgehen und wie darauf reagiert werden könnte (ipcc.de, 2022).

Das IPCC forscht nicht selbst, sondern sammelt das Wissen aus allen relevanten Bereichen der Forschung und fasst es in den Sachstandsberichten (Assessment Reports, AR) oder Sonderberichten zusammen und bewertet sie aus wissenschaftlicher Sicht. Diese Berichte werden von drei Arbeitsgruppen erstellt (vgl. ipcc.de, 2022):

Arbeitsgruppe I befasst sich mit den naturwissenschaftlichen Ursachen des Klimawandels, Arbeitsgruppe II mit der Verwundbarkeit von sozioökonomischen und natürlichen Systemen gegenüber dem Klimawandel und dessen Folgen und beschreibt Wege, wie sich die Menschen an den Klimawandel anpassen können,

Arbeitsgruppe III zeigt politische, wirtschaftliche und technologische Möglichkeiten zur Minderung des anthropogenen Klimawandels auf.

Seit dem AR5 (IPCC, 2015) bieten Verbesserungen von beobachtungsbasierten Angaben und Informationen aus paläoklimatischen Archiven ein umfassendes Bild der einzelnen Komponenten des Klimasystems und ihrer bisherigen Veränderungen.

Nachstehend sind einige Beispiele aus dem Sachstandsbericht AR6 – Arbeitsgruppe I angeführt (IPCC, 2021, S. 1):

„A.1 Es ist eindeutig, dass der Einfluss des Menschen die Atmosphäre, den Ozean und die Landflächen erwärmt hat. Es haben weitverbreitete und schnelle Veränderungen in der Atmosphäre, dem Ozean, der Kryosphäre und der Biosphäre stattgefunden.

A.2 Das Ausmaß der jüngsten Veränderungen im gesamten Klimasystem – und der gegenwärtige Zustand vieler Aspekte des Klimasystems – sind seit vielen Jahrhunderten bis Jahrtausenden - beispiellos.

A.3 Der vom Menschen verursachte Klimawandel wirkt sich bereits durch viele Wetter- und Klimaextreme in allen Regionen der Welt aus.

Seit dem Fünften Sachstandsbericht (AR5) gibt es stärkere Belege für beobachtete Veränderungen von Extremen wie Hitzewellen, Starkniederschlägen, Dürren und

tropischen Wirbelstürmen sowie insbesondere für deren Zuordnung zum Einfluss des Menschen.

A.4 Auf Basis von verbesserten Kenntnissen über Klimaprozesse, paläoklimatische Nachweise und die Reaktion des Klimasystems auf den zunehmenden Strahlungsantrieb lässt sich die Gleichgewichtsklimasensitivität am besten mit 3 °C beziffern, wobei die Bandbreite im Vergleich zum AR5 eingegrenzt wurde.“

2.3. Neue Daten zum Klimawandel in Österreich

Ein Konsortium aus Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Wegener Center für Klima und globalen Wandel (WEGC) und dem Interfakultären Fachbereich Geoinformatik der Universität Salzburg (Z_GIS) haben im Auftrag von Bund und Bundesländern Klimaszenarien für Österreich ausgearbeitet (ÖKS15,2022).

Mit diesen ÖKS15-Klimaszenarien für Österreich liegen robuste und hochaufgelöste Basisdaten zur Klimavergangenheit sowie zur Klimazukunft vor. Die Ergebnisse zeigen, dass die Mitteltemperatur in Österreich innerhalb der letzten 25 Jahre um 1,0 °C gestiegen ist. Ein weiterer Anstieg der Durchschnittstemperatur von 1,3 °C bis 2050 lässt sich laut den Forschungsergebnissen nicht mehr verhindern (ÖKS15, 2022).

Für die Beantwortung wichtiger Kernfragen dieser Arbeit, wie der Frage nach dem Bedrohungsgrad einer gefährdeten Art, oder dem passenden Zielgebiet (Habitat) einer geplanten Translokation wie Assisted Migration anhand der vorliegenden Checkliste (Tichelmann 2014), ist die Kenntnis der künftigen Umweltbedingungen im relevanten Gebiet von größter Bedeutung. Das soll mit dem Zitat der ersten beiden Absätze des Projekt-Endberichts (ÖKS15, 2022) zur Geltung gebracht werden:

„Der Klimawandel wirkt sich in vielen Bereichen durch geänderte Umweltbedingungen aus. Diese Änderungen sind regional und jahreszeitlich unterschiedlich und wirken sich auf die Gesellschaft und die Umwelt in unterschiedlicher Weise aus. Um eine robuste Grundlage für die Erarbeitung von Handlungsstrategien zur Klimawandelanpassung zu schaffen, hat das Ministerium für ein Lebenswertes Österreich (BMLFUW) gemeinsam mit den Bundesländern die Schaffung von flächendeckenden Daten und Fakten zum Klimawandel in Österreich beauftragt. Ziel dieses, von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), dem Wegener Center für Klima und Globalen Wandel der Universität Graz (WEGC) sowie dem Interfakultären Fachbereich für Geoinformatik – Z_GIS der Paris Lodron Universität Salzburg gemeinsam durchgeführten Projekts

„ÖKS15 - Klimaszenarien für Österreich“ war es, eine Analyse des Klimas in Österreich für die Vergangenheit bis in die Zukunft (Ende des 21. Jahrhunderts) für zwei Treibhausgasszenarien – einem „business-as-usual“ Szenario und einem Klimaschutz-Szenario - durchzuführen. Dadurch wurde eine Grundlage für darauf aufbauende Detailstudien gelegt. Die Basis bildeten qualitativ hochwertige Beobachtungs-daten und die neueste Generation an regionalen Klimasimulationen, welche im Hinblick auf Änderungen von Temperatur, Niederschlag und Globalstrahlung untersucht wurden. Neben diesen meteorologischen Parametern wurden auch davon abgeleitete Klimaindizes behandelt.“ (ÖKS15, 2022)

2.3.1 Analyse des Klimas der Vergangenheit

Wie in der „Zusammenfassung für Entscheidungstragende“ dieses Projekt-Endberichts (ÖKS15, 2022) beschrieben, wurden für die Analyse des Klimas der Vergangenheit Gitterdatensätze für Österreich mit 1 km räumlicher Auflösung verwendet. Das Klimamittel der aktuellen Periode 1986-2010 wurde mit dem von 1961-1985 verglichen. Ergänzend wurden zwei weiter zurück liegende Perioden, 1936-1960 und 1911-1935, an fünf ausgewählten Standorten (Wien, Graz, Kremsmünster, Innsbruck und Sonnblick, im Folgenden „Flagship-Stationen“ genannt) ausgewertet, um die Änderung im Langzeitkontext überprüfen zu können. An diesen sogenannten „Flagship-Stationen“ wurde darüber hinaus ein weiterer Langzeitvergleich mit Monatswerten aus dem Forschungsprojekt „Historical Instrumental Climatological Surface Time Series of the Greater Alpine Region –HISTALP“, einem homogenisierten internationalen Datensatz zur Untersuchung langer Klimazeitreihen im Alpenraum, für die Perioden 1861-1885 und 1886-1910 von der „Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik-ZAMG“ gemacht (www.zamg.ac.at/histalp). Eine Änderung des Klimamittels wird als signifikant bezeichnet, wenn diese eindeutig von einer zufälligen Klimaschwankung unterschieden werden kann. Der Vergleich der heutigen Klimawerte mit den Werten von vor 1961 ermöglicht die Unterscheidung zwischen zufälligen (kurzeitigen) Klimaschwankungen und einer nachhaltigen Klimaveränderung. Eine Änderung des Klimamittels, die eindeutig von einer zufälligen Klimaschwankung unterschieden werden kann, gilt als signifikant (ÖKS15,2022).

Kurz zusammengefasst können folgende gemessene Veränderungen festgestellt werden:
Temperaturbezogen:

- Starker und signifikanter Anstieg der *mittleren Lufttemperatur* in ganz Österreich um +1°C auf 7°C, im Sommer um +1,3°C, im Herbst um 0,4°C.

- *Sommertage*: (Tageshöchsttemperatur $> 25,0^{\circ}\text{C}$: Zunahme um +8,2 auf 15 Tage.
 - *Hitzetage*: Tageshöchsttemperatur $> 30,0^{\circ}\text{C}$: Zunahme um +2,8 auf 9 Tage.
- Zunehmendes Auftreten von Sommer- und Hitzetagen in den Übergangsjahreszeiten.
- *Dauer der Vegetationsperiode*: (6 aufeinanderfolgende Tage mit Tagesmitteltemperatur $> +5,0^{\circ}\text{C}$ Mittelwert Ö.), Zunahme von +13,5 auf 212 Tage, besonders in Niederungen Ost- und Nordösterreichs, sowie höher gelegenen Berg- und Tallagen in Richtung Oberitalien.
 - *Kühlgradtage*: (Summe der täglich ermittelten Differenzen zwischen der Raumlufttemperatur (20°C) und der Tagesmitteltemperatur der Außenluft an jenen Tagen, an denen die Tagesmitteltemperatur $> 18,3^{\circ}\text{C}$): stark erhöht im Sommer und unterhalb von 1000 m.
 - *Heizgradtage*: Summe der täglich ermittelten Differenzen zwischen der Raumlufttemperatur (20°C) und der Tagesmitteltemperatur der Außenluft an jenen Tagen, an denen die Tagesmitteltemperatur $< 18,3^{\circ}\text{C}$: Starke Abnahme österreichweit
 - *Frosttage*: Tagesminimumtemperatur $< 0,0^{\circ}\text{C}$; Abnahme -13,8 auf 135 Tage
 - *Frost-Tau-Wechseltage*: Tageshöchstwerte $> 0,0^{\circ}\text{C}$, Tagesminimalwerte $< 0,0^{\circ}\text{C}$; Zunahme um bis +10 Tage in V, T, S, St, K (Hochwinter über 1500m), in tiefen Lagen zeigt sich eine Abnahme um ca. -12 Tage (Mar./Apr. und Okt./Nov)

Niederschlagsbezogen:

Zunahme der Jahresniederschlags im österreichischen. Mittelwert um 11%, das aktuelle Niveau entspricht aber dem langjährigen Durchschnitt (Langzeitminimum in den 1970er Jahren). Deutliche regionale Unterschiede der Niederschlagsentwicklung: Stärkste Zunahme an der Alpennordseite (Frühling), geringste im Südosten des Alpenbogens Winter). Abnahme der Anzahl der moderaten/schwachen Niederschlagstage, Zunahme der Tage mit starken bis extremen Niederschlagsereignissen (Mittelwert in Ö.).

2.3.2 Szenarien künftiger Klimaveränderungen in Österreich

Hierfür wurden Klimaszenarien (ÖKS15, 2022), die auf der neuesten Generation regionaler Klimamodelle aus dem Europäischen Zweig des Coordinated Downscaling Experiments (EURO-CORDEX), basieren, bis ins Jahr 2100 für Österreich erstellt und den methodischen Limitierungen entsprechend bewertet und interpretiert. Das verwendete Ensemble besteht aus 13 Modellen, die jeweils zwei unterschiedlichen Treibhausgasszenarien folgen:

Zum einen dem „business-as-usual“ Szenario RCP8,5, zum anderen dem Klimaschutz

Szenario RCP4,5 (s. Tab.2-1). Die so erstellten Klimasimulationen wurden im Vergleich zur Periode (1971-2000) für die *nahe Zukunft* (2021-2050) und für die *ferne Zukunft* (2071-2100) ausgewertet.

Für die Abschätzung der mittleren Änderung wurde der Median des Modellensembles verwendet. Deutliche, plausible und übereinstimmende Klimaänderungen bei 80% (10 der 13) Modelle zeigen eine „deutliche“ Änderung an – größeres Vertrauen. Zeigen weniger als 50% (6 oder weniger Modelle) eine deutliche Änderung an, wird das im Gesamtensemble als „keine signifikante Änderung“ interpretiert.

Alle Modelle zeigen übereinstimmend deutliche Änderungen der Werte, die ich nach Vorgabe des vorliegenden Reports im Anhang 10.2 (Klimaszenarien Österreich) zusammengefasst habe.

2.3.3 Folgen der Klimaerwärmung

Die Folgen der globalen Klimaerwärmung auch nur ansatzweise zu erörtern zu wollen, würde den Rahmen dieser Arbeit bei weitem sprengen. Das machte eine Beschränkung auf einige grundlegende Fakten und Beispiele notwendig, die auf einer Veränderung der Umgebungstemperatur basieren, und die für die Beantwortung der Forschungsfragen relevant sind. Das Hauptaugenmerk wird auf den Wechselwirkungen zwischen Klimaerwärmung und Biodiversität liegen, die unter anderem Thema des nächsten Abschnitts sind.

A.1 Es ist eindeutig, dass der Einfluss des Menschen die Atmosphäre, den Ozean und die Landflächen erwärmt hat. Es haben weitverbreitete und schnelle Veränderungen in der Atmosphäre, dem Ozean, der Kryosphäre und der Biosphäre stattgefunden (AR6-IPCC 2021).

Fast alle physikalischen und chemischen Eigenschaften sind – in unterschiedlichem Ausmaß – temperaturabhängig. Als Beispiele seien hier angeführt:

- Die thermische Ausdehnung von Stoffen (Felsstürze, Verlust der Gletscher, Steigen des Wasserspiegels, Auftauen der Permafrostböden),
- die Löslichkeit von Stoffen in Lösungsmitteln (CO₂ in Wasser, pH-Wert),
- den Aggregatzustand (Frost-Tau-Wechseltage, Niederschläge), sowie
- Druck und Dichte von Stoffen (Luftdruck, Wetter).

- Weiters beeinflusst die Temperatur auch die Geschwindigkeit physikalischer Abläufe und chemischer Reaktionen (van`-t-Hoff'sche Regel) und damit die Stoffwechselprozesse lebender Organismen (Enzymwirkung, Photosyntheserate). Sie ist damit ein abiotischer Schlüsselfaktor für die Entwicklung (Evolution), das Wachstum und das Verbreitungsgebiet der Pflanzen und Tiere.
- Phänologische Eintrittsphasen, wie Blattentfaltung, Blüte und Fruchtreife
- Biotische Interaktionen zwischen Tier- und Pflanzenwelt (Bestäuber, Fressfeinde, etc.)

Eine weitere Zunahme der mittleren Lufttemperatur kann zu einer Zunahme an Naturkatastrophen und Extremereignissen führen, wie beispielsweise (oesterreich.gv.at): Schwere Niederschlagsereignisse, Überschwemmungen, Stürme, Dürren, Hitzewellen, Waldbrände, Hagelereignisse, Lawinen, Muren, Bodenerosion, Auftauen der Permafrostböden und Gletscherschmelze.

Dadurch können derzeitige Lebensräume unbewohnbar, oder einzelne Standorte (beispielsweise von Endemiten) vernichtet werden (oesterreich.gv.at).

Viele bedrohte Tierarten und Pflanzen werden die Anpassung an die veränderten Lebensumstände nicht schaffen, oder einen geeigneten Lebensraum nicht aus eigener Kraft erreichen. Ein großer Risikofaktor bleibt auch bei einer moderaten Klimaerwärmung das Auftreten von Wetterkapriolen und Wetterextremen. Wobei die Schadenswirkung solcher Wetterereignisse schwerer wiegen kann, als eine gleichmäßige Klimaerwärmung (Tamme, 2012).

Das vermehrte Auftreten von in den jeweiligen Regionen bisher nicht nachgewiesenen Vektoren (Stechmücken, etc.), Krankheitserregern und Krankheiten wird Medizin und Forschung vor neue Herausforderungen stellen (One Health Commission, 2020).

Am Anfang dieses Abschnitts wurde auf die Bedeutung der Kenntnis des Paläoklimas für die Biogeographie, die Evolution und die Diversitätsverteilung hingewiesen. Daher soll an dieser Stelle noch einmal zu diesen Themenkreisen zurückkehrt werden, da sie für eine objektive Beurteilung der Folgen der Klimaerwärmung unbedingt notwendig sind. Für gewisse Arten, wird an manchen Orten und unter bestimmten Bedingungen auch durchaus positive Entwicklungen geben. Vor dem Hintergrund der Evolution ist eine Veränderung (auch) in der Diversitätsverteilung, sowohl in räumlicher als auch zeitlicher Hinsicht ein völlig natürlicher Vorgang, der keiner qualitativ wertenden Beurteilung unterzogen werden sollte (Selektion, „*survival of the fittest*“).

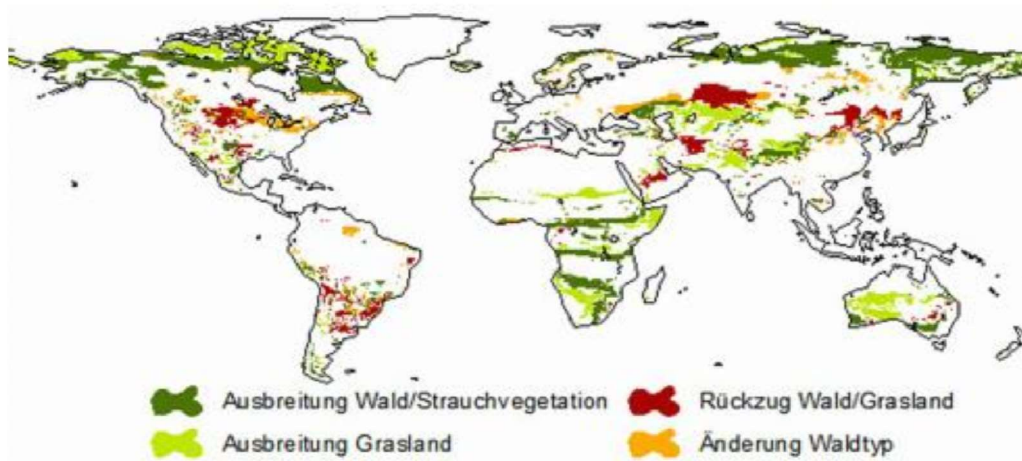


Abb. 2-2: Quelle: Gerten (2008) Abb. 2.8-1: LPJ-simulierte Verschiebungen von Vegetationszonen bis 2071–2100 unter dem ECHAM5-B1-Szenario. Gezeigt sind nur Flächenänderungen von mehr als 20% gegenüber dem mittleren Zustand im Zeitraum 1971–2000 (Details in Fischlin et al., 2007)

Die Biogeographie wird im Lexikon der Biologie (Spektrum.de/) als *Wissenschaft von der Verbreitung und (in geschichtlichen Zeiträumen) der Ausbreitung der Organismen* bezeichnet. Es wird die Artenzusammensetzung in einem bestimmten Gebiet oder Ökosystem erfasst (Faunistik, Floristik, Arealkunde) und die Ursachen für deren Vorkommen oder Fehlen erarbeitet. Die ökologische Biogeographie zeigt Zusammenhänge zwischen der heutigen Arealgestalt und ökologischen Faktoren (Klima, Nahrungsverfügbarkeit, etc.) auf.

Ziel ist es, Lebensprozesse und -merkmale aller Organismen und Wechselwirkungen mit der anorganischen Umwelt in ihrer räumlichen und zeitlichen Dynamik zu erkennen und die dahinterliegenden Funktions- und Wirkungsweisen zu verstehen (vgl. Hainzinger 2019).

Für Brook und Barnosky (2012) sind die Synergien verschiedener Faktoren, wie Klimaänderung, Degradierung und Fragmentierung des Lebensraums, veränderte Interaktion von Organismen (Gefährdungen durch Fressfeinde und/oder Krankheitserreger) typisch für die Massenaussterben im Laufe der Erdgeschichte. So führen sie auch das Aussterben der Megafauna im späten Quartär unter anderem auf das Zusammenwirken der raschen natürlichen Klimawechsel und dem Auftreten des Menschen im jeweiligen Gebiet zurück:

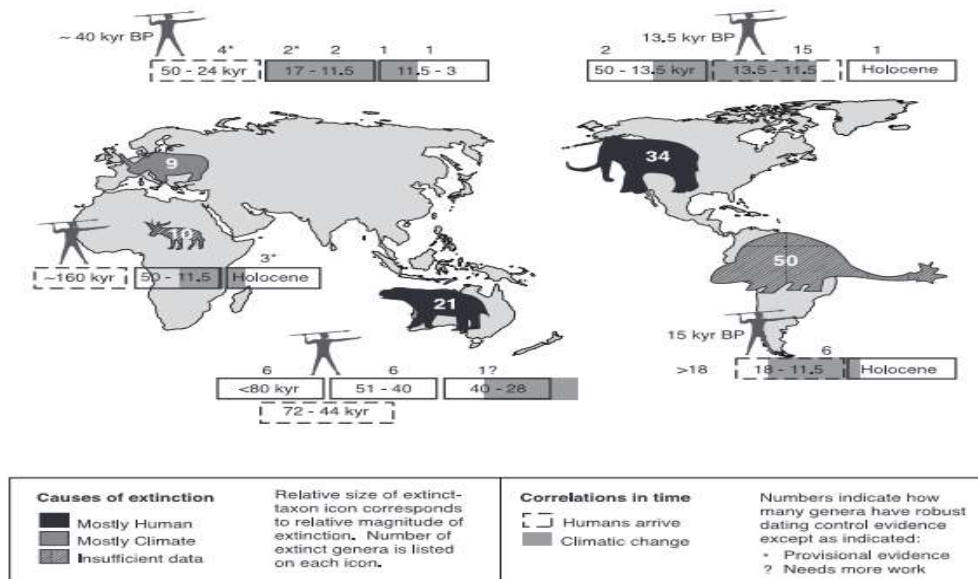


FIGURE 11-1. Late Quaternary megafaunal extinctions, human hunting, and climate change on the continents. The dashed box indicates the credible bounds of the first arrival of modern people, *Homo sapiens sapiens*, with the best estimate adjacent to the human figure (the latest estimate for Australia is about 48,000 years ago [kyr BP]). Substantial climate change events, predominantly the last glacial maximum and Holocene warming, are indicated by gray shading inside boxes. Source: Koch and Barnosky, 2006.

Abb. 2-3: Auslöschung der Megafauna im Späten Quartär in Brook und Barnosky (2012)

2.3.4 Die Situation in Österreich

Längerfristige Änderungen in der Struktur und Verbreitung von Ökosystemen werden nicht allein durch natürliche oder anthropogene klimatische Variationen herbeigeführt (Gerten, 2014):

Es sind vor allem die von Menschen verursachten Veränderungen des Naturraums, wie die Ausbeutung, Degradierung und Fragmentierung der Lebensräume, oder die Einschleppung invasiver Neobiota, die zur fortschreitenden Gefährdung der Biodiversität führen.

Auf etliche der hier angeführten Vorgänge wird im Rahmen dieser Arbeit noch eingegangen werden, da sie beispielsweise bei der Suche nach einem neuen Lebensraum im Zuge einer Erhaltungsumsiedlung, bzw. der Einschätzung damit verbundener Risiken, von großer Bedeutung sind (s. Kapitel 6). Als Folge der Klimaerwärmung verschieben sich in Mitteleuropa Klima- und Vegetationszonen nord-, und gipfelwärts – Eine Klimaerwärmung von nur einem Grad plus bedeutet Verschiebung von 200-300 Kilometer oder von 200 Höhenmetern (Tamme, 2013 S.5). Letzteres berührt ganz stark die geologische Stabilität der alpinen Höhenstufen. Die zahlreichen Alpinunfälle aufgrund von Steinschlag, Gletschereinbrüchen, etc. im Sommer 2022 zeugen davon (Österreichisches Kuratorium für Alpine Sicherheit, 2022).

Das Hochgebirge ist Lebensraum perfekt an Schnee und Kälte angepasster Organismen, die sich bis auf die höchsten Erhebungen der Alpen zurückgezogen haben. (Gloria, 2017) Die Global Observation Research Initiative in Alpine Environments (GLORIA) untersucht seit 2001 die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gebirgsflora: Im Vergleich 1994/2004/2014 konnte das Forscherteam eine signifikante Artenanreicherung beobachten, wobei es zwischen 2004 und 2014 aber zu einer Abflachung des Nettoanstiegs kam. Begründet wird dies durch eine leicht verminderte Neubesiedlung bei gleichzeitig deutlich verstärktem Artenrückgang. Nach Jahrzehnten überwiegender Artenzunahme könnte das bereits als ein Anzeichen für eine Phase verstärkten Artenrückgangs in Folge des anhaltenden Klimawandels gedeutet werden (Gloria, 2017).

Dabei zeigen die Langzeitbeobachtungen am Schrankogel (3497m) in den Stubai Alpen, einer „Master Site“ für das Forschungsprogramm GLORIA, *„dass Pflanzenarten der Hochlagen (subnivale-nivale Arten) auf den permanenten Beobachtungsflächen überproportional „verloren gingen“, während Arten tieferer (wärmerer) Lagen häufiger wurden. Dieser Trend einer „Thermophilisierung“ der alpinen Vegetation hat sich im vergangenen Jahrzehnt verschärft und lässt befürchten, dass subnivale Arten auf die unmittelbaren Gipfelbereiche zurückgedrängt und schließlich lokal völlig verschwinden könnten. Der fortschreitende Habitatverlust der Hochlagenvegetation manifestiert sich auch in einer beschleunigten Verschiebung zu einer besser an trockene Verhältnisse angepassten Artenzusammensetzung (Gloria, 2017). Die Projektergebnisse belegen einen ebenso starken Einfluss der Seehöhe auf Bodenmikroorganismen, sowohl hinsichtlich ihrer Masse, als auch der Häufigkeit. Zudem konnten methanproduzierende – und damit für Klimaveränderungen hochrelevante – Mikroorganismen (Archaea) in alpinen bis subnivalen Böden nachgewiesen werden.*

In weiterer Folge beschreiben die Autoren den starken Einfluss der Seehöhe auf andere Organismen, wie Bodenmikroorganismen und Arthropoden, die eine enge Bindung an die vorkommenden Pflanzen zeigen.(vgl. Zuna-Kratky, 2022)

Die nun vorliegenden Ergebnisse aus dem vom Klima- und Energiefonds geförderten Projekt „SCHRANKOGEL_20YEARS“ liefern neue Erkenntnisse über Ausmaß und Geschwindigkeit von klimabedingten Veränderungen von Ökosystemen und damit einen wichtigen Beitrag für wissenschaftliche Modellierungen und Prognosen. Darüber hinaus sind sie auch von Interesse für Schutzgebietsbeauftragte und Planende sowie Entscheidungstragende im Naturschutz (Gloria, 2017).“

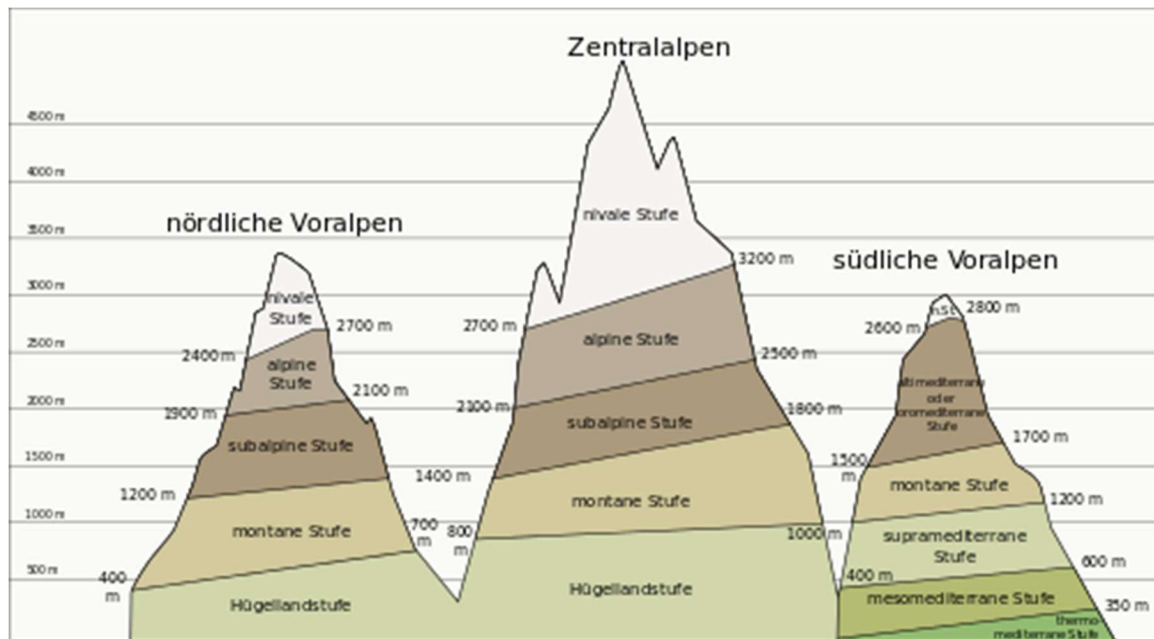


Abb. 2-4: Höhenstufengliederung der Alpen

Quelle: Delphi234 - File:Altitudinal zones of Alps mountains Extended diagram-fr.svg, CC BY-SA 4.0

Es sind aber die pannonischen Flach- und Hügelländer, die von der Veränderung und Zerstörung von Biotopen besonders stark betroffen sind (Billensteiner, 2022, S 22): Von den ca. 1830 Arten und Unterarten sind 930 Arten gefährdet (>50%), rund 190 Arten werden in der Vorwarnstufe angeführt, um die 330 Taxa sind stark gefährdet und 160 Arten sind vom Aussterben bedroht. Die zahlreichen einzigartigen Lebensräume und Sonderstandorte (Salzstandorte, kontinental geprägte Auen, Löss- und Sandsteppen, pannonische Trockenrasen) sind vor allem das rapide Absenken des Grundwasserspiegels, die Zersiedelung der Landschaft und die veränderte landwirtschaftliche Nutzung gefährdet.



Abb.2-5 Naturräumliche Gliederung Österreichs (Quelle: Schratt-Ehrendorfer, 2022, S.20)

3 Biodiversität

3.1 Bedeutung der Biodiversität

Gemäß der Biodiversitätskonvention (Convention on Biological Diversity, CBD) bezeichnet *Biologische Vielfalt oder Biodiversität* „die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft [...] und die ökologischen Komplexe zu denen sie gehören (UN 1992:3; Jessel, 2018, S. 254) Dies umfasst die Vielfalt innerhalb einer Art (genetische Diversität), die Vielfalt der Arten (Taxonomische Diversität) und die Vielfalt der Ökosysteme, wie Lebensgemeinschaften, Lebensräume oder Landschaften. Neben diesen drei Ebenen kann die funktionale Biodiversität als vierte Ebene hinzugefügt werden. Diese beschreibt die Vielfalt biologischer Funktionen und Prozesse beschreibt, die durch die verschiedenen Interaktionen der Mitglieder einer Gemeinschaft bestimmt wird“ (vgl. Jessel, 2018).

Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (cbd.int, 2012) ist ein internationales Umweltabkommen, das 1992 auf der UN-Konferenz für Umwelt und nachhaltige Entwicklung in Rio de Janeiro verabschiedet wurde.

Mit den beiden völkerrechtlich verbindlichen Abkommen, dem Cartagena- und dem Nagoya- Protokoll, 2003 bzw. 2014 in Kraft getreten, sollen die Ziele der CBD umgesetzt werden (cbd.int, 2012). Die drei gleichrangigen Hauptziele der CBD sind:

- Die Erhaltung der biologischen Vielfalt,
- die nachhaltige Nutzung ihrer Bestandteile und
- die gerechte Aufteilung der aus der Nutzung genetischer Ressourcen gewonnenen Vorteile (Access and Benefit Sharing – ABS) (vgl. UN 1992:3).

Mit ihnen soll versucht werden, ökologische, ökonomische und soziale Aspekte beim Umgang mit biologischer Vielfalt in Einklang zu bringen (vgl. Jessel, 2018).

In der Diskussion über den Verlust an der biologischen Vielfalt wird die Erhaltung der Biodiversität oft auf die Erhaltung einzelner Arten oder Individuen dieser Art beschränkt. Das darf nicht verwundern, da nur die taxonomische Diversität quantitativ messbar und damit vergleichbar ist. Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass der Artbegriff nicht unbestritten ist (Kunz 2002) und die anderen oben angeführten Ebenen der Biodiversität vernachlässigt werden (Haber 2003, 2008). Eser (2001, 2003) bezeichnet die „biologische Vielfalt“ als „Boundary object“, als Grenzobjekt das Brückenschläge und die Verständigung zwischen verschiedenen Disziplinen ermöglicht (vgl. Jessel, 2018).

Biodiversität entsteht durch genetische Diversifizierung und Artbildung, die sich mitunter in sehr kurzen Zeiträumen von nur wenigen tausend Jahren vollziehen kann – z.B.

Artbildung durch adaptive Radiation, die bezeichnet die vielfältige Abwandlung eines Bauplans (Grundmuster) infolge intensiver, in relativ kurzen Zeiträumen erfolgter Artbildungen bezeichnet (vgl. Riede & Mutke, 2005).

Die von Raum und Zeit abhängigen Auswirkungen erdgeschichtlicher Veränderungen auf die Biologische Vielfalt wurden bereits im Kapitel 2.1 näher beschrieben. Zur Erhaltung der Biodiversität gehört daher auch die Erhaltung der für die Evolutionsprozesse notwendigen Raum- und Zeiteinheiten (Riede & Mutke, 2005).

3.2 Biodiversität und Ökosystemleistungen (Ecosystem Services)

Die Wichtigkeit von Ökosystemleistungen ist zwar weithin bekannt, praktische Ansätze, deren ökonomische Bewertung in (politische) Entscheidungsfindungen einzubinden, werden aber kontroversiell diskutiert. Eine wichtige Rolle der Ökonomie besteht auch darin, die Konsequenzen unserer Handlungen und Entscheidungen sichtbar zu machen. Nichtsdestotrotz gibt es aus ethischen Überlegungen Bedenken, ob es überhaupt vertretbar ist, die Werte der Natur in Geld auszudrücken. (Schwaiger et al., 2018)

Nach Jessel (2011) können Biodiversität und Ökosystemleistungen als komplementäre Konzepte verstanden werden, die sich in der Naturschutzargumentation, die sie derzeit maßgeblich prägen, gegenseitig ergänzen:

Biodiversität beinhaltet die Ausprägungen der belebten Natur auf allen Ebenen, Ökosystemleistungen schließen darüber hinaus auch unbelebte und spirituelle/ ästhetische Ressourcen mit ein. Bei der Biologischen Vielfalt stehen Anzahl und Ausprägungen der belebten Bestandteile der Natur im Vordergrund, bei den Ecosystem Services die Funktionen zur Erhaltung bestimmter Leistungen. Das Konzept der Ökosystemleistungen ist anthropozentrisch ausgerichtet, es geht um die verschiedenen Benefits für den Menschen, der ethische Wert kommt nur bei der Biodiversität zum Tragen (s. Kapitel 3.4). Der Schutz der Biodiversität setzt implizit den Erhalt der Vielfalt in all ihren Bestandteilen voraus. Bei den Ecosystem Services bedingt die Ausrichtung auf die Funktionen, dass möglicherweise nicht alle Bestandteile zu deren Aufrechterhaltung erforderlich sind, wie z.B. zur Produktion von Biomasse, Aufrechterhaltung des Nährstoffzyklus, Regulation des Gas- und Wasserhaushalts, Bodenbildung und Erosionskontrolle zur Klimaregulierung (vgl. Hölbling, 2013).

3.3 Der Verlust der Biologischen Vielfalt – Ursachen und Auswirkungen

Das Artensterben beschleunigt sich (BMU, 2011). Weltweit verschwinden immer mehr Pflanzen- und Tierarten. Verantwortlich dafür sind die Eingriffe des Menschen in die Natur: Landnutzungsänderungen, (Umwelt)Verschmutzung und Klimawandel bedrohen die Biodiversität auf unserer Erde.

Einem 2019 veröffentlichten Un-Bericht zufolge sind etwa eine Million von geschätzt acht Millionen Tier- und Pflanzenarten, die es weltweit gibt, vom Aussterben bedroht (UN-Report, 2019). Derzeit wird die Aussterberate weltweit auf ein Hundert- bis Tausendfaches der natürlichen Aussterberate (100-1000 Arten/Jhd.) geschätzt. (vgl. BMU, 2011).

0 RE	Vollständig vernichtet Regionally Extinct	Arten, die im Bezugsraum verschwunden sind oder von denen keine wild lebenden Populationen mehr bekannt sind. Die Populationen sind entweder nachweisbar ausgestorben, in aller Regel ausgerottet (die bisherigen Habitate bzw. Standorte sind so stark verändert, dass mit einem Wiederfund nicht mehr zu rechnen ist) oder verschollen, das heißt, aufgrund vergeblicher Nachsuche über einen längeren Zeitraum besteht der begründete Verdacht, dass ihre Populationen erloschen sind.
1 CR	Von vollständiger Vernichtung bedroht Citycall Endangered (IUCN)	Arten, die so schwerwiegend bedroht sind, dass sie in absehbarer Zeit aussterben, wenn die Gefährdungsursachen fortbestehen. Ein Überleben im Bezugsraum kann nur durch sofortige Beseitigung der Ursachen oder wirksame Schutz- und Hilfsmaßnahmen für die Restbestände dieser Arten gesichert werden.
2 EN	Stark gefährdet Endangered (IUCN)	Arten, die erheblich zurückgegangen oder durch, laufende bzw. absehbare menschliche Einwirkungen erheblich bedroht sind. Wird die aktuelle Gefährdung der Art nicht abgewendet, rückt sie voraussichtlich in die Kategorie „Vom Aussterben bedroht“ auf.
3 VU	Gefährdet Vulnerable (IUCN)	Arten, die merklich zurückgegangen oder durch, laufende bzw. absehbare menschliche Einwirkungen bedroht sind. Wird die aktuelle Gefährdung der Art nicht abgewendet, rückt sie voraussichtlich in die Kategorie „Stark gefährdet“ auf

G	Gefährdung anzunehmen	Arten, die gefährdet sind. Einzelne Untersuchungen lassen eine Gefährdung erkennen, aber die vorliegenden Informationen reichen für eine exakte Zuordnung zu den Kategorien 1 bis 3 nicht aus.
R SU	Extrem selten Susceptible (IUCN vor 1999)	Extrem seltene bzw. sehr lokal vorkommende Arten, deren Bestände <i>in der Summe</i> weder lang- noch kurzfristig abgenommen haben und die auch nicht aktuell bedroht, aber gegenüber unvorhersehbaren Gefährdungen besonders anfällig sind.
V NT	Vorwarnstufe Near Threatened (IUCN)	Arten, die merklich zurückgegangen sind, aber aktuell noch nicht gefährdet sind. Bei Fortbestehen von bestandsreduzierenden Einwirkungen ist in naher Zukunft eine Einstufung in die Kategorie „Gefährdet“ wahrscheinlich.
* LC	Ungefährdet Least Concern (IUCN)	Arten werden als derzeit nicht gefährdet angesehen, wenn ihre Bestände zugenommen haben, stabil sind oder so wenig zurückgegangen sind, dass sie nicht mindestens in Kategorie V eingestuft werden müssen.
D DD	Daten defizitär Data Deficient (IUCM)	Die Informationen zu Verbreitung, Biologie und Gefährdung einer Art sind unzureichend, wenn die Art bisher oft übersehen bzw. nicht unterschieden wurde oder erst in jüngster Zeit taxonomisch untersucht wurde oder taxonomisch nicht ausreichend geklärt ist oder mangels Spezialisten hinsichtlich einer möglichen Gefährdung nicht beurteilt werden kann.
♦	Nicht bewertet	
-	Kein etablierter Nachweis	

Tab. 3-1 Gefährdungskategorien (Deutschland, Österreich) Quelle: <https://www.rote-liste-zentrum.de/de/Gefahrungskategorien-1711.html> [03.08.2022]

Dabei ist zu beachten, dass die IUCN-Kategorien nach einer anderen Methodik ermittelt werden. Ein direkter Vergleich der Ergebnisse ist daher nicht möglich.

Bis vor einigen Jahrzehnten dominierte die unbedachte oder gezielte Ausrottung einzelner Populationen durch Jagd oder Übernutzung, heute führt die Veränderung und Zerstörung ganzer Ökosysteme, wie die Abholzung der Regenwälder, oder die „Vermüllung“ der Ozeane, zur Vernichtung von Arten (vgl. Riede & Mutke, 2005).

Ausgelöst wird dieser Schwund der Biologischen Vielfalt hauptsächlich durch die Änderungen in der Landnutzung (Übernutzung und Monokulturen), die Habitat-Fragmentierung infolge des Ausbaus der Infrastruktur, die gewollte und ungewollte Translokation fremder (invasiver) Spezies, die Umweltverschmutzung und den Klimawandel, sowie auch durch den (illegalen) internationalen Handel mit gefährdeten Tier- und Pflanzenarten (vgl. Lippelt, 2013).

Unmittelbar beobachtbare Mechanismen, die zu Verlust oder Zunahme von Diversität führen, werden in der Populationsbiologie oder der Synökologie untersucht (vgl. Riede & Mutke, 2005). Die Synökologie (*community ecology*), ein Teilgebiet der Ökologie, untersucht die Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Arten (Symbiose, Parasitismus) einer Biozönose (Lebensgemeinschaft) und ihrer direkten Umwelt. Ihre Ergebnisse finden z. B., bei forst- und agrar-wirtschaftlichen Maßnahmen, sowie im Natur- und Artenschutz (studysmarter.de/schule/Biologie).

Hier liegt aufgrund der komplexen Struktur und der zahlreichen, teilweise noch unerforschten Interaktionen und Regelprozesse innerhalb der Lebensgemeinschaften noch eine sehr große Aufgabe vor den Wissenschaftler*innen und Entscheidungsträger*innen.

Eine Aufgabe, für deren Lösung eine interdisziplinäre, internationale Zusammenarbeit unabdingbar ist. Eine Zusammenarbeit, wie sie zum Beispiel durch die *European*

Cooperation in Science and Technology (COST) ermöglicht wird. Die Europäische Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technologie (COST) ist eine

Finanzierungsorganisation für die Einrichtung von Forschungsnetzen, den so genannten COST-Aktionen. Diese Netze bieten einen offenen Raum für die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftler*innen in ganz Europa (und darüber hinaus) und geben so

Impulse für Forschungsfortschritte und Innovation (ffg.at/europa). Eine “COST-Aktion” ist zum Beispiel „CA 18201 – *An integrated approach to conservation of threatened plants for the 21st Century*” (ConservePlants). Das Hauptziel dieser Aktion (Laufzeit 15.10.2019 bis 14.10.2023) ist die Verbesserung des Pflanzenschutzes in Europa.

3.4 Endemiten – Arten besonderer Verantwortung

Nach Stöcklin (2018) ist der Endemismus ein besonders faszinierender Aspekt der Biodiversität. Dieser hat die Menschen und im speziellen die Naturforscher immer wieder begeistert und dazu angeregt hat, zu fragen und zu verstehen, wie sich die Vielfalt und die unterschiedliche Verbreitung von Arten erklären lassen. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass die Beobachtung des Endemismus am Ursprung einer der bedeutendsten Theorien stand, die nicht nur für die Biologie bahnbrechend war, sondern das Selbstbild der Menschen nachhaltig verändert hat: *der Evolutionstheorie*. Endemismus ist ein nicht ganz einfach zu fassender Begriff, der sich auf das räumliche Vorkommen von Pflanzen, Tieren und anderen Organismen bezieht:

Der aus dem Griechischen kommende Begriff *endemisch* meint in der Medizin „in einer Population oder in einer begrenzten Region gehäuft auftretend“ in der Biologie „nur in einem natürlich begrenzten Gebiet vorkommend“. Major (1988) definierte den Begriff folgendermaßen: „*Ein Taxon ist endemisch, wenn es aus historischen, ökologischen oder physiologischen Gründen nur in einem begrenzten Areal vorkommt.*“ Diese heute gängige Definition zeigt, dass neben der räumlichen Größe (Florenreich, politischer Bezirk) des relevanten Areals, auch die Zeit des Auftretens (Paläo- oder Relikt-Endemiten, bzw. Neo-Endemiten) ein maßgebender Parameter (vgl. Hölbling, 2013) ist. Endemismus kann auch auf verschiedenen taxonomischen Ebenen definiert werden. So gibt es beispielsweise endemische Varietäten, Unterarten, Arten, Gattungen oder Familien, was wiederum den biologischen Stellenwert beeinflusst (vgl. Stöcklin, 2018). Fortschreitende wissenschaftliche Erkenntnisse der Entstehungsmechanismen von Arten führten zu weiteren Definitionen von Endemismus-Typen (vgl. Favarger & Contandriopoulos (1961), Stebbins & Major (1965), Hölbling (2013)).

3.4.1 Entstehung und Vorkommen von Endemismus

Die Arten- und Endemitenvielfalt ist auf der Erde nicht gleichmäßig verteilt (Hobohm 2014). So werden weltweit 25 Biodiversitäts-Hotspots beschrieben, die 1,4% der Landfläche umfassen, und in denen 44% aller Gefäßpflanzen und 35% aller Arten von vier Wirbeltiergruppen vorkommen; alle diese Hotspots weisen überdies eine hohe Konzentration endemischer Taxa auf ((Myers et al. 2005). Biodiversitätshotspots findet man generell in klimatischen und/oder geologischen Übergangsregionen, sowie in Gebieten mit einer großen Höhenspannweite (Niklfeld et al., 2008).

Für die Entstehung endemischer Taxa gibt es wie angeführt keinen einzelnen Erklärungsmechanismus (Kruckeberg & Rabinowitz, 1985), die Entstehung und das Verschwinden von Arten ist aber eine Konstante der Erdgeschichte (s. Abschnitt 2). Nach Thompson (2005) und Hobohm (2014) gibt es aber einige Faktoren, die die Entstehung und die Häufigkeit von Endemiten begünstigen, wie z.B.:

- Ungewöhnliche abiotische und biotische Umweltbedingungen, die sehr lokal auftreten und erfordern, dass sich Pflanzen speziell anpassen müssen, um an diesen exponierten Standorten zu überleben (Schwermetalle in Böden, extreme Nährstoffarmut, trockene Felsstandorte, kalte Lebensräume mit kurzer Vegetationszeit, etc.)
- Geographische Barrieren und isolierte Habitate, die Ausbreitungsgrenzen bilden, wie hohe Berge oder isolierte Inseln im Ozean
- Kleinräumig und kurzzeitig variable biotische und abiotische Umweltbedingungen – verursacht z.B. durch Eiszeiten, Trockenperioden oder Überschwemmungen
- Langandauernde erdgeschichtliche Zeiträume mit konstanten öko-klimatischen Bedingungen an Land, die evolutionäre Hotspots entstehen ließen.

Die Vielfältigkeit an Evolutionsprozessen im Rahmen der kontinentalen Gebirgsbildung dürfte nach Luebert & Muller (2015) auch den Reichtum (Bykow-Index, 1979) an endemischen Taxa im europäischen Alpenbogen erklären. Dieser Reichtum spiegelt die dynamische geologische Entwicklung der letzten Erdzeitalter im Alpenraum wider, und beruht auf dem Wechselspiel von Eis- und Wärmeperioden, begleitet von Migrations-, Differenzierungs-, bzw. Anpassungsprozessen. Die zahlreichen Rückzugsgebiete während der Kälteperioden des Pleistozäns (vor 2,6 – 0,012 Mio. Jahren) bedingen die große Zahl von engen Endemiten am Südrand der Alpen (vgl. Tribsch & Schönswetter, 2013). Aber auch der europäische Alpenbogen ist gemäß der Flora Alpina (Aeschmann et al., 2004) reich an endemischen Arten: bezogen auf die Zahl der einheimischen Arten (3983) beträgt ihr Anteil 12,6%.

Die an Endemiten reichsten Familien sind mit 42,3% die Campanulaceae, die Saxifragaceae (39,4%), die Dipsacaceae (34,1%) und die Primulaceae mit 33,8%. Diesem Artenreichtum an Endemiten stehen die Hotspots in großer Höhe um nichts nach (Smyčka et al., 2018), wenn auch aus anderen Gründen: In den genannten Refugialräumen von Kalkspezialisten am südlichen Alpenrand finden sich Reliktarten der präglazialen Alpenflora.

Dagegen sind die Endemiten der hochalpinen Hotspots häufig kälteadaptierte Arten mit guten Ausbreitungsmechanismen, die sich nach dem Rückzug des Eises wieder in ihre alten Habitate migrierten.

Es handelt sich teilweise aber auch um relativ junge Arten mit einem engen Verbreitungsgebiet, die sich kürzlich aus Verwandtschaftsgruppen entwickelt haben. Dieser Unterschied kann bei der Anpassung an künftige Klimaszenarien von großer Bedeutung sein.

3.4.2 Die Situation in Österreich

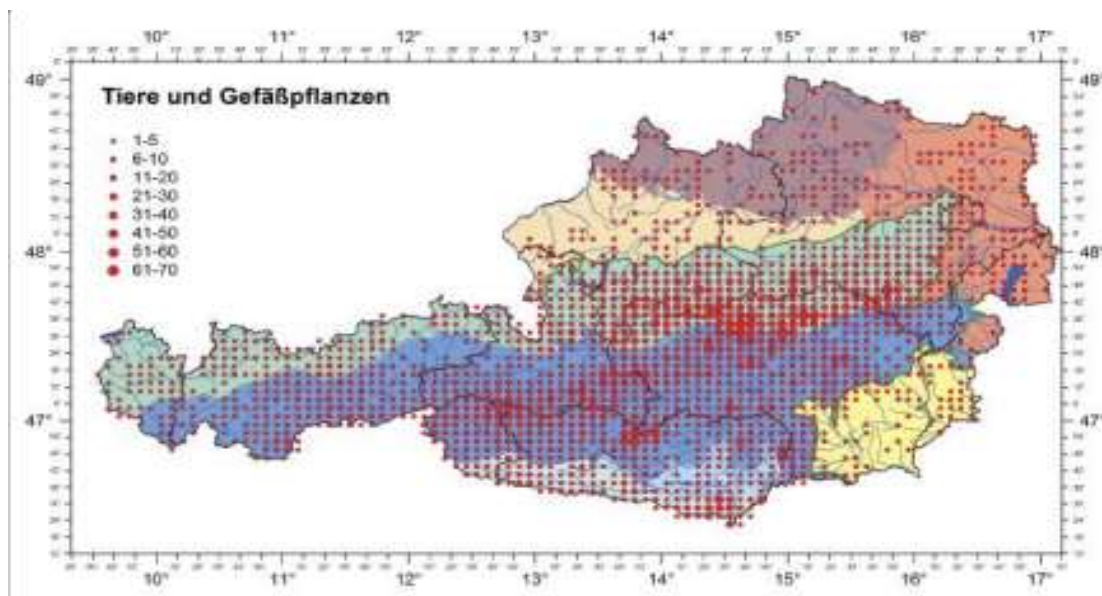


Abb. 3-1: Endemiten in Österreich Quelle: Abbildung 5: Raster-Summenkarte aller endemischen Tiere (575 Taxa) und Pflanzen (150 Gefäßpflanzen, 16 Flechten) in Österreich. (Rabitsch & Essl, 2008)

Die Hotspots werden als Quadranten (3x5 Minuten-Rasterfeld, das entspricht ca. 35 km²) dargestellt – Die maximale Anzahl endemisch vorkommender Gefäßpflanzen liegt bei 25/Quadrant, die Gesamtzahl der Rasterquadranten Österreichs bei 2626.

Nach Rabitsch und Essl (2008) stellen die Gefäßpflanzen mit 150 Taxa (Arten und Unterarten) den Großteil der pflanzlichen Endemiten Österreichs (s. Abb. 3-2).

Taxon	Artenzahl in Österreich	Endemiten	Anteil (%)
Pflanzen	11.500	166	1,4
Algen	5.000	0	0
Moose	1.050	0	0
Farn- und Blütenpflanzen	2.950	150	5,1
Flechten	2.500	16	0,6
Pilze	ca. 10.000	0	0
Tiere	45.870	575	1,2
Schnecken	455	80	17,6
Spinnen, Weberknechte, Pseudoskorpione, Hornmilben	1.700	75	4,4
Insekten	37.000	344	0,9
Wirbeltiere	437	7	1,6

Tab. 3-2: Artenzahl in Österreich Quelle: Tabelle 1: Artenzahlen ausgewählter Organismengruppen (ohne Neobiota) sowie die Zahl und der Anteil der Endemiten in Österreich (Rabitsch & Essl, 2008)

Die meisten Endemiten finden sich in der Steiermark, Tirol und Kärnten (Tab. 3-3), in erster Linie in den nordöstlichen Kalkalpen zwischen Schneeberg und Totem Gebirge. Weiter Hotspots sind Teile der östlichen Zentralalpen und die gesamten österreichischen Südalpen. (Abb. 3-1). Diese Gebiete stehen in engem Zusammenhang mit vermuteten eiszeitlichen Refugialgebieten.

Bundesland	Gefäßpflanzen		Tiere		Pflanzen und Tiere	
	Endemiten	nur in diesem BL	Endemiten	nur in diesem BL	Endemiten	nur in diesem BL
Burgenland	6	2	14	6	20	8
Wien	2	0	21	4	23	4
Niederösterreich	43	6	166	40	209	46
Oberösterreich	35	0	129	14	164	14
Steiermark	73	6	269	49	342	55
Kärnten	50	10	250	89	300	99
Salzburg	38	0	140	13	178	13
Tirol	24	4	298	27	322	31
Vorarlberg	1	1	23	4	24	5

Tab.3-3: Endemitenverteilung Bundesländer Quelle: Tabelle 2: Zahl der Endemiten in den österreichischen Bundesländern für Gefäßpflanzen (ohne Apomikten und Autogame) und Tiere sowie Zahl der exklusiven Vorkommen, die sich auf ein Bundesland beschränken (Rabitsch & Essl, 2008)

Den größten Risikofaktor (neben der „natürlichen Seltenheit“) stellen für Gefäßpflanzen die Änderungen in der Landnutzung (Intensivierung) dar, gefolgt von der zunehmenden Verbauung und Fragmentierung der Lebensräume. 59% aller von Endemiten besiedelten Rasterfelder weisen Schutzgebiete auf, bei Feldern mit über 10 Endemiten steigt dieser

Wert bis zu 80%. Dabei werden aber gerade einige der am stärksten gefährdeten Arten nur ungenügend von Schutzgebieten erfasst (Schratt-Ehrendorfer et al., 2022). Dies gilt vor allem für subendemische Arten der österreichischen Südalpen, die aufgrund ihres Status nicht im Endemitenkatalog vertreten sind (Komposch, 2018).

Der Erhalt bzw. die Wiederherstellung optimaler, naturnaher Lebensräume muss an erster Stelle der Bemühungen um einen wirksamen Naturschutz stehen – gerade im Hinblick auf die Erhaltung der Endemiten.

3.4.3 Erhaltung von Arten besonderer Verantwortung – Ethische Aspekte

Für Komposch (2018) sind Endemiten der „*biologische Schatz des jeweiligen Landes und der exklusive Beitrag zur weltweiten Biodiversität.*“

Prioritäten basieren im Artenschutz oft auf nationalen (regionalen) Roten Listen. Im internationalen Kontext kann die Bedrohung einer endemischen Art irreführend sein, da das lokale Verschwinden einer Art schwerwiegende Folgen auf ihr globales Fortbestehen haben kann oder auch nicht. Daher ist auch die Verantwortung eines Landes für die Erhaltung lokaler Populationen für den Fortbestand der Art weltweit ein wichtiger Aspekt bei der Erhaltung der Biologischen Vielfalt. (vgl. Eggenberg und Landolt, 2006).

Wie bereits erwähnt, muss daher das geographische Gebiet des betrachteten Taxons klar definiert sein: Ist die natürliche oder politische Einheit eindeutig festgelegt, sind es auch die Endemiten (vgl. Komposch, 2018). Liegen aber Teile der autochthonen Populationen oder Lebensräume außerhalb dieser Einheit, weil die Ökoregion beispielsweise in mehreren politischen Einheiten liegt, spricht man von Subendemismus, wenn mindestens 75% der Population in der gewählten Einheit vorkommen (Rabitsch und Essl, 2009).

Durch diesen hohen Wert scheinen zahlreiche endemische Arten der Ostalpen nicht im „Endemitenkatalog“ auf und fehlen damit nach Komposch (2018) in mehreren wissenschaftlichen und naturschutzfachlichen Bewertungen. Der Autor fordert daher eine neue Klassifizierung der endemischen Arten in Österreich.

Methoden und Ziele des Naturschutzes sind untrennbar mit Werten verbunden. Sie stellen Auswahlmöglichkeiten dar, die allgemein akzeptierte Prämissen widerspiegeln sollten: Sollten wir der Erhaltung von Arten in ihren derzeitigen Lebensräumen, die aufgrund des Klimawandels ungünstig werden könnten, Vorrang einräumen?

Oder sollten wir uns darauf konzentrieren, das Aussterben zu vermeiden?

Sollten Naturschutzbemühungen darauf abzielen, die Integrität von Ökosystemen zu schützen oder vielleicht nur Ökosystemleistungen zu sichern? (Hällfors, 2017)

Es eröffnen sich auch prinzipielle ethische Fragen, wie unter anderem von den Forscher*innen des Projekts *„Assisted Migration in Climate Change Adaptation: Opportunities and Constraints) research project“* (Hällfors, 2017) aufgeworfen: *„Ist assisted migration ethisch vertretbar oder sogar erforderlich, um bedrohte Arten zu retten? Wenn ja, unter welchen Bedingungen? Wie kann man Risiken und die damit verbundenen wissenschaftlichen Unsicherheiten von Artenverlagerungen gegen die Rettung einer Art vor dem Aussterben sinnvoll abwägen? Sollte hier das sogenannte Vorsorgeprinzip angewendet werden? Wenn ja, wie? Verringert Translokation (menschlicher Eingriff) den Eigenwert von Natur oder Arten? Wie können Wertekonflikte und tiefe Meinungsverschiedenheiten gelöst werden? Wer sollte an der Entscheidung über die unterstützte Migration beteiligt werden? Wer sollte die möglichen Umsiedlungen gefährdeter Arten durchführen?“*

Peter Weish nennt im Vorwort zu seinem Skriptum zur Umweltethik (2021) zwei Zugänge zu diesem Thema (Weish, 2021):

Den des Ethikers, der sich mit Umweltfragen zu befassen beginnt und den des „Umweltbewegten“, der erkennt, dass Umweltschutz von ethischen Fragen nicht zu trennen ist.

Er weist auf den engen Zusammenhang von Umweltethik und Humanökologie hin, die beide mit den Grundfragen der Philosophie zu tun haben:

Wer bin ich? Was kann ich wissen? Was soll ich tun? Was ist der Sinn meines Lebens ?

Die Frage nach der Herkunft des Menschen und seiner „biologischen Grundausstattung“ ist für die Humanökologie (als Lehre von den Wechselbeziehungen des Menschen mit seiner unbelebten und belebten Umwelt) relevant; ebenso für die Umweltethik (auch ökologische Ethik. Das ist derjenige Teilbereich der Bioethik, der die Kritik und Begründung moralischer Wertvorstellungen und moralischer Prinzipien und Normen bezüglich des menschlichen Umgangs mit der nicht-menschlichen Natur zum Gegenstand hat. (spektrum.de).

Die Frage ist wichtig für das Verständnis der menschlichen Bedürfnisse, der Antriebe menschlichen Verhaltens und der Möglichkeiten und Grenzen der Beeinflussung menschlichen Handelns.

Bei der zweiten Frage (*was kann ich wissen?*) geht es nach Weish (2021) um die (begrenzte) Erkenntnisfähigkeit des Menschen, die Frage um welches Wissen man sich bemüht und die Motive, die diesem Bemühen zugrunde liegen:

„Die Ethik, als Lehre oder Theorie vom richtigen Handeln ist dort, wo sie sich mit Umweltfragen einlässt, auf das Verstehen ökologischer Systemzusammenhänge angewiesen.“

Das gilt besonders für Situationen, in denen unterschiedliche Handlungsmöglichkeiten diskutiert werden und zu bewerten sind.

So sind Themen der Humanökologie, wie Systemanalysen der vielschichtigen Umweltproblematik oder Begründungen zukunftsfähiger Entwicklungen, ohne Ethik nicht möglich. Für die Erstellung praxisrelevanter Handlungsanweisungen sind wiederum profunde Systemkenntnisse der Bio- und Anthroposphäre erforderlich, geht es doch um Themen, die in die ferne Zukunft reichen können und deren Spätwirkungen bedacht werden müssen. Daraus folgt aus der Verantwortungsethik die wesentliche Pflicht, diese Fernwirkungen unseres Handels im ökosozialen Kontext zu erkunden. Aus der „Pflicht zum Wissen“ ergibt sich die „Pflicht des Wissenden“. Ignoranz und „Wegschauen“ sollten als „sträfliche“ Dummheit, wenn nicht sogar als Zukunftskriminalität angesehen werden (Wohlmeyer, 2006). Voraussagen sind in komplexen Systemen naturgemäß mit großen Unsicherheiten behaftet. Im Sinne der Verantwortungsethik und nach dem *Sicherheitsprinzip* ist daher bei Unternehmungen, die schwere Folgen nach sich ziehen könnten, die Frage nach den Folgen des „worst-case-scenario“ zu stellen. Diese sind dann den zu erwartenden Vorteilen gegenüber zu stellen. Dabei sollte der Grundsatz „in dubio pro securitate“ gelten. Das *Vorsorgeprinzip* baut als zweites wesentliches Prinzip des Umweltschutzes auf dem Sicherheitsprinzip auf. Durch das Verbot von Unternehmungen, die möglicherweise katastrophale Nachwirkungen zeigen könnten, soll das Auftreten schwerer Gesundheits- und Umweltschäden von vornherein ausgeschlossen werden.

Grundlagen sind die wesentlichen ethischen Regeln und Fragen:

Die goldene Regel: (Mt. 7,12) „Alles was ihr wollt, dass euch die Leute tun sollen, das tut ihnen auch.“

Der kategorische Imperativ Kants, „Handle so, dass die Maxime deines Willens jederzeit zugleich als Prinzip einer allgemeinen Gesetzgebung gelten könne.“ (Kritik der praktischen Vernunft I/I, 7)

Der umweltethische Imperativ nach Weish: „Handle so, dass die Folgen Deines Tuns künftiges Leben nicht schädigen, mache das Interesse künftiger Menschen und der Natur zu Deinem eigenen.“ (Weish, 2021)

Welchen natürlichen Wesen (Dingen) wird ein absoluter Selbst- und Eigenwert zugemessen?

Welchen natürlichen Entitäten gegenüber besteht eine moralische Verpflichtung ihrer selbst willen?

Je nach ethischer Position werden verschiedene Pflichten anerkannt:

Pflichten gegen sich selbst in Bezug auf die Natur (Kant).

Pflichten gegenüber der gegenwärtigen und künftigen Menschheit.

Pflichten gegenüber dem Leben in allen seinen Formen, gegenüber der Natur, gegenüber dem Seienden überhaupt.

Pflichten gegenüber Gott

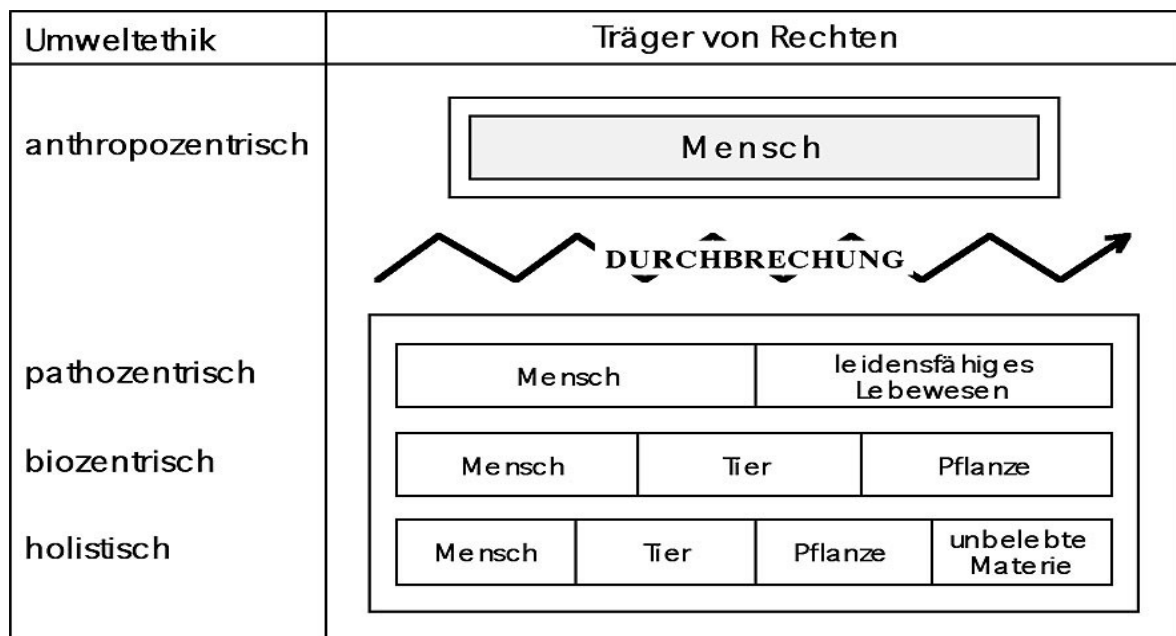


Abb. 3-2: Was ist Umweltethik? Definition und Unterteilung. Quelle: "<http://www.treffpunkt-umweltethik.de/modelle.htm>"

3.5 Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität

Es folgt, in Anlehnung an das *Memorandum of Understanding for the implementation of the COST Action "An integrated approach to conservation of threatened plants for the 21st Century"* (Fišer et al., 2021) CA18201, ein Überblick zum Thema Schutzmaßnahmen.

Auf spezielle Themenbereiche werde ich im weiteren Verlauf meiner Arbeit gesondert eingehen.

„Obwohl Pflanzen ein wesentlicher Bestandteil unseres Lebens sind und Nutz-, Unterstützungs- und Kulturleistungen erbringen, wissen wir sehr wenig über die Biologie der seltensten und am stärksten bedrohten Pflanzenarten und noch weniger über ihren Erhaltungszustand. Rasche Umwelt- und Klimaveränderungen, die heute ausgeprägter sind denn je, beeinträchtigen ihre Fitness und Verbreitung und führen zu einem raschen Rückgang der Arten, manchmal sogar bevor sie überhaupt entdeckt wurden. Trotz der hochgesteckten Ziele die sich Naturschützer gesetzt haben, um einheimische Pflanzen vor einer weiteren Bedrohung und dem Aussterben zu bewahren, sind die Initiativen zur Erhaltung von bedrohten Arten in Europa verstreut und haben nicht zu den gewünschten Ergebnissen geführt. Das Hauptziel dieser Aktion besteht in der Verbesserung des Pflanzenschutzes in Europa; bewerkstelligt durch den Aufbau eines Netzes von Wissenschaftlern und anderen Akteuren, die sich mit verschiedenen Aspekten des Pflanzenschutzes befassen:

Von der Pflanzentaxonomie, über Ökologie, Erhaltungsgenetik, Erhaltungsphysiologie Physiologie und Reproduktionsbiologie bis hin zu Schutzgebietsmanagern. Dabei darf auf die Beteiligung von Sozialwissenschaftlern, die für den Umgang mit der breiten Öffentlichkeit von entscheidender Bedeutung sind, nicht vergessen werden“ (Fišer et al., 2021).

Ein Beispiel für ein derartiges Netzwerk ist das Leibnitz-Forschungsnetzwerk Biodiversität:

In ihrer, im Frühjahr 2022 veröffentlichten Arbeit *„10 Must-Knows aus der Biodiversitätsforschung“* heben 45 Wissenschaftler*innen 10 Schlüsselbereiche aus ihrem Forschungsbereich hervor, die untrennbar untereinander verbunden sind und analysieren so die komplexen Systeme der Erde (Leibnitz-Forschungsnetzwerk, 2022a). Ihr Ziel ist es, *„für Politik und Gesellschaft wissenschaftlich gesicherte Bewertungen der aktuellen Erkenntnisse für bessere politische Entscheidungen und Maßnahmen auf allen Ebenen zur Verfügung zu stellen – um die Vielfalt des Lebens zu erhalten.“*

Für die 15. Weltnaturkonferenz (CBD COP 15) vom 7.-19.12. 2022 in Montreal haben diese Aurore*innen ihre Forschungsergebnisse zu *„10 Must-Dos aus der Biodiversitätsforschung (10MustDos)“* weiterentwickelt. Diese *„Handlungsempfehlungen für die Politik“* stehen im Einklang mit den Zielen der „UN-Dekade zur Wiederherstellung von Ökosystemen“ (vgl. SER, 2022) und sollen helfen, die bis 2030 von allen Nationalstaaten umzusetzenden 17 Nachhaltigkeitsziele (SDGs) zu erreichen (Leibnitz-Forschungsnetzwerk, 2022b).

Nach Fišer et al., 2021 *„ist Europa wahrscheinlich der Kontinent, dessen Ökosysteme in der Vergangenheit die stärksten anthropogenen Veränderungen erfahren haben.*

Natürliche Lebensräume sind heute nur mehr als Fragmente in einem Mosaik aus naturnahen Lebensräumen und urbanisierten Gebieten zu finden. Obwohl menschliche Aktivitäten die Vielfalt (regional) oft erhöht haben, nimmt die Artenvielfalt heute aufgrund unterschiedlichster menschlicher Eingriffe in die Biosphäre, global rasch ab“:

Die Gesamtzahl der Gefäßpflanzenarten liegt in Europa bei ca. 10500 Arten, von denen rund 33% in ihrem Gebiet endemisch sind. Im Jahr 2011 bewertete die IUCN die europäischen Gefäßpflanzen zum ersten Mal: von 1826 bewerteten Arten (17,4% der europäischen Flora) wurden mindestens 467 (25,6%) als vom Aussterben bedroht beurteilt. Dabei wurde der gesamte Mittelmeerraum (ein globaler Hotspot der Biologischen Vielfalt mit mehr als 25000 Arten, darunter 13000 endemische Arten) allerdings nicht berücksichtigt(vgl. Fišer et al., 2021).

Es gibt zahlreiche regionale, nationale und internationale Instrumente zum Schutz der europäischen Flora (s. Abschnitt 3.4.1). Die rechtsverbindlichen Dokumente schreiben zwar die Notwendigkeit der Erhaltung von Arten vor, legen aber normalerweise nicht fest, wie diese zu erfolgen hat. Daher kann der Schutz bedrohter Arten in den verschiedenen Ländern höchst unterschiedliche Wege einschlagen, abhängig von der Leitung der Erhaltungsmaßnahmen, der vorhandenen Infrastruktur und der Höhe der zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel (vgl. 1st. IPTC, 2022; Fišer et al., 2021) In Ländern (Regionen), in denen der Schutz der Biodiversität keine Priorität genießt und nur auf Grund von (inter)national geförderten Projekten durchgeführt wird, bedeutet das Ende des Projekts auch das Ende der Finanzierung. Ein weiterer Grund für das Scheitern von Erhaltungsversuchen ist oft die fehlende wissenschaftliche Grundlage für die Planung des Naturschutzprojekts (vgl. 1st. IPTC):

Unzureichende Kenntnis der biologischen Eigenheiten einer Art, die Wichtigkeit der genetischen Vielfalt des verwendeten Materials und der genetischen Verwandtschaft zwischen Individuen und Populationen. Hier hat sich das theoretische Wissen (Erhaltungsgenetik, Erhaltungsgenomik) in den letzten Jahren stark vergrößert.

Es müsste gerade im Hinblick auf die zu erwartenden genetischen Veränderungen durch den Klimawandel, „nur“ noch geteilt werden (vgl. 1st IPTC, 2022). Ein Beispiel ist der Ansatz der „Systematic Hazard Analysis of Rare-Endangered Plants (SHARP)“. Bei dieser Methode wird zunächst der Engpass im Lebenszyklus seltener und gefährdeter Pflanzen ermittelt, dann die Gründe für diesen Engpass im Generationswechsel ermittelt, um

letztendlich spezifische Hinweise für Erhaltungsmaßnahmen geben zu können (Aronne, 2017).

Die verschiedenen Akteure handeln oft individuell, nicht nach festgelegten Protokollen – der Mangel an entsprechender Kommunikation war und ist ein großes Problem der Erhaltungsbiologie. Das gilt auch für die Veröffentlichung früherer Erfahrungen, die wenn überhaupt, nur in der „grauen“ Literatur veröffentlicht werden. Eine gemeinsame Plattform für Erhaltungsbiologen war auch eines der Hauptanliegen der 1st. *International Plant Translocation Conference (IPTC)* in Rom, der ein eigener Abschnitt gewidmet ist (vgl. 1st. IPTC, 2022). Ein weiteres wichtiges Thema ist auch die Vereinheitlichung der Kriterien der Roten Listen in den verschiedenen Ländern, um den Status bestimmter Arten auf globaler und lokaler Ebene vergleichen zu können. Der Wissensaustausch zwischen den verschiedenen Disziplinen im Bereich des Naturschutzes ist eine Grundvoraussetzung für die erfolgreiche praktische Umsetzung der Maßnahmen zur Erhaltung der Biodiversität. Darauf wird im zitierten Memorandum of Understanding immer wieder hingewiesen. (Fišer et al., 2021)

3.6 Die Rolle der Botanischen Gärten – In-situ-, Ex-situ-Erhaltung

Die Erhaltung der Biologischen Vielfalt ist auch nur möglich, wenn die Problematik der Öffentlichkeit bekannt ist und diese der Thematik positiv gegenübersteht. (1st IPTC, 2022; IUCN, 2013; Kiehn, 2011; Tichelmann, 2014) Gerade Pflanzen stehen oft im „Schatten“ von Tieren oder Umweltproblemen: Mit dieser Problematik, der *Plant awareness disparity* (früher *Plant Blindness*), beschäftigen sich Forschungen am *Austrian Educational Competence Center* (AECC-Biologie, o.J.). Es ist auch eine Aufgabe der Botanischen Gärten, hier aufklärend zu wirken und die Bevölkerung zu animieren, sich der Themen wie der Erhaltung der Biodiversität anzunehmen (z.B. Mithilfe bei der Datenerhebung – Citizen Science). Dies gilt im Besonderen auch für den Umgang mit nichtheimischen Pflanzen, von denen die Mehrzahl als Zierpflanzen bewusst eingeführt werden. Im Jahr 2007 wurde daher unter Mitarbeit der österreichischen botanischen Gärten von den deutschsprachigen botanischen Gärten ein Aktionsplan zum Umgang mit potentiell invasiven Pflanzen verabschiedet. (Berg, 2007; Eberwein et al., 2010; Essl & Rabitsch, 2002; Grahl, 2019; Hainzinger, 2019; Kiehn & Nouak, 2005; Kiehn et al., 2007)

Zu den Hauptaufgaben der Botanischen Gärten gehören nach Gröger (2016) der Arten- und Naturschutz im Rahmen der Erhaltung der Biologischen Vielfalt (weltweit kultivieren an die 1800 Gärten ca.100.000 von 270.000 Arten), die Erfüllung der relevanten Aufgaben in Forschung und Lehre, sowie in der Öffentlichkeitsbildung.

Dazu gehören auch die CBD-Ziele im Rahmen des Internationalen Pflanzen- und Samентаuschs, Sammelexpeditionen und die Bereitstellung der Ressourcen für Forschungs- und Umsiedlungsprojekte. Das biologische Material stammt zu 58% aus dem Tausch mit anderen Gärten, 18% werden zugekauft und 12% stammen aus Wildsammlungen. Als Antwort auf die Anforderungen des Access-and-Benefit-Sharing Ansatzes (ABS) im Rahmen des Nagoya-Protokolls (NP-CBD) wurde das International Plant Exchange Network (IPEN) geschaffen. IPEN ist ein freiwilliges internationales Austauschsystem für lebendes Pflanzenmaterial zwischen Botanischen Gärten zum Zweck des nicht kommerziellen Pflanzentransfers (Grahl, 2019).

Maßnahmen zur Erhaltung der Biodiversität können ganze Lebensraumtypen und/oder einzelne Arten betreffen. Ein Lebensraumtyp kann naturgemäß nur in-situ, Arten und Populationen auch ex-situ, das heißt außerhalb ihres ursprünglichen Lebensbereichs erhalten werden. Wie noch dargelegt wird, konkurrieren sich die ex- und in-situ-Erhaltung nicht, sondern sie ergänzen einander. Aufgrund ihrer rechtlichen Aspekte für die Beurteilung von Erhaltungs-umsiedlungen sind unterschiedlichen Maßnahmen von großer Bedeutung.

Die In-Situ-Erhaltung

Menschliche Aktivitäten, vor allem zur Nahrungsmittelproduktion und Forstwirtschaft, verändern die Landschaften. Heute ist ein Drittel aller Flächen degradiert oder verschlechtert sich, was der biologischen Vielfalt schadet und wichtige Ökosystemleistungen wie die Kohlenstoffspeicherung gefährdet.

Schutzgebiete der verschiedenen Kategorien bieten eine Lösung. Wenn sie wirksam verwaltet und gerecht geregelt werden, können solche Gebiete die Natur und die kulturellen Ressourcen schützen, die Gesundheit und das Wohlergehen der Menschen bewahren, eine nachhaltige Lebensgrundlage bieten und so eine nachhaltige Entwicklung unterstützen. Die Erhaltung intakter Lebensräume (GSPC-Ziel 7) ist vorrangiges Ziel der Bemühungen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt (IUCN.org). Da aber trotz aller Bemühungen die Zerstörung und Fragmentierung von Habitaten weiter voranschreitet, sinkt auch die genetische Vielfalt und damit die Anpassungsfähigkeit bei vielen seltenen und gefährdeten Arten (Zippel, 2016):

Der Biotopschutz mit seinen herkömmlichen Pflegemaßnahmen reicht für viele Taxa nicht mehr aus.

Die ex-situ-Erhaltung

Ex-situ-Maßnahmen zur Erhaltung der Biologischen Vielfalt finden außerhalb des eigentlichen Lebensraums einer Art/Population statt, beispielsweise in Botanischen und Zoologischen Gärten oder in Gen- und Saatgutbanken.

Sie umfassen im botanischen Artenschutz die Einlagerung von Saatgut in Saatgutbanken, die Anlage von Erhaltungskulturen in botanischen Gärten und die gezielte Vermehrung von Pflanzen, die für die gezielte Stützung von bestehenden Populationen und Wieder- bzw. Neubesiedelungen mit Hilfe von Saatgut oder Jungpflanzen in situ verwendet werden können. Diese Maßnahmen sind schon in der CBD als wichtige Maßnahme genannt und in der GSPC (Ziel 8 und 9) festgeschrieben worden (Hölbling, 2013). Ex-situ-Maßnahmen sind heute zwar ein unverzichtbares Mittel, Bemühungen im zoologischen und botanischen Artenschutz (Hurka et al., 2003; Zippel 2015) in situ zu unterstützen, können aber für sich alleine den Verlust an pflanzlicher Biodiversität nicht aufhalten:

Lebensgemeinschaften oder ganze Ökosysteme können in ihrer Komplexität an Makro- und Mikroorganismen nicht ex situ erhalten werden (Zippel, 2016).

Alle obengenannten Maßnahmen haben eines gemeinsam: sie unterliegen naturschutzrechtlichen Bestimmungen auf verschiedenen Ebenen (international, national und regional). In Österreich liegt die Naturschutzgesetzgebung bei den Ländern. Es gibt daher neun verschiedene Naturschutzgesetze. Von Österreich ratifizierte internationale Übereinkommen zur Erhaltung der Biodiversität sind von den einzelnen Ländern umzusetzen. Die Beurteilung relevanter naturschutzrechtlicher Angelegenheiten wird dadurch erschwert, wie zum Beispiel auf EU-Ebene diverse Vertragsverletzungsverfahren, oder auf nationaler Ebene Entscheidungen zur „Einschränkung menschlichen Handelns zum Schutz der Biodiversität“ zeigen. So schreibt Wittmann (2022, S. 57):

„Sämtliche österreichische Naturschutzgesetzgebungen enthalten, allerdings in recht unterschiedlicher rechtlicher Formulierung und schutzspezifischer Effektivität, vier „Säulen“ der Einschränkung menschlichen Handelns zum Schutz der Biodiversität (vgl. auch Loos 2005). Es sind dies neben den artenschutzrechtlichen Formulierungen der Schutz von Lebensräumen bzw. Lebensraumtypen, die Ausweisung von Schutzgebieten unterschiedlicher Kategorisierung und die sogenannte allgemeine Bewilligungspflicht. Letztere erlaubt gewisse anthropogene Tätigkeiten nur nach Durchführung eines naturschutzrechtlichen Verfahrens und nach Erteilung einer naturschutzrechtlichen

Bewilligung, wobei diese nicht erteilt werden kann, wenn der Naturhaushalt bzw. die Biodiversität in einem erheblichen oder wesentlichen Ausmaß geschädigt werden. Allerdings gibt es im Zuge einer derartigen „Versagung im Rahmen eines naturschutzrechtlichen Verfahrens“ stets die Möglichkeit einer Bewilligung im „überwiegenden öffentlichen Interesse“, d. h., wenn die öffentlichen Interessen an der Umsetzung eines Vorhabens den Interessen am Naturschutz erheblich überwiegen, kann dennoch eine Bewilligung erteilt werden.

Es hat zwar der Stellenwert des Naturschutzes in den letzten Jahrzehnten durchaus zugenommen, trotzdem werden sehr oft Interessen wirtschaftlicher Art oder insbesondere Interessen in Hinblick auf die Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen dem öffentlichen Interesse am Naturschutz übergeordnet.“

3.7 Naturschutz-Organisationen - naturschutzrechtliche Grundlagen

International Union for Conservation of Nature (IUCN)

Die Weltnaturschutzunion ist die größte und älteste international Naturschutzorganisation. Sie wurde 1948 gegründet und hat seit 1999 Beobachterstatus bei der Generalversammlung der UN (BMUV.de, 2020). Die Mitglieder der IUCN sind sowohl Staaten als auch Regierungs- und Nichtregierungsorganisationen (NGOs), die im Bereich Naturschutz aktiv sind. Im etwa vierjährigen Turnus kommen die Mitglieder zur Generalversammlung, dem "World Conservation Congress" (WCC), zusammen. Alle zehn Jahre findet der "World Parks Congress" statt, auf dem die Strategien und Ziele für Schutzgebiete erarbeitet werden.

Der Auftrag der IUCN ist, "Gesellschaften weltweit zu beeinflussen, zu ermutigen und zu unterstützen, die Unversehrtheit und Vielfalt der Natur zu erhalten und sicherzustellen, dass jeglicher Gebrauch natürlicher Ressourcen gerecht und ökologisch nachhaltig erfolgt." (§ 2 der Satzung der IUCN (BMUV.de, 2020))

Die IUCN hatte maßgeblichen Einfluss auf die Gestaltung des Übereinkommens über die Biologische Vielfalt (CBD), des Washingtoner Artenschutzübereinkommen (CITES) und der Ramsar-Konvention (Schutz der Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung).

Des Weiteren besteht eine intensive Zusammenarbeit mit: dem TRAFFIC-Netzwerk (Netzwerk zum Monitoring des Handels mit wild lebenden Tieren und Pflanzen des WWF und der IUCN), der UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate

Change), der UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation) und ihrem Welterbekomitee, der UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification) und anderen internationalen Programmen. Unter anderem erstellt der Verein die Rote Liste gefährdeter Arten und kategorisiert Schutzgebiete mittels der World Commission on Protected Areas (iucn.org) und gibt Leitlinien und Fallstudien zu Erhaltungsumsiedlungen heraus.

Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES)

Das Washingtoner Artenschutzübereinkommen (1973) ist ein internationales Abkommen zur Einschränkung des Handels mit (potentiell) durch Handel bedrohten Arten freilebender Pflanzen und Tiere und den Produkten dieser Arten. Es wurde (Stand 2022) von 183 Vertragsstaaten unterzeichnet. Ihnen obliegen auch die rechtliche Umsetzung und der Vollzug. Das Generalsekretariat befindet sich am Sitz der IUCN in Gland/Schweiz, die Finanzierung erfolgt aus Mitteln des UN-Umweltfonds. Kernstück des Übereinkommens sind die Artenlisten und Anhänge, die alle zwei Jahre aktualisiert werden: Derzeit fallen etwa 38.000 Tier- und Pflanzenarten unter den Schutz des Übereinkommens. Dabei sind einige Gruppen pauschal unter Schutz gestellt, z.B. Affen, Wale, Greifvögel, um Identifizierungsprobleme zu vermeiden und das Ausweichen auf ähnliche Arten zu verhindern (vgl. spektrum.de/artenschutzabkommen). Stark bedrohte Arten, die vom kommerziellen Handel ausgeschlossen sind und nur zu wissenschaftlichen Zwecken eingeführt werden dürfen finden sich in Anhang I. Im Anhang II werden Arten angeführt, die einer ausdrücklichen Ausfuhrgenehmigung der Herkunftsländer bedürfen. Im Anhang III nennen die Vertragsstaaten die Arten, die auf ihrem Gebiet geschützt sind.

Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES)

Um politischen Entscheidungsträgern zu helfen, umweltpolitische Entscheidungen nach dem besten Wissensstand zu treffen, wurde als zwischenstaatliches Gremium, IPBES geschaffen. IPBES versucht, den aktuellen Stand des Wissens zum jeweiligen Problem in einem sog. Assessment zusammen zu tragen und Handlungsoptionen mit ihren jeweiligen Konsequenzen aufzuzeigen. (biodiv.de)

Convention on Biological Diversity (CBD), Biodiversitätskonvention

Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (cbd.int) ist ein internationales Umweltabkommen, das 1992 auf der UN-Konferenz für Umwelt und nachhaltige Entwicklung in Rio de Janeiro verabschiedet wurde.

Die Konvention ist am 29. Dezember 1993 völkerrechtlich in Kraft getreten und bis 2019 von 196 Staaten und der EU ratifiziert worden. (biodiv.de)

Mit den beiden völkerrechtlich verbindlichen Abkommen, dem Cartagena- und dem Nagoya- Protokoll, 2003 bzw. 2014 in Kraft getreten, sollen die Ziele dieses Abkommens umgesetzt werden.

Die drei gleichrangigen Hauptziele der CBD sind:

- Die Erhaltung der biologischen Vielfalt
- Die nachhaltige Nutzung ihrer Bestandteile
- Die gerechte Aufteilung der aus der Nutzung genetischer Ressourcen gewonnenen Vorteile (Access and Benefit Sharing – ABS) (vgl. UN 1992:3)

Mit ihnen soll versucht werden, ökologische, ökonomische und soziale Aspekte (geistiges Eigentum und Menschenrechte) beim Umgang mit biologischer Vielfalt in Einklang zu bringen (vgl. Jessel, 2018). In den Art. 8&9 CBD wird der biologischen Vielfalt, ihrer Erforschung (Art.12 CBD) und der Öffentlichkeitsarbeit (Art. 13 CBD) Augenmerk gewidmet, in den Art. 15-19 CBD nehmen die Nutzung der der Biodiversität und der genetischen Ressourcen und der Technologietransfer eine zentrale Rolle ein. (biodiv.de)

Die Prinzipien für eine nachhaltige Nutzung sind im „*ökosystemaren Ansatz*“ der CBD vorgegeben (Dec. COP/6). Dieser Ansatz soll eine Strategie des integrierten Managements von Land, Wasser und lebenden Ressourcen beschreiben, welche den Schutz und die nachhaltige Nutzung in ausgewogener Weise fördern und der Umsetzung des Zieldreiklangs der Konvention dienen soll. Der Ansatz erkennt zudem explizit an, dass Menschen mit ihrer kulturellen Vielfältigkeit ein integraler Bestandteil vieler Ökosysteme sind und Schutz und nachhaltige Nutzung nur mit den betroffenen Menschen umsetzbar sind (vgl. BFN, 2020). Eine weitere Besonderheit der Konvention ist, dass sich die Mitgliedsnationen durch die Ratifizierung des Abkommens nicht nur verpflichten, die Biodiversität im eigenen Land zu erhalten, sondern auch, anderen Ländern (insbesondere Entwicklungsländer) bei der Umsetzung der Konventionsziele zu unterstützen. Hierdurch kommt neben dem Aspekt der nachhaltigen Nutzung auch dem sogenannten "Vorteilsausgleich" eine Schlüsselfunktion zu.

Um die Umsetzung der Ziele zu dokumentieren, erstellt das Sekretariat der Konvention, unterstützt von internationalen Partnern, den „*Global Biodiversity Outlook*“ (GBO), einen Bericht zum Zustand der globalen Biodiversität. (vgl. biodiv.de) Um diesen Zustand beschreiben und Entwicklungen und Trends im Vergleich zur jeweils vorherigen Erfassung

belegen zu können, wurde eine Reihe von globalen Indikatoren festgelegt, die von verschiedenen Institutionen erhoben werden, wie zum Beispiel die Roten Listen gefährdeter Arten der IUCN, Berichte zu Schutzgebieten weltweit durch das *World Conservation Monitoring Center* (WCMC), oder die Berichte zur Entwicklung von 2300 Wirbeltierarten durch den *Living Planet Index*. Die CBD hat noch Kooperationsabkommen mit weiteren Umweltkonventionen, wie der Ramsar Konvention (Übereinkommen über Feuchtgebiete internationaler Bedeutung, 1971), mit der Konvention zur Bekämpfung der Wüstenbildung UNCCD, 1994), der Klimarahmenkonvention (UNFCCC, 1992), mit der Bonner Konvention (1979) und dem Washingtoner Artenschutzübereinkommen (CITES, 1975).

Global Strategy for Plant Conservation – GSPC

Die Globale Strategie zur Erhaltung von Pflanzen mit ihren 16 ergebnisorientierten Zielen wurde erstmals im Jahr 2002 von den Vertragsparteien der CBD verabschiedet. Die GSPC-Ziele sind somit die ersten Biodiversitätsziele, die von der internationalen Gemeinschaft verabschiedet wurden (vgl. CBD/SBSTTA/24/INF/20). Sie bieten ein Modell und Pilotprojekt bei der Zielsetzung der CBD: *“In agreeing to the development of a specific strategy for plant conservation in the framework of the CBD, Parties acknowledged and recognized the special importance of plants as the basis of all life on earth and in providing the building blocks of all terrestrial ecosystems”* (cbd.int.).

Mit der Annahme der AICHI-Ziele im Jahr 2010 wurden die GSPC-Ziele aktualisiert und erneuert. Dabei wurde auch beschlossen, die Umsetzung dieser Ziele fortzusetzen – als Teil des Strategieplans für die biologische Vielfalt 2011-2020. Das breite Engagement der Vertragsparteien und der Naturschutzeinrichtungen war und ist ein Schlüsselement für die erfolgreiche Umsetzung zahlreicher Projekte und das Entstehen einer Gemeinschaft, die sich für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Pflanzenvielfalt in der Zukunft einsetzt. Zur Unterstützung dieser Vorhaben wurde 2004 eine Global Partnership for Plant Conservation (GPPC) gegründet, der derzeit 63 Organisationen und Institutionen als Mitglieder angehören. 2021-2030 ausgearbeitet. Ein umfassender Überblick über die Fortschritte bei der Erreichung der GSPC-Ziele und -Vorgaben findet sich im Plant Conservation Report 2020 (CBD Technical Series No. 95). Zu den spezifischen Schwerpunkten nach 2020 gehören nach CBD/SBSTTA/24/INF/20:

Qualitätsinformationen: Fortsetzung der Arbeit an World Flora Online und Initiativen im Bereich der roten Liste von Pflanzen (Zielvorgabe 19).

Artenschutz und Erhaltung der Genetischen Vielfalt: Weiterverfolgung der Zielvorgaben gemäß dem strategischen Ziel A.

Restaurierung: Eine große Anzahl von Naturschutzprogrammen konzentriert sich nun darauf, wie bedrohte Pflanzen und Tierarten in ihren natürlichen Lebensräumen wiederhergestellt werden können. Viele dieser Programme werden von oder in Verbindung mit botanischen Gärten durchgeführt, in denen ergänzende gärtnerische Fähigkeiten von unschätzbarem Wert für die Unterstützung einer erfolgreichen Wiederherstellung von Lebensräumen sind. Spezifische Ziele zur Förderung der Verwendung einheimischer und bedrohter Arten in groß angelegten Restaurierungsprojekten und bei der Wiederaufforstung würden diese laufenden Initiativen mit der umfassenderen Biodiversitätsagenda verknüpfen und wichtige Beiträge zu den Wiederherstellungs- und Erhaltungszielen der biologischen Vielfalt leisten.

Nachhaltige Nutzung: Ein kontinuierlicher Fokus auf die nachhaltige Nutzung von Pflanzen und die zunehmende Nutzung von Standards wie FairWild. Die FairWild Foundation ist eine internationale Organisation, die sich zum Ziel gesetzt hat, einen globalen Rahmen für die Umsetzung eines nachhaltigen und fairen Handelssystems für wild gesammelte pflanzliche Inhaltsstoffe und deren Produkte zu schaffen. Eine Reihe von Leitlinien, die die fortgesetzte Nutzung und das langfristige Überleben wild lebender Pflanzenarten in ihren Lebensräumen gewährleisten werden sowohl dazu beitragen, den Druck auf die Wildpflanzenpopulationen zu verringern, als auch viele dringende Fragen des Lebensunterhalts anzugehen. (fairwild.org)

Stadt Begrünung: Botanisches Fachwissen erweist sich bereits als unschätzbar wertvoll für die Identifizierung geeigneter Baumarten, für den Einsatz in städtischen Umgebungen unter zukünftigen Klimawandelszenarien und für die städtische ökologische Wiederherstellung – dieses Fachwissen muss zur Unterstützung der umfassenderen Biodiversitätsagenda mobilisiert werden.

Sensibilisierung der Öffentlichkeit: Über „Planta Europa“ verabschiedeten die europäischen Länder 2008 eine europäische Pflanzenschutzstrategie, die auf den GSPC abgestimmt ist. Die Vision von Planta Europa ist eine Welt, in der Pflanzen geschätzt werden - jetzt und für die Zukunft. Das gemeinsame Ziel aller Planta Europa-Mitglieder ist es, den Verlust der Wildpflanzenvielfalt in Europa zu stoppen. Planta Europa ist das Netzwerk unabhängiger nichtstaatlicher und staatlicher Personen und Organisationen, die zusammenarbeiten, um europäische Wildpflanzen und Pilze zu erhalten (plantaeuropa.com).

Berner Konvention

Die Berner Konvention, beziehungsweise das *Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen*

Lebensräume ist ein völkerrechtlicher Vertrag des Europarates aus dem Jahr 1979.

Mitglieder der Konvention sind die Europäische Union (EU) als internationale Organisation, sowie 46 europäische und 4 afrikanische Staaten, auf deren Staatsgebiet Überwinterungsgebiete europäischer Vogelarten liegen). (bmk.gv.at)

„Die Bestimmungen der beiden Naturschutzrichtlinien der Europäischen Union (EU), 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wild lebenden Tiere und Pflanzen **„FFH-Richtlinie“** sowie 2009/147/EG über die Erhaltung der wild lebenden Vogelarten **„Vogelschutzrichtlinie“** decken den Regelungsinhalt der Berner Konvention ab. Mit der europaweiten Umsetzung der FFH- und der Vogelschutzrichtlinie wird somit auch die Umsetzung der Ziele der Berner Konvention verfolgt“. (bmk.gv.at)

Richtlinie 92/43/EWG – FFH-Richtlinie – Natura 2000

Die Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, auch als Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (kurz FFH-Richtlinie) oder Habitat-Richtlinie bezeichnet, ist eine Naturschutz-Richtlinie der Europäischen Union (eur-lex, 1992).

Die FFH-Richtlinie, als zentrales Rechtsmittel der EU zur Umsetzung der Biodiversitätskonvention (Zisensis, 2009), beruht auf zwei zentralen Säulen, der Schaffung des Schutzgebietsnetzes *Natura 2000* und den Artenschutzregelungen für europaweit gefährdete Arten. Dabei sind die prioritären Lebensraumtypen und Arten von besonderer Bedeutung, da die EU für sie eine besondere Verantwortung trägt. Der Verbreitungsschwerpunkt dieser stark gefährdeten Lebensraumtypen und Taxa liegt in Europa.

Besondere Schutzgebiete werden als *„Natürliche Lebensräume von gemeinschaftlichem Interesse“*, Anhang I der FFH-Richtlinie, oder als Schutzräume für *„Arten von gemeinschaftlichem Interesse“*, Anhang II der Richtlinie, nominiert. Die Mitgliedsstaaten müssen diese Flächen aber noch unter Schutz stellen – nach ihren nationalen Regelungen und Bezeichnungen (in Österreich ist Naturschutz Landessache) – um eine rechtswirksame Schutzkategorie herzustellen.

Zusammenfassend werden festgelegt (vgl. WWF, 2022), im:

„Anhang I: natürliche Lebensräume, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen (Listung von Lebensraumtypen).

Anhang II: Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen (Gebietsschutz für Lebensräume bestimmter Arten).

Anhang III: Kriterien zur Auswahl der Gebiete, die als Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung bestimmt und als besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden könnten.

Anhang IV: Streng zu schützende Tier- und Pflanzenarten (Artenschutzregelungen und Ausnahmeregelungen).

Anhang V: Tier- und Pflanzenarten, deren Entnahme aus der Natur und Nutzung zu Verwaltungsmaßnahmen führen könnten (Managementplan nutzbarer Arten).

Anhang VI: Verbotene Methoden und Mittel des Fangs, der Tötung und Beförderung. “

Die Ausweisung von FFH-Gebieten erfolgte in zwei Phasen:

Erste Phase – nationale Bewertung (bis 1995): Jeder Mitgliedstaat der EU war aufgefordert, eine Liste mit Gebieten vorzulegen, welche die Zielsetzung und Kriterien der Richtlinie erfüllen (nationale Bewertung). So müssen für alle Lebensraumtypen des Anhangs I und Arten des Anhangs II geeignete Gebiete gemäß Anhang III ausgewählt werden.

Zweite Phase – gemeinschaftliche Bewertung (bis 1998): Die vorgeschlagenen Gebiete wurden auf europäischer Ebene bewertet und eine Liste von Gebieten gemeinschaftlicher Bedeutung erstellt.

Im Anschluss (bis 2004) an die zweite Phase mussten die Mitgliedsstaaten die ausgewählten Gebiete spätestens innerhalb von sechs Jahren als besondere Erhaltungsgebiete ausweisen. Dies konnte über Schutzgebietsausweisungen oder vertragliche Regelungen geschehen (WWF, 2022)

Prioritär in der EU zu schützende Lebensraumtypen, die in Österreich vorkommen, sind beispielsweise die pannonischen Steppen-Trockenrasen auf Löss, lebende Hochmoore, pannonische Binnendünen und pannonische Salzsteppen und Salzwiesen. “

Die nachstehende Grafik zeigt die biogeographischen Regionen in Europa:

Indicative Map of Biogeographical Regions EUR15 + 12

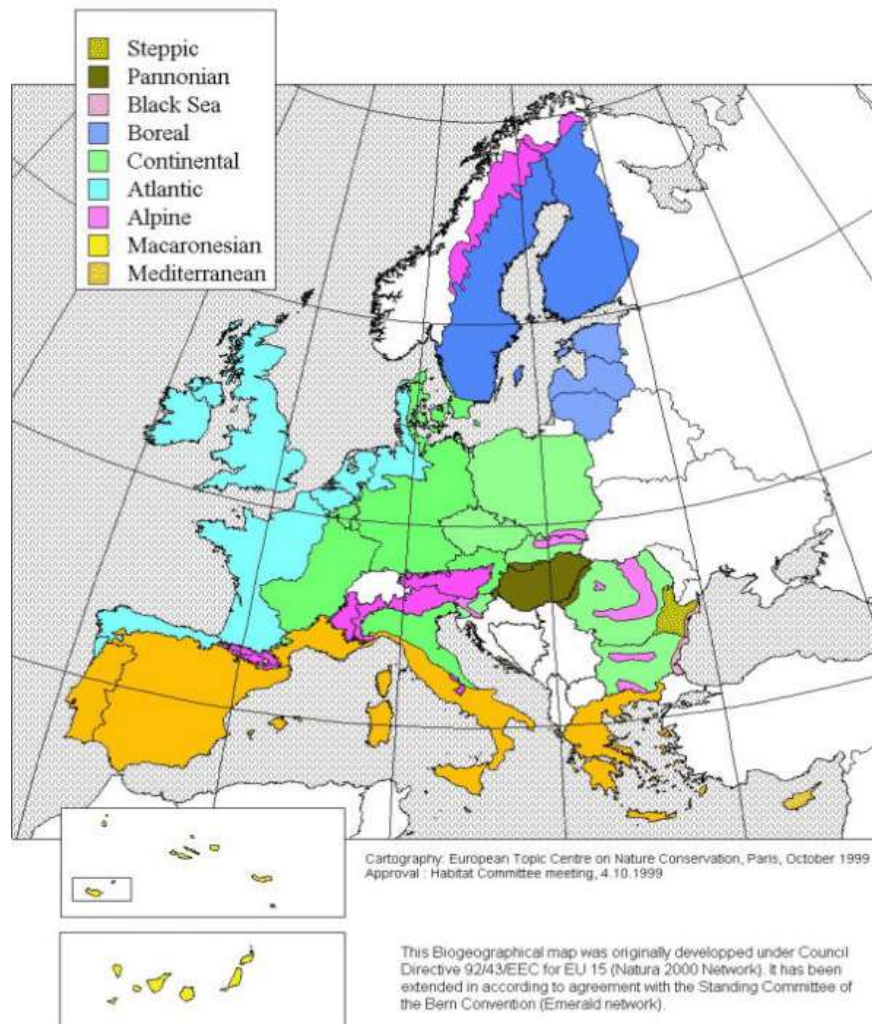


Abb. 3-3: Biogeografische Regionen in Europa

Quelle: <https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/naturschutz/bilder/map.jpg>

3.8 Die Situation in Österreich

Das Netzwerk Natura 2000 umfasst laut Umweltbundesamt (UBA, 2022) „in Österreich 350 Gebiete, davon sind 281 als Europaschutzgebiete rechtlich verordnet (Stand Jänner 2022; Quellen: Ämter der Landesregierungen; Umweltbundesamt). Es sind u.a. Schutzgebiete der Kategorien Nationalpark, Naturschutzgebiet, Landschaftsschutzgebiet und geschützter Landschaftsteil sowie Gebiete, die noch keine Schutzkategorie aufweisen.“ Wesentliches Ziel der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) ist die Erhaltung und Wiederherstellung der biologischen Vielfalt. (UBA, 2022)

Dieses Ziel soll mit dem Aufbau des europäischen Schutzgebietsnetzes Natura 2000 erreicht werden:

Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, Gebiete zu nennen, zu erhalten und zu entwickeln, in denen Arten und Lebensräume von europaweiter Bedeutung vorkommen. In Österreich wählten, entsprechend der nationalen Rechtslage, die einzelnen Bundesländer die Gebiete aus.

„Die Standarddatenbögen enthalten wichtige Informationen zum jeweiligen Natura 2000 Gebiet wie Gebietscode, Name des Gebiets, Mittelpunktkoordinaten, Flächengröße, enthaltene Schutzgüter wie Lebensraumtypen, Arten, Vogelarten etc..

Österreich hat Anteil an zwei biogeografischen Regionen, der alpinen und der kontinentalen Region.

74 Lebensraumtypen und 209 Arten von europäischer Bedeutung nach FFH-Richtlinie kommen in Österreich vor.

Prioritär in der EU zu schützende Lebensraumtypen, die in Österreich vorkommen, sind beispielsweise die pannonischen Steppen-Trockenrasen auf Löss, lebende Hochmoore, pannonische Binnendünen und pannonische Salzsteppen und Salzwiesen“ (UBA, 2022).

Die EU und ihre Mitgliedsstaaten erstellen nach Art. 17 der FFH-Richtlinie alle sechs Jahre einen Bericht zum Erhaltungszustand der relevanten Lebensraumtypen und Arten.

3.8.1 Der österreichische Artikel 17-FFH-Bericht von 2019

Der Bericht (UBA, 2020) *„gibt einen Überblick über das österreichische Monitoring von 31 Lebensraumtypen und 38 Arten auf nahezu 5000 Untersuchungsflächen. Zusätzlich bewertet er den Erhaltungszustand von 71 Lebensraumtypen und 211 Arten für den Zeitraum von 2013-2018 und liefert ein Bild über den Status quo der biologischen Vielfalt in Österreich“.*

Danach sind nur 14 % der Arten und 18% der Lebensraumtypen in einem günstigen Erhaltungszustand, bei 70% der Arten und 80% der Lebensraumtypen hat sich der Zustand von 2000 bis 2018 nicht verändert. Bei 10% der Arten und 3% der Lebensraumtypen hat er sich verbessert.

Die Methodik der Bewertungen: Bewertungsprinzip sind die Entwicklungen der Schutzgüter und ihr Status im Vergleich zu einem günstigen Referenzwert. Folgende Parameter werden lt. UBA (2020) zur Bewertung herangezogen:

Parameter für Lebensraumtypen	Parameter für Arten
Verbreitungsgebiet (range)	Verbreitungsgebiet (range)
Lebensraumfläche (area covered by habitat type within range)	Population (population)
Lebensraumstrukturen und typische Arten (specific structures and functions (including typical species))	Habitatfläche und Habitatqualität (habitat for the species)
Zukunftsaussichten (future prospects)	Zukunftsaussichten (future prospects)

Tabelle 1:
Parameter zur
Bewertung des
Erhaltungszustandes
der Lebensraumtypen
und Arten im Bericht
nach Artikel 17 FFH-
Richtlinie (Quelle:
ELLMAUER et al. 2013).

Die Beurteilung der Parameter folgt dem, in der nachstehenden Abbildung dargestellten Prinzip:

Abbildung 3:
Beurteilungsprinzip der
Parameter auf Basis von
Trends und Situation
im Vergleich zu
Referenzwerten.

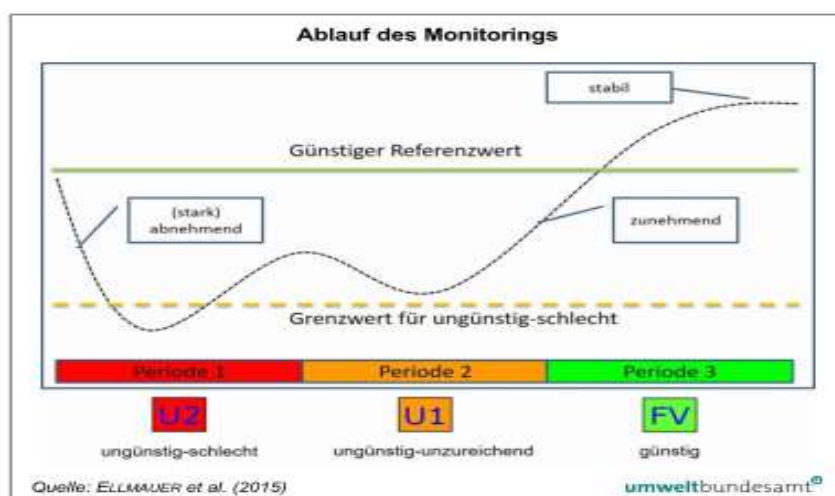


Tabelle 2: Einstufung des Erhaltungszustandes in drei Bewertungsklassen (Quelle: ELLMAUER et al. 2015, verändert).

Kategorie (englisch)	Kategorie (deutsch)	Beschreibung
favourable (FV)	günstig	Das Überleben des Schutzgutes ist gesichert, aktuell gibt es keine Entwicklungen, die konkrete Maßnahmen erfordern würden.
unfavourable-inadequate (U1)	ungünstig-unzureichend	Das Überleben des Schutzgutes ist zwar nicht gefährdet, es gibt aber negative Einflüsse, die konkrete Aktionen erfordern, um das Schutzgut wieder in günstigen Zustand zu versetzen.
unfavourable-bad (U2)	ungünstig-schlecht	Das Überleben des Schutzgutes ist (zumindest regional) ernsthaft gefährdet.
unknown (X)	unbekannt	Das Wissen über das Schutzgut reicht nicht für eine Beurteilung aus.

Abb. 3-4 Bewertung Lebensräume Quelle: Bericht nach Art. 17 FFH-Richtlinie –Methode (Umweltbundesamt, 2020)

In den beiden biogeographischen Regionen werden nachstehende Erhaltungszustände aufgezeigt:

Alpine Region	Region	Zustand	Kontinentale Region	Region
Lebensraum	Arten		Lebensraum	Arten
27%	16%	günstig	7%	12%
37%	49%	unzureichend	33%	47%
33%	32%	schlecht	56%	37%

Tab.3-4: Erhaltungszustände Regionen : eigene Darstellung (Werte Umweltbundesamt, 2020)

In der Auswertung des Erhaltungszustandes von ganzen Ökosystemen basierend auf Lebensraumtypen schneiden Felsen, Wälder, Heiden und Gebüsche relativ günstig ab, (Umweltbundesamt, 2020.), Moore, Süßwasserlebensräume, Dünen und Salzlebensräume eher schlechter.

Nach der FFH-Richtlinie sind die Mitgliedsstaaten verpflichtet, einen günstigen Erhaltungszustand von Lebensräumen und Arten zu gewährleisten – das ist in Österreich, wie der Bericht zeigt, nicht der Fall.

Das zeigt sich auch an den überdurchschnittlich vielen EU-Vertragsverletzungsverfahren wegen Verstößen gegen die Richtlinie 92/43/EWG des Rates (Hummer, 2007), wie z.B. dem Verfahren wegen Ausweisungsdefiziten 2013-2016 (Umweltdachverband, 2016).

Diese mangelhafte Umsetzung der Rechtsvorschriften zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Österreich wird auch im Vorwort zu den neuen roten Listen mit Bedauern festgestellt (Schratt-Ehrendorfer et al., 2022).

3.8.2 Die roten Listen der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs 2022

Nach Schratt-Ehrendorfer, Mitherausgeberin der 3. Auflage der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (2022), *„sind Rote Listen heute ein Standardwerkzeug im Naturschutz und ein Gradmesser für den Erhaltungszustand unserer Naturgüter, man muss ihren Sinn und Zweck nicht mehr erläutern.“* Wie im Vorwort der Herausgeber zu lesen ist, *„enthält die Neubearbeitung nicht nur die gefährdeten Pflanzen der heimischen Flora, sondern ist ein Katalog aller in Österreich heimischen und eingebürgerten Arten.“*

Der Erhaltung der Biodiversität muss die Bedeutung erhalten, um das Fortbestehen eines, auch für uns intakten Lebensraums zu gewährleisten.

Der Erhaltungszustand, das Schutzbedürfnis bzw. die Schutzwürdigkeit eines Taxons oder eines Lebensraums sind wichtige Kriterien bei der Beurteilung eines Erhaltungsverfahrens für die betroffene Art und der Wahl der erfolversprechendsten Erhaltungsmethode(n).

Zu den wichtigsten Fragen in diesem Zusammenhang gehören die Abklärung der Gefährdungsursache und der Verantwortung Österreichs zur Erhaltung dieser Art (s. Kap. 3.4 Endemiten - Arten besonderer Verantwortung). Für letztere wurde in der Neuauflage eine eigene Spalte „Verantwortlichkeit (VA)“ eingeführt.

Tab. 8: Kriterien für die Festlegung der Verantwortlichkeit Österreichs.

Zeichen	Beschreibung	Definition
D	Disjunkte Verbreitung	Die österreichischen Teilvorkommen eines Taxons sind vom Hauptareal räumlich deutlich getrennt.
E	Österreichischer Endemit	Das Verbreitungsgebiet eines Taxons liegt vollständig in Österreich.
S	Subendemit	Mehr als 70 % des Verbreitungsgebiets eines Taxons liegt in Österreich.
V	Verantwortung	Österreich trägt aus anderen Gründen eine besondere Verantwortung für das Überleben des Taxons.

Anm.: Disjunkte Taxa und jene mit einer besonderen Verantwortung aus anderen Gründen wurden nicht vollständig erfasst.

Tab. 3- 5: Kriterien die die Verantwortlichkeit Österreichs Quelle: Tab.8 in Schratt-Ehrendorfer, 2022

Weitere Erläuterungen, Abbildungen und Tabellen zur roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs finden sich in Anhang 10.4.

Hauptgefährdungsfaktoren der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs nach Stöhr (2022):

- Landwirtschaft
- Forstwirtschaft
- Bergbau und Energieerzeugung
- Landschaftsverbrauch
- Anthropogene Ökosystemveränderungen
- Anthropogene Eingriffe und Störungen
- Umweltverschmutzung inkl. Eutrophierung
- Klimawandel
- Fragmentierung
- Attraktive Arten / Sammeln
- Invasive Neobiota
- Hybridisierung
- Invasive heimische Arten
- Geringes Verbreitungsgebiet
- Kleine Populationsgrößen
- Natürliche und abiotische Prozesse (inkl. Naturkatastrophen)

Die Erhaltung, bzw. die Schaffung intakter Lebensräume ist für den Fortbestand der (pflanzlichen) Biodiversität von zentraler Bedeutung. Da die Lebensräume zahlreicher Arten vor allem von der Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung abhängen, sie wurden ja im Laufe der Jahrhunderte von einer extensiven Landwirtschaft geschaffen und erhalten

(vgl. Segetalflora im Kap.7), sind zahlreiche Arten durch die Intensivierung der Land-, aber auch der Forstwirtschaft stark gefährdet: vermehrte Schnitte, verkürzte Ruhezeiten und der Verlust von Randzonen (Acker- und Waldränder), sowie die vermehrte Düngung führt zu einem rapiden Verschwinden von Arten, die an eine extensive Nutzung angewiesen sind. Großflächige Monokulturen in Land- und Forstwirtschaft tragen ihren Teil zum Verlust „natürlicher, bzw. naturnaher“ Lebensräume bei. Dieser Verlust pflanzlicher Vielfalt führt unweigerlich auch zu einer Minderung der tierischen Vielfalt (vgl. Zuna-Kratky, 2022) und letztlich zu einer Abnahme der Resilienz der Lebensräume. Ähnliches gilt für den Rohstoffbau (Steinbrüche, Kiesgruben, etc.) und die Energieerzeugung (Veränderung der Wasserläufe), die zum Verlust des angestammten Lebensraums führen können, wie ich am Beispiel des Europa-Pelzfarns, und der Ufertamariske im Kapitel 7 zeigen werde.

Der enorme Verbrauch an produktiven Böden (lt. Umweltbundesamt waren es in den letzten Jahren durchschnittlich 11,5 ha pro Tag) führt einerseits zur schon erwähnten Intensivierung der Landwirtschaft, andererseits wird durch die anthropogenen Veränderungen der Ökosysteme wertvoller Lebensraum vernichtet: Flussregulierungen, die Entnahme von Grundwasser, der Bau von Verkehrsflächen aller Art (Storl, 2012), die Errichtung von Schipisten und Liftanlagen, etc. hinterlassen unübersichtbare Spuren in der Natur.

Spuren, die von invasiven Neophyten (s. Kapitel 5) genutzt werden können, die auch von der verminderten Widerstandskraft der geschädigten Lebensräume, profitieren (Schröck et al., 2004). Die Umweltverschmutzung (auch durch Licht!) und die Eutrophierung tragen genauso wie der Klimawandel zu einer vermehrten Belastung bestehender Biotope (Essl & Rabitsch, 2002), die dann der Konkurrenz durch andere, robustere (auch invasive heimische) Arten oder abiotische Prozesse in der Umgebung nicht mehr standhalten können (z.B. Waldsterben bedingt durch Monokulturen, Luftverschmutzung, Trockenheit, Käferbefall und Windwurf – Kap.6.3.3).

Zu dieser Verminderung der „Qualität“ der Lebensräume (Essl & Rabitsch, 2002), kommt es durch die Fragmentierung (Verinselung) der Lebensräume auch noch zu einer quantitativen Verschlechterung, da die Größe der geeigneten Lebensräume laufend beschnitten wird. Der dadurch erschwerte genetische Austausch zwischen den Populationen trifft in erster Linie Arten, die von Natur aus selten vorkommen, die nur kleine Bestände bilden und/oder sich kaum ausbreiten können.

Bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass die oben angeführten Bedrohungen der

Biodiversität fast ausnahmslos anthropogenen Ursprungs sind. Die Antwort darauf sollte in den nachstehenden Schlussfolgerungen zu finden sein.

3.8.3 Schlussfolgerungen

Mit dem Zitat der Schlussfolgerungen aus „*Dringende Erfordernisse zur Erhaltung und Förderung der österreichischen Biodiversität: Eine Stellungnahme von Naturschutzexperten*“ (Schiemer et al., 2022) endet dieser zentrale Abschnitt meiner Arbeit:

Für die Erhaltung der biologischen Vielfalt sind Schutzgebiete von größter Bedeutung (vgl. cbd.int/protected, 2022), da sie „*wichtige Lebensräume erhalten, Rückzugsgebiete bieten, die Migration und Wanderung von Arten ermöglichen und die Aufrechterhaltung natürlicher Prozesse in den Lebensräumen gewährleisten.*“ Sie sind daher ein wichtiger Faktor zur Eindämmung von Negativ-Effekten und für Anpassungen an den Klimawandel. Nach dem ÖROK-Atlas (2021, s. Anhang 10.3) umfassen die österreichischen Schutzgebiete folgende Flächen:

Schutzgebiete	Anzahl	Fläche in km ²	Anteil an der Bundesfläche (%)
Nationalparks	6	2.382	2,8
Europaschutzgebiete (verordnete Natura 2000-Gebiete)**	254	12.869	15,3
Naturschutzgebiete	478	3.028	3,6
Landschaftsschutzgebiete	249	12.825	15,3
Naturparke	50	4.214	5,0
Geschützte Landschaftsteile	329	86	0,1
Biosphärenparks***	5	2.898	3,5
Sonstige Schutzgebiete (außer Naturdenkmäler)	60	1.567	1,9
Summe	1.431	24.160*	28,8*

* Summenangabe mit den bereits herausgerechneten Überlagerungen von Schutzgebieten unterschiedlicher Kategorien.

**100 weitere Europaschutzgebiete / Natura 2000-Gebiete nominiert.

*** Vier weitere Biosphärenparks bzw. Biosphärenreservate sind rechtlich nicht verordnet bzw. von der UNESCO nicht anerkannt.
Quellen: Umweltbundesamt GmbH, Ämter der Landesregierungen Österreichs, Stand: Dezember 2019

Tab.3-6 : Schutzgebiete in Österreich (s. Anhang 10.3) Quelle: ÖROK-Atlas: Schutzgebiete in Österreich

Da viele kleinräumige, inselhafte Lebensräume , die nach Schiemer et al. (2022) für die Landschaften Österreichs typisch sind (Moore, Trockenrasen, Naturwaldinseln, etc.), nicht in Schutzzonen liegen, „*muss das Schutzgebietsnetzwerk erweitert und verdichtet werden. Im Rahmen der EU-Biodiversitätsstrategie für 2020 wird ein Ziel von 30% Schutzgebietsfläche gefordert. Dieses Ziel sollte im Rahmen einer nationalen Gesamtstrategie durch politische Entscheidungen unmittelbar und konsequent in Angriff genommen werden.*

Naturschutzleistungen in den Schutzgebieten können dem Anspruch der Biodiversitätssicherung aber nicht alleine nachkommen: Biodiversitätsschutz muss auf der gesamten Landesfläche etabliert werden.“

Die zahlreichen unterschiedlichen Schutzgebiete (s. Karten im Anhang 10.3) liegen meist direkt in der „Nutzlandschaft“ und erfahren daher oft nicht den gesetzlich vorgegebenen Schutz (vgl. Wittmann, 2022). Laufende Überprüfungen im Sinne eines adaptiven Managements (s. Kap. 6), eine positive Formulierung des Schutzgedankens (ein „Verschlechterungsverbot“ fällt nicht in diese Kategorie), sowie die Schaffung von „Pufferzonen“ könnten für eine Verbesserung sorgen: *„Schutzmaßnahmen und die Entwicklung von Managementplänen erfordern neben Verboten auch klare, positiv formulierte und definierte Zielvorgaben, die mit den Nutzern und Interessensvertretern kommuniziert und abgestimmt werden und von den zuständigen Verantwortlichen verfolgt und evaluiert werden können. Der Ausbau der Schutzgebietsbetreuung als Umsetzungsinstrument ist von zentraler Bedeutung.“*

In diesem Zusammenhang ist auch die Forderung der Expertengruppe nach einer Verbesserung der gesetzlichen Rahmenbedingungen für Biodiversitätsschutz zu sehen. Hier sind zahlreiche „Missstände“ im Föderalismusprinzip (Schutz von der politischen Grenze, und nicht vom natürlichen Verbreitungsgebiet abhängig) und den Raumordnungskonzepten (Begründung von Entscheidungen) zu suchen:

„Es ist ein dringendes Erfordernis für den Biodiversitätsschutz und die Naturschutz-Forschung, dass die Interaktion mit Stakeholdern, Behörden und politischen Entscheidungsträgern aktiviert wird. Zu fordern sind Gremien, in denen Naturschutzexperten in die Vorbereitung von politischen Entscheidungen eingebunden sind, sowie die Bereitstellung ausreichender finanzieller Mittel, um Naturschutz auch für Grundbesitzer und Landschaftsnutzer attraktiv zu machen.

Um einen fachlich kohärenten, effektiven und vor allem bundeseinheitlichen Biodiversitätsschutz zu gewährleisten bedarf, es einer Staats- und Verwaltungsreform, einer übergeordneten Bundeskompetenz sowie bundesweiter rechtlicher Rahmenvorgaben. Daneben zeigen die praktischen Erfahrungen, dass die Vorgaben eines umfassenden Biodiversitätsschutzes in den behördlichen Genehmigungsverfahren und in der Strafverfolgung meist unzureichend berücksichtigt werden (spezielle biodiversitätsgeschulte Exekutivorgane erforderlich). Fehlverhalten wird häufig als Stand der Pragmatik oder nur als „Kavaliersdelikt“ behandelt.“ (Schiemer et al., 2022)

Der nachstehenden Forderung zur „Entwicklung eines Kriterienkataloges zur „guten fachlichen Praxis zur Förderung der Biodiversität“, wurde im Abschnitt „Adaptives Management“ (Kap.6) Rechnung getragen (vgl. Albrecht et al., 2022):

„Im Sinne eines „adaptiven Managements“ ist ein wissenschaftlich begründetes Monitoring, eine Bewertung des Erfolges von Maßnahmen und – falls notwendig – deren Korrektur erforderlich. Die Analyse von Projekten, die nicht den gewünschten Erfolg gezeigt haben, ist in diesem Sinne besonders erforderlich. Bei der Ausweisung von Schutzgebieten ist essentiell, dass effektive Pufferzonen zwischen den Schutz- und den Nutzungsgebieten ausgewiesen werden.“ (Schiemer et al., 2022)

Die Diskussion zur Thematik Prozess-, Biotop- und/oder Artenschutz ist für mich vor allem in der Vielschichtigkeit der Thematik begründet: Die Erhaltung, bzw. die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt erfordert Maßnahmen, die genauso vielfältig sein können, wie die Facetten (Ebenen) der Biodiversität (s. Kap.3.1). Nach Meinung der Erhaltungsbiologen (vgl. IUCN, 2022; IPTC 2022) hat die Erhaltung (Schutzbedürfnis), bzw. Schaffung geeigneter Lebensräume Vorrang vor anderen Methoden. Die Beurteilung der „Eignung“ ist meiner Meinung nach, die „wahre“ Schwierigkeit bei Erhaltungsprojekten, besonders bei Erhaltungsumsiedlungen: Sie erfordert sehr großes Wissen über die Quell- und Zielarten, die jeweiligen Lebensräume und verlangt eine Berücksichtigung der momentanen und künftigen biotischen und abiotischen Umgebung und möglicher Interaktionen innerhalb des Lebensraums. Ich kann auch hier die nachstehenden Forderungen der Autoren (Schiemer et al., 2022) nur unterstützen (vgl. Kap.3.4, bzw. 3.5; IPTC,2022):

„Prozess-, Biotop- und Artenschutz sind komplementäre, sich ergänzende Ansätze. Prozessschutz hat langfristig eine höhere Wirkungseffizienz.

Gezielte Forschung ist dringend erforderlich, um die empirischen Grundlagen der Anwendungsmöglichkeiten zu verbessern. Besondere Schutzbedürftigkeit besteht für österreich-endemische und subendemische Tier- und Pflanzenarten; diese sind in die Artenschutzverordnungen der Bundesländer aufzunehmen und Schutzgebietsausweisungen gefährdeter Taxa sind vorzunehmen. (Schiemer et al., 2022)

Gezielte Forschung zum Thema Biodiversitätsschutz sowie zur Weiterentwicklung von Monitoring-Konzepten erfordert ein nachhaltiges nationales Förderungsprogramm. Das schließt einen Schwerpunkt zur Förderung der Artenkenntnis vieler wichtiger Organismengruppen mit ein, für die in den letzten Jahrzehnten die Expertise weitgehend verlorengegangen ist.

Hier könnte der neue am BMK eingerichtete Biodiversitätsfonds eine wichtige Rolle spielen, in dem er ausgebaut, abgesichert und inhaltlich mit klaren Zielen und Prioritäten versehen wird. Es besteht dringender Bedarf an einer zielgerichteten Zusammenarbeit zwischen Universitäten, Fachhochschulen, Museen, ökologischen Planungsbüros und einschlägigen öffentlichen und privaten Einrichtungen, um die Wissensbasis der Biodiversitätsgefährdung zu verbessern und dem Biodiversitätsverlust besser entgegenwirken zu können.“ (Schiemer et al., 2022)

3.8.4 Mitigation – Migration

Organismen können haben zwei Möglichkeiten auf Veränderungen ihrer Umwelt zu reagieren: Sie können sich an die neuen Gegebenheiten (wie Temperatur, vorhandene Ressourcen) anpassen, oder in einen neuen Lebensraum migrieren, der ihren Bedürfnissen entspricht. Beide Wege brauchen aber Raum und Zeit um das entsprechende „Ziel“ zu erreichen:

Ein hochwertiger Lebensraum ist sowohl am ursprünglichen Standort wie auch im Zielgebiet eine Grundvoraussetzung für die Ausbildung einer lebensfähigen Population (Hälfors, 2022). Daher ist der Schutz bzw. die Wiederherstellung von intakten Lebensräumen für die Erhaltung der Biologischen Vielfalt von großer Bedeutung. Die von Naturschutzexperten oben angeführten Erfordernisse zur Erhaltung und Förderung (Mitigation) der Biodiversität müssen daher rasch umgesetzt werden – Lebensräume mit hoher Biodiversität, einer Vielfalt auf allen Ebenen, sind auch von sich aus weniger gefährdet, da sie eine höhere Resilienz gegen Schadeinflüsse aufweisen und mehr Nischen in ihrem Lebensraum nützen können.

Arten könnten sich auch physiologisch (Temperatortoleranz, Flüssigkeitsbedarf, etc.) oder phänologisch (Beginn und Dauer der Vegetationsperiode, Blütezeitpunkt, Paarungs- und Brutzeit) an neue (a)biotische Umweltbedingungen (Schneesmelze, Flugzeit der Bestäuber) anpassen.

Die zweite Möglichkeit auf Umweltveränderungen zu reagieren ist die räumliche Verschiebung (Translokation, Migration). Paläoökologische Untersuchungen deuten darauf hin, dass die meisten Arten während vergangener Klimaveränderungen eher diesen Weg gewählt haben, um sich einer neuen Umgebung zu stellen (Hälfors, 2022). Im nächsten Kapitel stehen diese Möglichkeiten der räumlichen Verschiebungen (vor allem die verschiedenen Erhaltungsumsiedlungen) im Brennpunkt meiner Betrachtungen.

4 Translokationen – Migration

Unter Migration sind in der Biologie nur die über den bestehenden Lebensraum hinausführenden Bewegungen gemeint – die Bewegung von Individuen (Migranten) von einem Habitat in ein anderes. Ändert eine Population ihren Siedlungsort, spricht man von Translokation (spektrum.de). Diese Wanderungen sind normalerweise durch morphologische und Verhaltensanpassungen vorgegeben. Sie erfolgen nicht zufällig, sondern sind im Lebenszyklus und in der Populationsstruktur der jeweiligen Art sinnvoll und notwendig (Burt, 1943). Man unterscheidet weiters zwischen Migrationen im engeren Sinn, wie den Tierwanderungen und Vogelzügen, und Zerstreuungs-, oder Ausbreitungsvorgängen (Dispersion, Dismigration), die meist die Kolonisierung neuer Lebensräume bewirken (spektrum.de). Ohne die Fähigkeit zu solchen Vorgängen könnte jede Änderung der Lebensbedingungen in der angestammten Umgebung zum Aussterben der Art führen – „*Adapt, move or die*“ (Hällfors, 2014). Daher findet man Dispersion bei allen Arten von Organismen, die dadurch allerdings vor einem Optimierungsproblem stehen: Soll in die Anpassung an den derzeitigen Lebensraum investiert werden, oder die Fähigkeit zur Migration weiter aufrechterhalten werden. Die Besiedelung neuer Gebiete kann das Risiko eines zufälligen Aussterbens durch Katastrophen senken. Arten, die in ephemeren (kurzlebigen) Habitaten, oder unter stark schwankenden Bedingungen leben, werden daher mehr Migrationsfähigkeit besitzen müssen als Arten in stabilen Habitaten mit vorhersehbaren Bedingungen (vgl. Southwood, 1962). Sollte die Fähigkeit zur Ausbreitung adaptiv sein, muss sie genetisch basiert sein, egal ob man die Migrationen auf der Ebene des Individuums (Verhaltensanpassungen) oder auf der Ebene der Population (Metapopulation) betrachtet (Browlin et al., 2010). Auf dem Gebiet der Genetik sind zum Thema Ausbreitung noch viele Fragen offen – die Ausbreitungsmechanismen der Pflanzen sind bereits gut untersucht.

4.1 Ausbreitungs- und Verbreitungsarten

Unter Ausbreitung (Dispersion) versteht man in der Zoologie das Auseinandergehen der Nachkommenschaft in verschiedenen Entwicklungsstadien vor Beginn der Fortpflanzungsfähigkeit. In der Botanik bezeichnet sie die Arealausweitung durch Freisetzung von Diasporen, Thallusfragmenten, etc. (Spektrum.de/lexikon).

Unter Verbreitung (Distribution) versteht man das Gebiet des aktuellen Auftretens einer Art oder einer systematisch höheren Gruppe. Im engeren Sinn bezieht sich die Bezeichnung auf das Areal einer Tier-, Pilz- oder Pflanzenart, also den Lebensraum, in dem sie sich fortpflanzt oder ständig vertreten ist, nicht aber auf ein Durchzugsgebiet oder Überwinterungsquartier (ebd.). In der Chorologie (Arealkunde, Wissenschaft von der räumlichen Verbreitung der Pflanzen und Tiere), und Pflanzenphysiologie werden alle Ausbreitungsarten, von der Samenausbreitung, über die Vermehrung über Selbstableger, bis hin zu anthropogen Verschleppungen behandelt. Nach Tackenberg (2001) unterscheidet man folgende Ausbreitungsmechanismen von Pflanzen:

Differenzierung der Ausbreitungstypen nach dem Ausbreitungsvektor

verändert nach VAN DER PIJL (1982) und BONN & al. (2000)

Ausbreitungstyp	Ausbreitungsvektor
<u>Autochorie</u> • Herpochorie • Blastochorie • Ballochorie	<u>Bewegungen der Pflanze oder Diaspore</u> • hygroskopische Haare oder Grannen • Selbstablegung der Diasporen oder Ausläufer • Ausschleudermechanismen
<u>Anemochorie</u> • Meteorochorie (inkl. Barochorie) • Semachorie • Chamaechorie	<u>Wind</u> • Diaspore mit dem Wind treibend bzw. selbstständig gleitend • Diaspore nach Einwirkung äußerer Kräfte (Wind) auf die Mutterpflanze fortgeschleudert • Diaspore durch Wind angetrieben, über den Boden hüpfend
<u>Hydrochorie</u> • Nautochorie • Bythisochoirie • Ombrochorie	<u>Wasser</u> • Oberflächenströmungen (vor allem schwimmfähige Diasporen) • Strömungen am Gewässergrund (auch nicht schwimmfähige Diasporen) • Regentropfen, die ballistische Mechanismen der Pflanze auslösen
<u>Zoochorie</u> • durch Vertebraten • durch Invertebraten	<u>Tiere</u> • Wirbeltiere (Epi-, Endo-, Dysochorie) • Wirbellose (Epi-, Endo-, Dysochorie)
<u>Hemerochorie</u> • Ethelochorie • Speirochorie • Agochorie	<u>Menschen & menschliche Tätigkeiten</u> • Handel von Pflanzen • verunreinigtes Saatgut • Sonstiges

Tab 4-1.: Ausbreitungstypen Quelle: Tabelle 1 in Tackenberg (2001, S. 5)

Im Folgenden werde ich mich vor allem mit der Ausbreitung durch den Menschen (Hemerochorie) beschäftigen. Die unterstützte Translokation und das Neophyten-Problem, Kernthema dieser Arbeit, fallen unter diese Kategorie der pflanzlichen Ausbreitungsmechanismen.

„Immer häufiger wurden in den letzten Jahren Invasionen auf dem Gebiet der Natur beklagt: Gebietsfremde Pflanzen und Tiere machten der sogenannten einheimischen Natur den Lebensraum streitig und sollten bekämpft werden. Doch es gilt auch zu bedenken, dass uns seit Langem sehr vertraute Pflanzen wie Tomaten und Kartoffeln sowie viele Zierpflanzen und Straßenbäume einmal Fremdlinge waren. Während Ersteres als biologische Invasion kritisiert wird, gilt Zweiteres als Kulturleistung. Trotz der sehr unterschiedlichen Bewertung zeichnet letztlich für beide Verschiebungen der konsumfreudige, weltreisende Mensch verantwortlich. Er hat eine globalisierte Landschaft kreiert, die auf Absichten, Imaginationen und Zufällen aufbaut.“ So beginnt Annemarie Bucher ihren Artikel „Botanische Migration, Eine Spurensuche in der globalen Landschaft“ aus dem Jahre 2012 und setzt fort: *“Pflanzen gelten grundsätzlich als nicht mobile Gegenstände, da sie wurzeln. Hinsichtlich ihrer geografischen Vorkommen und Kultivierungsformen jedoch erweisen sie sich als sehr beweglich. Und sie reisten besonders weit, wenn Menschen für ihren Transport verantwortlich zeichnen. Wie diese werden sie entsprechend ihrer Zugehörigkeit als «Bürger», als Angehörige einer botanischen Gemeinschaft behandelt. Diese Klassifizierung ist ein Produkt der Geschichte, sie spiegelt die eng mit der Kultur verknüpfte Migration der Pflanzen.“*

Die Diversität der in einem Gebiet heimischen Flora (indigene Flora) wurde im Laufe der Geschichte phasenweise durch neue Arten (Adventivflora) vergrößert (spektrum.de). Nach dem Grad der Einbürgerung, der Art und dem Zeitpunkt der Einschleppung werden drei verschiedene Gruppen unterschieden (Bucher, 2012):

Altbürger (Archäophyten)

Diese Pflanzen wurden vor der Entdeckung Amerikas in ein für sie neues Gebiet eingeführt oder eingeschleppt, oder sind aus eigener Kraft eingewandert und erhöhten so die Biodiversität. In Mitteleuropa wurden durch Hemerochorie beispielsweise Weizen, Gerste, Dinkel, Ackerbohne, Lein und Mohn vor ca. 6500 Jahren vom östlichen Mittelmeerraum nach Mitteleuropa verbracht. Äpfel, Birnen und Zitrusfrüchte, Aprikosen

und Pfirsiche gelangten über die Seidenstraße in den Mittelmeerraum. Bewusst transferiert wurden vor 1500 n.Chr. vor allem Pflanzen zur Nahrungsproduktion und Heilkräuter. Mit dem Pflanzen- und Saatguthandel gelangten auch Beikräuter wie Echte Kamille, Klatschmohn, Kornrade und Kornblume in unser Gebiet und wurden eingebürgert. Durch den Handel zwischen Mittel- und Südamerika wurden Erdnuss, Maniok, Kakao und Tabak zwischen den Kulturräumen in der Karibik und entlang der Pazifikküste verbreitet (Wolters, 1999).

Neubürger (Neophyten)

Mit der Landung von Kolumbus 1492 brachte der schnell anwachsende transatlantische Warenverkehr nach Bucher (2012) einen „*Quantensprung im Austausch der kontinentalen Pflanzenwelten – und veränderte die globale Flora maßgeblich*“: Nutzpflanzen Tomate, Kartoffel, Mais, Erdnuss, Kürbis oder die Feuerbohne gelangten ab dem 16. Jhd. auf den Anbau- und Speiseplan in Europa, Afrika und Asien. Auf der anderen Seite nahmen europäische Siedler Tiere und Pflanzen aus der „alten Heimat“ in die „neue Welt“ mit und wurden im Zuge des Sklavenhandels Arten wie Banane und Okra nach Amerika verbracht.

Aber etliche (invasive) „Neubürger“ wie *Ambrosia* gelten als äußerst problematisch (Aliens), da sie gesundheitliche Schäden hervorrufen und die heimische Biodiversität negativ beeinflussen können. Dieser Gruppe ist aufgrund ihrer Bedeutung (auch für die Biologische Vielfalt) ein eigenes Kapitel gewidmet.

Ankömmlinge, Passanten (Ephemerophyten)

Kommen Arten in einem Gebiet nur vereinzelt oder vorübergehend vor, verlangt dies nach einer neuen Klassifizierung (vgl. Bucher, 2012). Diese Arten werden mit Fahrzeugen, Transportmaterialien, Importgütern eingeschleppt und verbreiten sich entlang der Verkehrslinien, Straßenrändern auf Umschlagplätzen (Flug- und Schiffshäfen, Bahnhöfen und Großmärkten). Sie sind aber der robusten heimischen Flora und den Umweltbedingungen vor Ort meist nicht gewachsen.

4.2 Arten der Translokation

Eine Möglichkeit, gefährdete Arten zu schützen, ist ihre Erhaltung und Vermehrung außerhalb des angestammten Lebensbereichs (ex situ). Botanische Gärten ermöglichen so die Wiederausbringung der erhaltenen Pflanzen oder Samen in ihre natürlichen Lebensräume (Ziel 8 der GSPC) und gewährleisten dadurch auch den Schutz in situ. Sie spielen daher eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit der unterstützten Umsiedlung, (Ensslin, 2012) und Tichelmann (2014), wie noch näher ausgeführt wird.

Weitere Arten der Translokation sind:

Verstärkung – Reinforcement: Beabsichtigte Translokation und Ansiedlung eines Organismus in eine bestehende artgleiche Population.

Wiederbesiedlung – Reintroduction: Beabsichtigte Translokation und Ansiedlung eines Organismus an einen ehemaligen Standort innerhalb des angestammten Verbreitungsgebiets.

Neubesiedlung - Conservation introduction: Beabsichtigte Translokation und Ansiedlung eines Organismus an einen Standort außerhalb des angestammten Verbreitungsgebiets.

Einschleppung - Introduction: Beabsichtigte oder unbeabsichtigte Verbreitung eines Organismus durch Menschen in ein Gebiet außerhalb des historisch bekannten Verbreitungsgebiets. (Hällfors, 2017; LUOMUS, 2015)

Der Welthandel und die internationale Reisetätigkeit sind derzeit der größte Vektor für die, meist unbeabsichtigte, Verbreitung gebietsfremder Arten. Oder, wie Bucher (2012) es ausdrückt: *„Pflanzen reisten und reisen unter schwierigsten Bedingungen, absichtlich oder ungewollt und unerkannt. Und sie veränderten nicht nur Gärten, sondern ganze Landschaften.“*

4.3 Erfahrungen mit Translokationen – ein Überblick

Umsiedlungen zur Erhaltung von Arten durch den Menschen sind ein beliebtes Instrument des Naturschutzes. Sie können aber nur dann zum Erfolg führen, wenn sie wissenschaftlich untermauert werden (Abeli & Dixon, 2016). Zahlreiche relevante Veröffentlichungen (Leitlinien, Fallbeispiele) und wissenschaftliche Arbeiten, sowie der 1. Weltkongress zu Erhaltungstranslokationen (IPTC, 2022), auf die noch näher eingegangen wird, sind Indiz für das steigende Interesse an diesen Erhaltungsmethoden.

Dieses Interesse beruht aber eher auf der Beliebtheit der Arten und nicht auf ihrem Bedrohungsstatus (Diaz, 2018). Hier wird wieder das Problem deutlich: der Mensch ist (wie im Kapitel Neophyten näher ausgeführt) nicht nur Ausführender, sondern auch Beurteiler der Translokationen und ihrer Folgen. Menschen nehmen Veränderungen in ihrer Umwelt wahr und bewerten sie (vgl. Kowarik, 2010). Je nach Sichtweise können Aspekte des Naturschutzes, der Begriffe und Werthaltungen, des Florenwandels, der Schadens- und Nutzenbeurteilung, der Definitionen und der relevanten Rechtsfragen ausschlaggebend sein (vgl. Haintzinger, 2019).

Die Translokations- und die damit verbundene Neophyten-Problematik besitzen das Potential zu polarisieren, besonders wenn es um die Übersiedlung an einen Standort außerhalb des ursprünglichen Verbreitungsgebiets geht – dies gilt sowohl für Experten, Medien, als auch für die (betroffene) Bevölkerung (vgl. Haintzinger, 2019)

Eine europäische Besonderheit in der Betrachtung und Wahrnehmung in Bezug auf die biologischen Invasionsprozesse ist, dass sich Bewertungen, beispielsweise von fremd zu einheimisch oder von nützlich auf schädlich, im Laufe der Zeit ändern können und demzufolge Fremdes schützenswert wird oder es ehemals Nützliches zu bekämpfen gilt (Kowarik 2010, S. 12 ff.; Storl 2014, S. 180 ff.; Holzner, Glauning 2005, S. 219). Den verschiedenen Begriffen liegen bestimmte Wertvorstellungen zu Grunde, die es zu analysieren gilt (Haintzinger, 2019). Umsiedlungen zur Erhaltung sollten daher erst nach genauer Planung und Abwägung aller Vor- und Nachteile in Betracht gezogen werden. Sie sind eine Ergänzung zur Erhaltung einer Art/Population in situ und keine Alternative (z.B. Tichelmann, 2014; Commander, 2018; IUCN, 2020;).

Seit Urzeiten werden Pflanzen(arten), Pflanzenteile oder pflanzliche Derivate von Menschen und anderen Vektoren (Tieren, Wind, Meeresströmungen etc.), gewollt oder ungewollt, in neue Lebensräume übertragen. (Neobiota: Tabelle 1)

Manche von ihnen siedelten sich außerhalb ihres angestammten Verbreitungsgebietes auf Dauer an – mit Folgen, die sich als äußerst negativ, neutral oder sogar vorteilhaft, wie die schon erwähnten Nahrungs- und Futterpflanzen, erwiesen haben (Kiehn, 2012). Von den 300 Ackerpflanzenarten Österreichs sind vermutlich nur 50 Arten indigen (Haintzinger, 2019). Die meisten eingeschleppten Arten, die sich in Mitteleuropa ansiedeln konnten, beeinflussen ihre neue Umgebung nicht negativ (Lamprecht 2008; Essl und Rabitsch 2005).

Nach dem Bundesamt für Naturschutz (2017) bedingen jedoch zehn Prozent der invasiven Arten naturschutzfachliche, wirtschaftliche und/oder gesundheitliche Probleme:

Durch Interspezifische Konkurrenz: So treten beispielsweise der Drüsige Götterbaum (*Ailanthus altissima*), der Japanische Staudenknöterich (*Fallopia japonica*), das drüsige Springkraut (*Impatiens glandulifera*) und die Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*) in unmittelbare Konkurrenz um Lebensraum und Ressourcen mit einheimischen Arten. (vgl. Essl & Rabitsch, 2002; Haintzinger, 2019; Kowarik et al., 2003; Vimercati et al., 2022; Zavaleta, 2002 Zhang et al, 2010)

Durch Prädation und Herbivorie: Gefährdung heimischer Arten durch Fressfeinde

Durch Hybridisierung: Veränderung des Genpools der heimischen Art durch Kreuzung.

Durch Krankheits- und Organismenübertragung: Die eingeschleppte Art ist ein Parasit, Krankheitserreger oder Krankheitsüberträger.

Durch negative Auswirkungen auf das Ökosystem: Die gebietsfremde Art verändert den Wasserhaushalt, Vegetationsstrukturen, die Nährstoffdynamik, etc. dermaßen, dass heimische Arten gefährdet werden, wie z.B. die Robine (*Robinia pseudoacacia*) in Trockenrasenbiotopen.

Durch finanzielle Schäden: es entstehen vermehrte Kosten für die Eindämmung der Gefährdung (Schäden an Bauwerken), Minderung der Erträge, erhöhte Kosten für die Instandhaltung von Verkehrswegen und Uferzonen.

Durch gesundheitliche Schäden, wie. allergischen Reaktionen (Beifuß-Ambrosie, *Ambrosia artemisiifolia*), oder eine Photosensibilisierung (Riesenbärenklau, *Heracleum mantegazzianum*) und Intoxikationen (Robinie, *Robinia pseudoacacia*) entstehen.

Weltweit gelten invasive Arten, nach der Zerstörung der Lebensräume, als zweitgrößte Gefährdung der Artenvielfalt. Daher wurden im Rahmen der CBD weltweit zahlreiche Initiativen wie das „Global Invasive Species Program“ (GISP) initiiert. (neobiota.at, 2022)

Im europäischen Raum wurde mit der „Verordnung (EU) Nr.1143/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22.Oktober 2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und der Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten“ eine Rechtsgrundlage geschaffen, die in den einzelnen Mitgliedsstaaten unmittelbar gilt: Seit 2016 wurden in der EU 88 Tier- und Pflanzenarten als invasiv und damit als unerwünscht eingestuft.

Neben den verschiedenen Landesgesetzen, die den Umgang mit nicht heimischen Arten unterschiedlich regeln, hat Österreich auch in Bezug auf den Umgang mit Neobiota, Vorschriften auf europäischer und internationaler Ebene einzuhalten (vgl. Hainzinger, 2019). Das Risikomanagement im Rahmen von Translokationen und die damit verbundenen Rechtsvorschriften sind für die Beurteilung einer unterstützten Übersiedlung von großer Bedeutung.

Am Ende dieses Kapitels soll noch auf die „sogenannte 10er-Regel“ („tens-rule“) in Bezug auf das Ausmaß der Einfuhr, Etablierung und Problemhaftigkeit von Neophyten hingewiesen werden (Eser 2005, Essl & Rabitsch, 2005):

Von 1000 eingeführten Arten verwildern lediglich 100,
von denen sich dann nur 10 dauerhaft etablieren können.

Von diesen 10 etablierten Arten ist lediglich eine Art invasiv.

Das bedeutet, dass von 1000 eingeführten Arten nur eine Invasiv ist (Hainzinger, 2019).

5. Neobiota

Neobiota (von altgriechisch néos „neu“ und bios „Leben“) sind Organismen, die sich nach 1492 n.Chr. in einem Gebiet zumindest zeitweise etabliert haben das sie erst durch den direkten oder indirekten Einfluss des Menschen erreichen konnten. Dabei wird im deutschsprachigen Raum zwischen Neophyten (neobiotischen Pflanzen), Neozoen (neobiotischen Tieren) und Neomyceten (neobiotischen Pilzen) unterschieden. (Kowarik, 2010; Essl & Rabitsch, 2002).

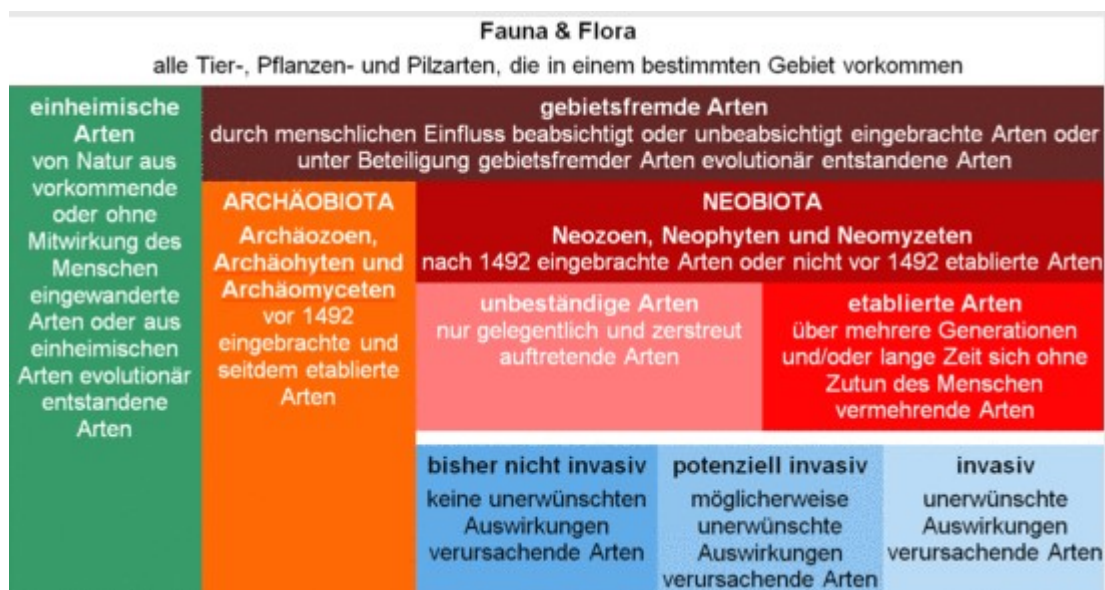


Abb.5-1: Begriffe zur Einteilung des Artenbestands Quelle: Bundesamt für Naturschutz

<https://neobiota.bfn.de/grundlagen/neobiota-und-invasive-arten.html>

Manche Autoren verwenden für ihre Definition der gebietsfremden Arten noch andere Kriterien, wie die beabsichtigte bzw. unbeabsichtigte Einbringung, eine bestimmte Einbringungszeit und/oder den Einbürgerungsgrad (vgl. Hainzinger 2019). Weitere Bezeichnungen für gebietsfremde Arten sind z.B. Adventivarten oder Archäobiota (Kühn & Klotz, 2002), wobei Archäobiota für vor 1492 eingeführte Arten verwendet wird. Im Englischen wird abhängig von der Auswirkung der nicht näher beschriebenen Art auf die Umwelt von *alien species* oder *invasive alien species* gesprochen (IUCN, 2000). Klingenstein et al. (2005) weisen in diesem Zusammenhang auf die Problematik der Interpretation von Ausdrücken und Definitionen hin (vgl. Hainzinger 2019). Der Ausdruck „biologische Invasion“ ist nicht nur unrichtig, sondern hat auch eine dezidiert negative Bedeutung, für die in einer akademischen Behandlung des Themas kein Platz sein darf: das Etablieren einer Spezies in einem neuen Gebiet soll nicht bewertet, sondern beschrieben werden (Heger, 2004).

Zur (neutralen) Klassifizierung der Umweltauswirkungen gebietsfremder Taxa wurden daher verschiedene Beurteilungsverfahren erstellt, die noch näher behandelt werden.

Eines dieser Verfahren ist die Environmental Impact Classification of Alien Taxa (EICAT), die KEINE Risikobewertung darstellt und folgende fünf Ziele verfolgt (IUCN, 2020):

Die Identifizierung gebietsfremder Taxa anhand ihrer Auswirkungen auf die Umwelt, den Vergleich des Ausmaßes der Auswirkungen gebietsfremder Taxa zwischen Regionen und taxonomischen Gruppen, die Erleichterung der Vorhersage potentieller künftiger Auswirkungen von Taxa in der Zielregion und anderswo, die Unterstützung bei der Festlegung von Prioritäten für Managementmaßnahmen und die Erleichterung der Bewertung von Managementmethoden (IUCN, 2000). Bedingt durch die oben geforderte akademische Behandlung des Themas werde ich auch auf das Verfahren EICAT + eingehen, das auf die positiven Auswirkungen gebietsfremder Taxa auf die einheimische Biologische Vielfalt eingeht (Vimercati et al., 2022).

Wie in Tab.1 sichtbar, sind die Invasivität und Ausbreitungstendenz wichtige Eigenschaften für die Beurteilung von Neobiota. Weitere bedeutende Parameter für die Etablierung einer stabilen Population, die bei einer Beurteilung berücksichtigt werden müssen, sind die Anpassungsfähigkeit an wechselnde Umweltbedingungen, eine hohe Toleranz gegenüber Störungen, eine hohe Fortpflanzungsrate, die Möglichkeit zur vegetativen Vermehrung und die Anzahl der verbrachten Individuen, sowie die jeweiligen biotischen und abiotischen Umweltbedingungen in der neuen Umgebung, wie z. B. das Vorhandensein oder Fehlen von Konkurrenten und/oder Fressfeinden (Heger, 2004). Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass auch die „Invasibilität“ des neuen Gebietes für bestimmte Invasoren (Inselökosysteme oder Berggipfel vs. Wälder der gemäßigten Zone) und die Wechselwirkungen zwischen einheimischen und zugewanderten Arten die Auswirkungen einer Einwanderung in einem bestimmten Ökosystem stark beeinflussen können. Als Beispiel möchte ich die unterschiedliche Bewertung der Robine als gern gesehenen Stadtbaum bzw. als invasiver Neophyt in einem Trockenrasen-Biotop anführen. Auf diese Problematik der unterschiedlichen Definitionen und Interpretationen von Begriffen habe ich in dieser Arbeit bereits öfter hingewiesen. Der auf die Definition von „Biologischer Invasion“ bezogene Aufsatz „Was biologische Invasionen ‚sind‘, ist eine Frage der Perspektive“ von Heger (2013) bringt einen wichtigen Aspekt zur Geltung:

„Die Invasionsforschung integriert heute aktive Bereiche wie Biogeographie, Naturschutz, Ökologie und Evolutionsbiologie, und jeder dieser Bereiche bringt seinen eigenen konzeptionellen und terminologischen Hintergrund ein. In diesem Aufsatz vertreten wir die Ansicht, dass dies der Grund dafür ist, dass die Diskussionen über die Terminologie immer wieder aufflammen. Unser Grundargument ist, dass biologische Invasionen nicht unabhängig von der jeweiligen Forschungsmotivation wahrgenommen und definiert werden können. Es gibt unterschiedliche, aber gleichwertige Sichtweisen auf biologische Invasionen, die jeweils eine spezifische Meinung über die Besonderheit von Invasionen mit sich bringen. Wir argumentieren, dass eine einheitliche Verwendung von Begriffen nicht möglich und für die Invasionsforschung auch nicht wünschenswert ist, und schlagen vor, dass die bestehende Pluralität von Begriffen und Konzepten als Anreiz genommen werden sollte, die Auswirkungen unterschiedlicher Definitionen zu diskutieren. Eine stärkere Sensibilisierung und Anerkennung der Konzepte, die den Begriffen zugrunde liegen, die in miteinander verbundenen Forschungsbereichen verwendet werden, wird die Kommunikation verbessern und Fortschritte in der Invasionsforschung in Richtung einer integrativen, problemorientierten Transdisziplinarität fördern.“ (Heger, 2013, S 93)

Weitere Gliederungskriterien können sein: der Grad der Einfügung (Naturalisation) in die vorhandene Vegetation, Art der Einführung und Einwanderung, der Zeitpunkt der Einwanderung und Einführung, sowie der Grad der Beeinflussung der einheimischen Fauna und Flora (Essl & Rabitsch, 2002).

Die unterschiedlichen, aber gleichwertigen Aspekte eines Themas zu betrachten und zu bearbeiten ist ein Kernelement des Studium Generale und machen für mich auch den Reiz dieser Masterarbeit aus.

5.1 Arealerweiterung durch Überwindung von Ausbreitungsbarrieren (Biologische Invasion)

Nach Essl & Rabitsch (2002) werden drei Phasen der „Biologischen Invasion“ unterschieden:

1.) *Ankunft*: Die (un)beabsichtigte Einbringung in ein neues Gebiet. Eine Art gelangt durch die Überwindung einer geographischen Ausbreitungsbarriere in ein Gebiet, das außerhalb ihres bisherigen Areals liegt, und sieht sich „biologischen fremden“ Arten gegenüber (Heger, 2004). Auf natürlichem Weg, d.h. ohne dem „Ausbreitungsfaktor Mensch“, wäre diese Barriere für die Art unüberwindbar geblieben (Kowarik 2010).

Beliebte „Wanderwege“ sind dabei die bereits erwähnten Verkehrsverbindungen wie Wasser- und Landstraßen, sowie Eisenbahn- und Fluglinien (Sukopp 1972, 1976) mit den dazugehörigen Verkehrsknoten als Hotspots (Böhmer et al., 2001). In dieser Phase ist es für die eventuelle Etablierung wichtig, ob eine einzelne Diaspore unbeabsichtigt eingeschleppt wurde, oder eine Art als Nutz- oder Zierpflanze regelmäßig nachgeschoben und betreut wird.

2.) *Ausbreitung*: Erste Verwilderungen bzw. Erschließung neuer Lebensräume, Etablierung und nachfolgende Ausbreitung (Expansion). Nach einem beständigen Auftreten im neuen Gebiet von mindestens 25 Jahren oder drei Generationen gilt ein Neobiont als etabliert. Dabei können zwischen der Ersteinführung von gebietsfremden Pflanzen oder Tieren und dem Beginn der Ausbreitung oft mehrere Jahrzehnte (time-lag), im Extremfall sogar einige Jahrhunderte liegen (z. B. *Prunus serotina*, *Ailanthus altissima* – Kowarik 1990, 1991). Der synanthrope Transport und das Vorhandensein geeigneter Standorte sind für die Ausbreitungsgeschwindigkeit wichtiger als die Ausbreitungsmechanismen der Diasporen (s.o.) oder die Mobilität der Tierart. Weitere Ursachen für eine rasche Ausbreitung können das Überschreiten einer kritischen Populationsgröße, anthropogene Standortveränderungen (Schaffung geeigneterer Lebensräume), Umweltveränderungen (Klima, Fehlen von Prädatoren und Parasiten) oder evolutionäre genetische Veränderungen der Art selbst (Jäger, 1988; Crawley 1986).

3.) *Gleichgewichtszustand (Equilibrium) – Sättigung*: Die räumliche Ausbreitung im neu eroberten Areal kommt mit dem Erreichen klimatischer, konkurrenzbedingter oder geographischer Grenzen zum Stillstand.

5.2 Bewertungen von Neophyten

Nach Vimercati et al. (2022) wird eine klare und transparente Bewertung aller negativen und positiven Auswirkungen auf einheimische Taxa zu einem besseren Verständnis der Dynamik und der Mechanismen der Auswirkungen beitragen und damit eine objektive Evidenzbasis zur Untermauerung von Diskussionen und Debatten im Zusammenhang mit gebietsfremden Taxa liefern (Latombe et al., 2022; Shackleton et al., 2022). Die Autoren sehen drei Hauptgründe für die Entwicklung eines mit EICAT kompatiblen Rahmens, *EICAT plus*, der positive Umweltauswirkungen bewertet (Vimercati et al., 2020):

1) Die Verbesserung unseres Verständnisses der Wechselwirkungen zwischen gebietsfremden und einheimischen Taxa: So kann beispielsweise die Verwendung eines gemeinsamen Schemas zum Vergleich der Ergebnisse neuartiger mutualistischer

Interaktionen zwischen gebietsfremden und einheimischen Taxa Interaktion einer gebietsfremden Pflanze und einheimischen arbuskulären Pilzen (Zhang et al., 2010), oder zwischen gebietsfremden Pflanzen und einheimischen Bestäubern (Vilà et al., 2009) dienen.

2) Die Vorhersage indirekter und potentiell negativer Auswirkungen des Managements gebietsfremder Taxa: Es könnten zum Beispiel mögliche unerwünschte Auswirkungen der Entfernung eines gebietsfremden Taxons auf einheimische Gemeinschaften ermittelt werden (Pearson et al., 2022), wie die Freisetzung von Herbivoren, die von gebietsfremden Räubern kontrolliert werden (Zavaleta, 2002).

3) Die Verbesserung des Verständnisses der Wechselwirkungen zwischen gebietsfremden Taxa und anderen Faktoren des globalen Wandels: Die Bewertung positiver Umweltauswirkungen kann klären, wie bereits etablierte gebietsfremde Populationen nachteilige Auswirkungen anderer globaler anthropogener Stressfaktoren wie Lebensraumverlust und -veränderung (Lugo, 2004), oder Klimawandel und Umweltverschmutzung (Castro-Diez et al., 2019) auf einheimische Taxa und das Funktionieren von Ökosystemen abmildern.

In ihrer Arbeit „Bewertung gebietsfremder Pflanzenarten. Kernpunkte eines Verfahrens zur Risikobewertung bei sekundären Ausbringungen“ stellen Kowarik et.al. (2003) ein Bewertungsverfahren vor, das die Möglichkeit bietet, den § 41 (2) des deutschen BNatSchG (Vorschrift der Genehmigungspflicht der Ausbringung gebietsfremder Pflanzen durch Naturschutzbehörden) anzuwenden: *“ In diese Entscheidung fließen dabei Informationen über das Ausmaß und die Reichweite von Beeinträchtigungen der Tier- und Pflanzenwelt durch die Ausbringung einer gebietsfremden Art und über den naturschutzfachlich festgestellten Wert der betroffenen Gebiete ein “*.

Ich stimme mit Hainzinger (2019) überein, die in ihrer Diplomarbeit immer wieder auf die Problematik von Definitionen und den damit verbundenen Interpretationen hinweist. Es kann zu Missverständnissen und Fehlinterpretationen führen, wenn z.B. in relevanten Gesetzestexten auf verschiedenen Ebenen oder in wissenschaftlichen Arbeiten bestimmte Begriffe nicht einheitlich definiert und verwendet werden, sie aufgelassen, oder ihre Bedeutung im Laufe der Zeit verändert wurde. Dieses Problem kann durch Übersetzungen aus anderen Sprachen noch verstärkt werden. Aus diesem Grund möchte ich vor dem nächsten Kapitel, das sich mit den rechtlichen Aspekten des Neophyten-Problems beschäftigen wird, ein Zitat aus ihrer Arbeit übernehmen: *„Invasive Arten sollten nicht allein deswegen bekämpft werden, nur weil es sich dabei um nicht heimische Neophyten*

handelt. Vielmehr sollte eine Bekämpfung auf der Grundlage einer rein sachlichen Problembewertung unabhängig von der Herkunft der Pflanzen geplant und umgesetzt werden. Die Bekämpfung invasiver Pflanzenarten ist nur dann zweckmäßig, wenn diese Arten einen Schaden an bestimmten Ökosysteme (bzw. Landschaftsausschnitten, Biotopflächen etc.) bewirken (könnten), dessen Auswirkungen wir aus naturschutzfachlichen Gründen nicht hinnehmen wollen. Diesen Schaden gilt es zu identifizieren und zu bewerten.' (Strauch et al.2017, S.31) [...] Durch die Rechtsvorschriften auf den verschiedenen Ebenen wird wiederum deutlich, dass der Mensch ein bestimmender Faktor in Bezug auf die derzeitige und zukünftige Flora Österreichs ist und weiterhin sein wird. Gesellschaft, Wissenschaft und Politik bestimmen die österreichische Flora des 21. Jahrhunderts. (Essl & Rabitsch 2002, S.5 ff.)“ (Hainzinger, 2019).

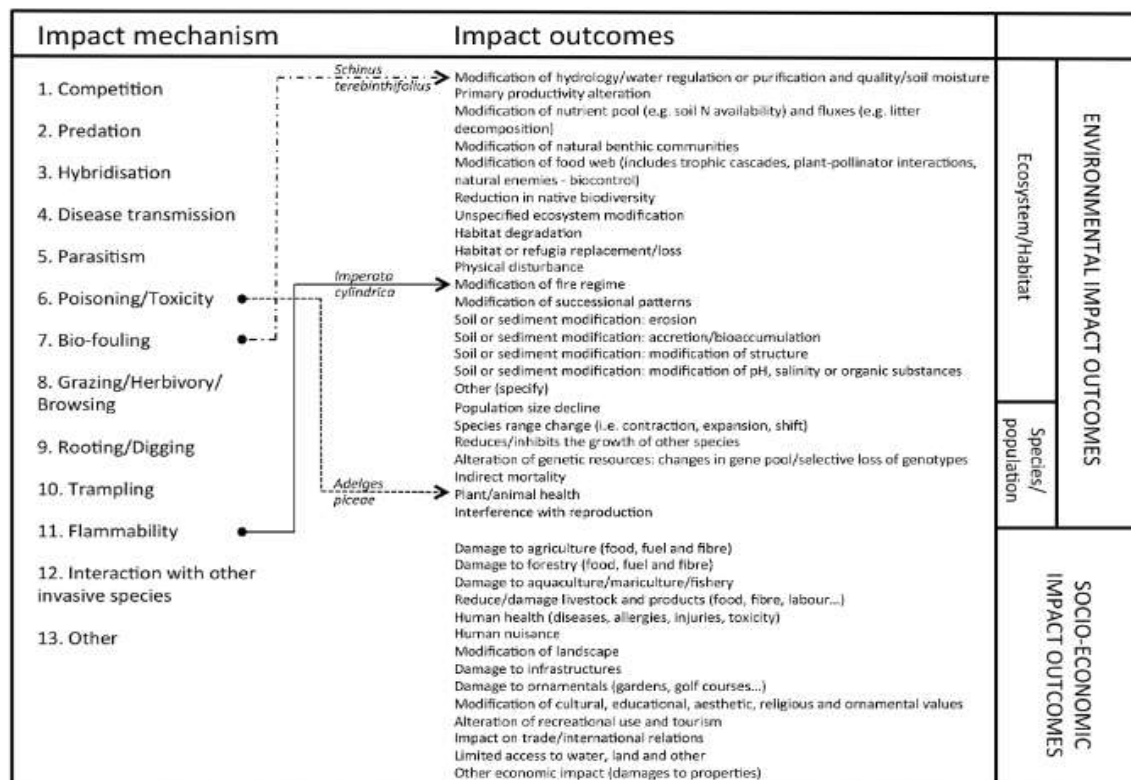


Figure 1. Impact scheme of the Global Invasive Species Database, implemented by the IUCN Species Survival Commission (SSC) Invasive Species Specialist Group. The GISD stores detailed information on more than 800 invasive alien species, including on the impacts they cause. The GISD has recently been redesigned, and all information has been re-classified in order to improve the searching functionalities of the database. The schema developed for the revised GISD has allowed all species stored in the database to be coded in respect of the direct mechanisms by which their impacts occur (e.g., predation), and by the outcomes of those impact mechanisms on the environment or on human activities. For example, the grass *Imperata cylindrica* (Poales: Poaceae) almost doubles litter biomass in invaded locations, which increases potential fuel for fires (impact mechanism coded as flammability, and impact outcome as modification of fire regime). The plant *Schinus terebinthifolius* (Sapindales: Anacardiaceae) is a bio-fouling agent, forming dense thickets in gullies and river bottoms, with the ultimate effect of changing the hydrology of river streams of invaded freshwater bodies (mechanism coded as bio-fouling, and impact outcome described as modification of hydrology). The insect *Adelges piceae* (Hemiptera: Adelgidae) releases a toxin causing stress to trees, which eventually die. The impact outcome of *A. piceae* is described in GISD as damage to forestry, with its mechanism of impact coded as poisoning/toxicity, but it can also be coded as having an environmental impact on plant/animal health, as it has been here. In the table, mechanisms and outcomes are reported in two separate columns, and the three examples of the connections between mechanisms and outcomes are shown. Impact outcomes in the GISD database can be environmental or socio-economic, but our categorisation scheme of species in terms of the magnitudes of their impacts (Figure 2; Table 1) concerns only the former. doi:10.1371/journal.pbio.1001850.g001

Abb. 5-2: Schema der Auswirkungen nach der globalen Datenbank invasiver Arten

Quelle: Fig. 1 & 2 : Blackburn et al. (2014): <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001850>

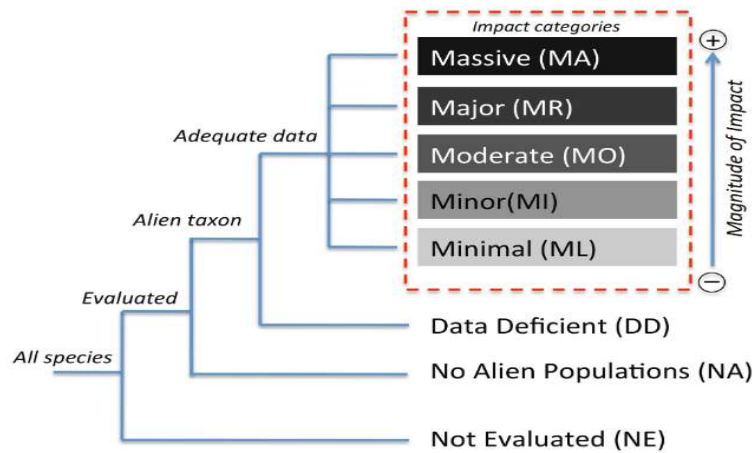


Figure 2. The different categories in the alien species impact scheme, and the relationship between them. Descriptions of the categories are provided in Box 2. The CG category is not represented in this diagram as CG taxa may be found in any category. doi:10.1371/journal.pbio.1001850.g002

Abb. 5-3: Kategorien des Schemas der Auswirkungen invasiver Arten

Quelle: Fig. 1 & 2 : Blackburn et al. (2014): <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001850>

5.3 Maßnahmen zur Verhinderung der Einschleppung

VERORDNUNG (EU) Nr. 1143/2014 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 22. Oktober 2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten (ec.europa.eu, 2014):

Invasive gebietsfremde Arten (Invasive Alien Species, IAS) sind Tiere und Pflanzen, die versehentlich oder absichtlich in eine natürliche Umgebung eingeführt werden, in der sie normalerweise nicht vorkommen, können schwerwiegende negative Folgen für ihre neue Umgebung haben (cbd.int). Sie stellen eine potentiell große Bedrohung für einheimische Pflanzen und Tiere in Europa dar und verursachen jedes Jahr Schäden in Milliardenhöhe für die europäische Wirtschaft. Da sich invasive gebietsfremde Arten nicht an Grenzen halten, sind koordinierte Maßnahmen auf europäischer Ebene wirksamer als Einzelmaßnahmen auf der Ebene der Mitgliedstaaten. Die Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 über invasive gebietsfremde Arten (IAS-Verordnung) ist am 1. Januar 2015 in Kraft getreten und erfüllt die Maßnahme 16 des Ziels 5 der EU-Strategie zur Erhaltung der biologischen Vielfalt 2020 sowie das Aichi-Ziel 9 des strategischen Plans für die biologische Vielfalt 2011-2020 im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt. Das Kernstück der IAS-Verordnung ist die Liste der invasiven gebietsfremden Arten, die für die Union von Belang sind (die „Unionsliste“). Die IAS-Verordnung sieht eine Reihe von Maßnahmen vor, die in der gesamten EU in Bezug auf die in der Unionsliste aufgeführten invasiven gebietsfremden Arten zu ergreifen sind.

Es sind drei verschiedene Arten von Maßnahmen vorgesehen, die auf dem Vorsorgeprinzip beruhen, und die einem international vereinbarten hierarchischen Ansatz zur Bekämpfung von IAS folgen (ec.europa.eu, 2014).:

Vorbeugung: eine Reihe von robusten Maßnahmen, die darauf abzielen, die absichtliche oder unabsichtliche Einschleppung von IAS, die für die Union von Belang sind, in die EU zu verhindern.

Früherkennung und rasche Ausrottung: Die Mitgliedstaaten müssen ein Überwachungssystem einrichten, um das Vorhandensein von IAS, die für die Union von Belang sind, so früh wie möglich zu erkennen, und rasche Tilgungsmaßnahmen ergreifen, um zu verhindern, dass sie sich etablieren.

Management: Einige IAS, die für die Union von Belang sind, haben sich bereits in einigen Mitgliedstaaten etabliert. Um ihre weitere Ausbreitung zu verhindern und die von ihnen verursachten Schäden zu minimieren, sind konzertierte Maßnahmen erforderlich

5.4 Die invasiven gebietsfremden Arten der Unionsliste der Verordnung (EU)

Nr.1143/2014 – Dritte Fortschreibung (2022)

Nach Nehring und Skowronek (2020,) muss eine gebietsfremde Art verschiedene Kriterien erfüllen, um in die Liste der invasiven gebietsfremden Arten von unionsweiter Bedeutung aufgenommen zu werden:

„So muss u.a. nachgewiesen werden, dass sie nach vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnissen wahrscheinlich erhebliche nachteilige Auswirkungen auf die Biodiversität (z.B. durch Konkurrenz, Prädation, Hybridisierung) oder die damit verbundenen Ökosystemleistungen (z.B. Wasserqualität, Nährstoffkreislauf, Bestäuberleistung) hat. Zusätzlich können nachteilige Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Wirtschaft vorliegen“. Gemäß Art. 4 Abs. 6 der Verordnung sollen daher vorrangig diejenigen invasiven gebietsfremden Arten in die „Unionsliste aufgenommen werden, die bislang noch nicht in der Union vorkommen oder sich in einer frühen Phase der Invasion befinden und höchstwahrscheinlich erhebliche nachteilige Auswirkungen haben oder bereits in der Union etabliert sind und die stärksten nachteiligen Auswirkungen haben. Die auf der Unionsliste geführten invasiven Arten dürfen gemäß Art. 7 Abs. 1 nicht vorsätzlich

- a) in das Gebiet der Union verbracht werden, auch nicht zur Durchfuhr unter zollamtlicher Überwachung;*

- b) gehalten werden, auch nicht in Haltung unter Verschluss;*

- c) gezüchtet werden, auch nicht in Haltung unter Verschluss;*

- d) in die, aus der und innerhalb der Union befördert werden;
- e) in den Verkehr gebracht werden;
- f) verwendet oder getauscht werden;
- g) zur Fortpflanzung, Aufzucht oder Veredelung gebracht werden, auch nicht in Haltung unter Verschluss, oder
- h) in die Umwelt freigesetzt werden (eur-lex.europa.eu. 2022)

Regionale Liste invasiver Arten

Die Mitgliedstaaten können aus ihrer jeweiligen gemäß Art. 12 erstellten Nationalen Liste der invasiven gebietsfremden Arten von Bedeutung für Mitgliedstaaten in der Union heimische oder nichtheimische Arten bestimmen, für die eine verstärkte regionale Zusammenarbeit erforderlich ist (Art. 11 Abs. 1) Auf Antrag eines Mitgliedstaates wird die Kommission tätig, um deren Zusammenarbeit und Koordination zu erleichtern (Art. 11 Abs. 2).

Die Kommission kann im Wege von Durchführungsrechtsakten, die durch den Verwaltungsausschuss gemäß Art. 27 beschlossen werden, verlangen, dass die betreffenden Mitgliedstaaten in ihrem Hoheitsgebiet oder Teilen davon bestimmte Maßnahmen entsprechend anwenden (Art. 11 Abs. 2).“ (eur-lex.europa.eu. 2022)

Die nachstehende Grafik zeigt das Listensystem der EU-VO 1143/2014, die Zahlenangaben gelten für Deutschland:



Abb. 5-4: Listensystem Quelle: Bundesamt für Naturschutz: BfN-Skripten 574 – 2020 (Abb. 1: Das Listensystem in der EU-Verordnung Nr. 1143/2014: Unionsliste, Nationale Liste und Regionale Liste).

5.5 „Bekämpfung“ von invasiven Neophyten

Im „Arbeitsbehelf 49 Neophytenmanagement – Behandlung invasiver gebietsfremder Pflanzenarten“ des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbands (ÖWAV, 2013) beginnt der Abschnitt „Neophytenmanagement – Prävention ist billiger“ mit dem Satz: „*Invasive Neophyten kann man nicht bekämpfen, man muss sie managen*“. Die Bekämpfung der Neophyten muss in die vorhandenen Pflegepläne einfließen. zusätzlich muss das Bewusstsein für die Problempflanzen geschärft werden. Insbesondere bei allen relevanten Betreuungseinrichtungen von Naturräumen und Verkehrswegen wie Schiene und Straße.

Es sollen ja nur die wenigen invasiven Neophytenarten bekämpft werden. Ein erfolgreiches Neophytenmanagement muss sich an den auftretenden Neophytenarten, den jeweiligen lokalen Bedingungen (Lage, Entsorgungsmöglichkeiten, Personalressourcen, etc.), sowie den relevanten Gesetzen orientieren (ÖWAV, 2013).

Auch diese Arbeiten verlangen nach einer Dokumentation, um die Nachvollziehbarkeit der (erfolgreichen) Bekämpfungsmethoden und eine Basis für einen Erfahrungsaustausch zwischen verschiedenen Anwendern zu gewährleisten. Das Konzept orientiert sich an Grundfragen zur Vermehrung und Ausbreitung der relevanten Arten, der Verhinderung/Einschränkung der Besiedelung von neuen Standorten und der Materialbeseitigung des (nicht) kontaminierten Materials. Als Bekämpfungsmethoden werden in diesem Arbeitsbehelf (ÖWA, 2013) beschrieben: das Ausreißen/Ausgraben, Abflämmen, Mähen, Mulchen, Ringeln und Fällern; weiters werden chemische Methoden (Herbizide) und Beweidungsmethoden genannt. Bei der Bekämpfung der invasiven Neophyten müssen diverse Rechtsvorschriften und Normen eingehalten werden. Auch wenn Neophyten in vielen Fällen als Bedrohung für den Wasserbau, den Naturschutz, den Menschen, die Straße und die Schiene gesehen werden, unterscheidet das Gesetz nicht zwischen den Pflanzen. Grundlegend besteht bei der Entfernung von invasiven Arten eine Entledigungsabsicht, daher fällt das Material ins Abfallregime. Unter anderem sind folgende Gesetze bzw. Normen zu berücksichtigen: das Abfallwirtschaftsgesetz 2002 und die dazugehörigen Verordnungen (z. B. Kompostverordnung, die Verordnung über die Sammlung biogener Abfälle), das Bundesluftreinhaltegesetz, die Baumschutzverordnungen, das Wasserrechtsgesetz 1959 und die ÖNORM L 1122 – Baumkontrolle und Baumpflege.

5.6 Die Situation in Österreich

Derzeit sind in Österreich rund 2000 gebietsfremde Arten bekannt, davon ca. 1300 Neophyten (das entspricht 30% der Gesamtflora). „Von diesen Arten gilt etwas mehr als ein Viertel als etabliert, d. h. sie vermehren sich eigenständig und kommen in dauerhaften Beständen vor, während drei Viertel unbeständig, d. h. von der Unterstützung des Menschen (Samennachschub, Freisetzung) abhängig sind“ (vgl. neobiota-austria, 2022).

Die Verluste heimischer Arten werden teilweise durch die Zunahme von Neophyten überkompensiert. Die Mehrzahl davon tritt nicht auffällig in Erscheinung, es ist aber zu beobachten, dass immer mehr Lebensräume der Tieflagen von Neophyten besiedelt werden und dies zum Verlust der indigenen Flora beiträgt (Schratt-Ehrendorfer et al., 2022, 10).

Wird die Situation zu den Neophyten in Österreich oder in anderen mitteleuropäischen Ländern näher betrachtet, stellt sich heraus, dass sich nur wenige Neophyten invasiv verhalten und negative Folgen mit sich ziehen – wie bereits in Kapitel 4 beschrieben.

Auch in Hinblick auf die Biodiversität, die durch invasive Neophyten bedroht ist, ergibt sich ein überraschendes Ergebnis, nämlich, dass in Österreich bislang noch keine Art aufgrund von Neophyten ausgestorben ist (Hainzinger, 2019).

Von den derzeit 88 invasiven Tier- und Pflanzenarten der Unionsliste kommen 32 in Österreich vor, davon 16 Pflanzenarten: *Ailanthus altissima*, *Asclepias syriaca*, *Cabomba caroliniana*, *Celastrus orbiculatus*, *Elodea nuttalli*, *Heracleum mantegazzianum*, *Humulus scandens*, *Impatiens glandulifera*, *Koenigia polystachia*, *Lagarosiphon major*, *Ludwigia grandiflora*, *Lysichiton americanus*, *Myriophyllum aquaticum*, *Myriophyllum heterophyllum*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia molesta* (*S. adnata*) (vgl. neobiota-austria, 2022).

Die wichtigste Einfuhrquelle nichtheimischer Arten nach Österreich ist der bewusste Import von Nutz- und Zierpflanzen, 57% der neophytischen Gefäßpflanzen sind verwilderte Kulturpflanzen (Essl & Rabitsch, 2002). Manche Arten wurden auch bewusst als Bienenweide oder Wildäsung (Hainzinger, 2019) in die freie Natur verbracht (Ansalbung), wie z.B. Japanischer Flügelknöterich (*Fallopia japonica*), Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*) und Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*) (vgl. Brandes 2008). 31% der österreichischen Neophyten wurden unbeabsichtigt eingeführt: Durch Verunreinigungen des Pflanz- und Saatguts, Pflanzenballen und Diasporen, importierte Erde, Verpackungs- und Transportmaterial und Transportmittel (Huber 2017), wie Land-, Wasser- und Luftfahrzeuge. Bei 8% der eingeschleppten Arten ist die Einbringungsart unbekannt (Essl & Rabitsch 2002).

Als Verbreitungsgebiete bieten sich vor allem degradierte (verfestigte, verölte oder verseuchte) Böden an, was bewirkt, dass sich ca. 40% der Neophyten an Industriestandorten, Umschlagplätzen und Verkehrslinien (Straßen, Bahngleisen) finden. Diese Nischen werden von heimischen Taxa nicht oder kaum besiedelt (Storl, 2014). Neue Arten können nur schlecht in bereits bestehende Populationen eindringen. Sie werden daher durch anthropogene Veränderungen und Zerstörung von Lebensräumen in Etablierung begünstigt (Schröck et al., 2004). Der Mensch zeigt sich auch hier als wahre „Quelle des Übels“:

Je „natürlicher“ ein Gebiet ist, desto weniger wahrscheinlich wird die Ansiedelung von gebietsfremden Arten. Denn in einem natürlichen Lebensraum herrschen eine hohe Artenvielfalt und eine Komplexität an Wechselbeziehungen, welche die Stabilität und Immunität solcher Gebiete begründen (Eser, 2003).

6 Assisted Migration – eine spezielle Maßnahme zur Biodiversitätserhaltung

6.1 Unterstützte Umsiedlung und Adaptives Management

Mit konkretem Bezug zum 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022 möchte ich in diesem Abschnitt Assisted Migration als eine der möglichen Umsiedlungen zu Erhaltungszwecken durch den Menschen behandeln. Die Besonderheit von Translokationen ist, wie bereits oben ausgeführt, dass das Zielgebiet außerhalb des heimischen Verbreitungsgebiets der jeweiligen Art liegt. Die damit verbundenen Unwägbarkeiten sind der Hauptgrund für die kontroverse Diskussion zu diesem Thema. Lücken im Wissen über die Biologie der gefährdeten Arten, die Anforderungen an den Lebensraum oder nicht erkannte vorhandene Bedrohungen können zu einem Scheitern des Versuchs einer Erhaltungsumsiedlung führen (Godefroid et al., 2011).

In diesem Zusammenhang ist Adaptives Management nach Webb et al. (2017) *„ein Ansatz zur Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen für Menschen, die trotz Ungewissheit über das, was sie bewirtschaften, und die Auswirkungen ihres Handelns handeln müssen“*. Adaptives Management ist eine Alternative zum konventionellen, reduktionistischen Management, das effektives Handeln in komplexen sozio-ökologischen Systemen ermöglichen soll (Pahl-Wostl, 2007). Adaptives Management ist kein blindes oder zielloses Ausprobieren, sondern zielgerichtet und überlegt (Allan et al., 2011,) und strukturiert (Pahl-Wostl et al., 2010). Unabhängig davon, ob das Lernen das Ergebnis eines geplanten experimentellen Lernens (d. h. aktives adaptives Management) oder einer sorgfältigen Reflexion über Managementmaßnahmen (d. h. passives adaptives Management) ist, besteht das zentrale Ziel des adaptiven Managements darin, die Folgen der durchgeführten Maßnahmen für das Management zu berücksichtigen und zukünftige Managementmaßnahmen durch diese Berücksichtigung zu verbessern.“

In der nachstehenden Abbildung zeigt der adaptive Managementzyklus den äußeren Lernzyklus, in dem die Erkenntnisse in die nächste formale Phase der Planung und Umsetzung einfließen. Die inneren Lernschleifen sind kleine Änderungen, die auf der Grundlage von Erkenntnissen vorgenommen werden, die zwischen größeren Planungsüberprüfungen auftreten. Die inneren Lernschleifen ermöglichen effektiv Fortschritte in der äußeren Schleife in beide Richtungen (vgl. Webb et al., 2017):



Abb.6-1: Adaptiver Managementzyklus nach Webb et al. (2018)

Quelle: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-017-0981-6>

6.2 Entwicklung – Leitlinien – Guidelines

In den letzten zehn Jahren wurden auf Erfahrungswerten basierende (Abeli & Dixon, 2016) Leitlinien und Checklisten entwickelt, um dem Erfolg von Umsiedlungen zu verbessern, z.B. Maschinsky et al. (2012); IUCN (2013); Rossi et al. (2013); Tichelmann (2014); Commander (2018). Von besonderer Bedeutung sind die „IUCN reintroduction guidelines“ (vgl. Sampson et al., 2020), erstellt von der Conservation Translocation Specialist Group (CTSG), die ein Teil der Species Survival Commission (SSC) der IUCN ist. Diese Gruppe arbeitet mit anderen Erhaltungsbiologen zusammen, um aufkommenden Bedrohungen zu begegnen, Artenbestände wiederherzustellen und weitreichende Vorteile für Natur und Menschen zu erzielen. Die Vision: Eine Welt, in der mutiges Handeln die Schäden der Natur aus der Vergangenheit behebt und die Bedrohungen der Zukunft abwehrt. Der Auftrag: Verantwortungsbewusste Umsiedlungen zum Schutz von Arten, zur Stärkung von Ökosystemen und zum Nutzen der Menschheit zu ermöglichen. Das Mandat der CTSG umfasst Planung, Anwendung oder Bewertung von Umsiedlungen zu Erhaltungszwecken durch den Menschen (iucn-ctsg.org, 2022).

In den Leitlinien für Wiederansiedlungen und andere Umsiedlungen zur Bestandserhaltung der IUCN-Kommission für die Erhaltung der Artenvielfalt, die das Grundgerüst dieses Kapitels bilden, heißt es unter anderem: „*Die Umsiedlung zu Erhaltungszwecken ist die absichtliche Verbringung von Organismen von einem Standort zur Freisetzung an einem anderen. Die Umsiedlung muss einen messbaren Nutzen für die Erhaltung einer Population, einer Art oder eines Ökosystems haben und darf nicht nur den umgesiedelten Individuen zugutekommen [...]*“

Die Umsiedlung ist ein wirksames Instrument zur Bestandserhaltung, ihr Einsatz allein oder in Verbindung mit anderen Erhaltungsmaßnahmen muss jedoch genau begründet werden. Die Durchführbarkeitsbewertung sollte eine Abwägung des Nutzens der Umsiedlung gegen die Kosten und Risiken sowohl der Umsiedlung als auch alternativer Erhaltungsmaßnahmen beinhalten.“ (IUCN-Guidelines, 2013 Seite VIII).

Umsiedlungen sind keine einfache Lösung für das Problem vieler bedrohter Pflanzen, sie können ein kostspieliger und zeitaufwendiger Prozess sein. Sie sollten erst nach genauer Planung und Abwägung aller Vor- und Nachteile in Betracht gezogen werden – Umsiedlungen sind eine Ergänzung und nicht eine Alternative zur Erhaltung einer Art/Population in situ (Abeli & Dixon, 2016; Commander, 2018; IUCN, 2013).

Das nachstehende Schema soll als Beispiel für eine Durchführbarkeitsbewertung dienen:

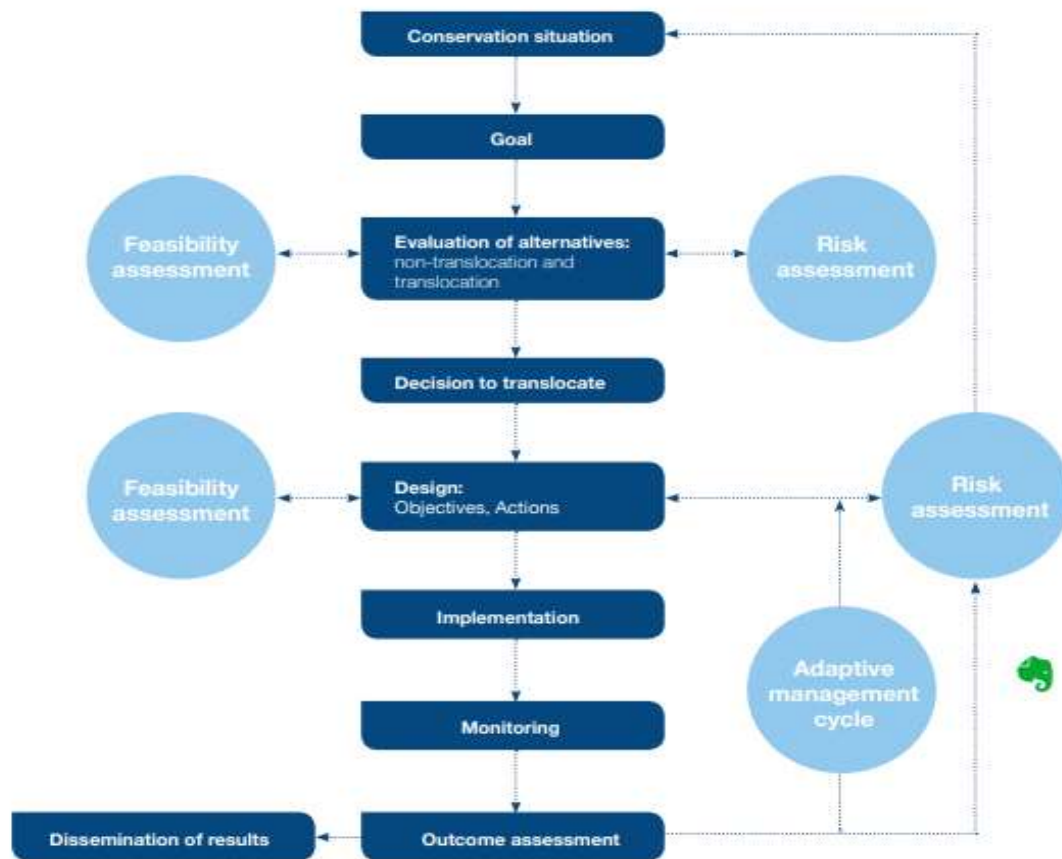


Abb.6-2:Durchführungsbewertung nach IUCN-Guidelines 2013, S 24

Quelle: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2013-009.pdf>

Bei der Planung und Durchführung von Umsiedlungen zum Schutz der Biodiversität sind die Standardphasen der Projektplanung und des Projektmanagements zu befolgen, einschließlich der Erfassung von Ausgangsdaten und der Analyse von Bedrohungen sowie der sich wiederholenden

Überwachungs- und Managementanpassungsrunden (Abb. 6-2).

Dadurch wird gewährleistet, dass der Prozess und die Fortschritte aufgezeichnet werden.

Änderungen der Umsiedlungsziele oder des Managementregimes können dann begründet und die Ergebnisse objektiv bestimmt werden. Schließlich sollten Umsiedlungen vollständig dokumentiert und ihre Ergebnisse öffentlich und in geeigneter Weise zugänglich gemacht werden, um die künftige Erhaltungsplanung zu unterstützen (IUCN, Guidelines, 2013).

Die Translokationen erfolgen üblicherweise von einem Standort in der Natur oder aus einer Erhaltungseinrichtung (Samenbank, Botanischer Garten, etc.) an einen neuen Standort in der „freien Natur“. Liegt der Empfängerstandort im heimischen Verbreitungsgebiet, spricht man von Verstärkung (Reinforcement), wenn die Individuen einer Art einer bestehenden Population beigelegt werden, oder Wiederansiedlung (Reintroduction), sollten keine Artgenossen am Empfängerstandort mehr vorhanden sind; Als Einführung (Introduction) bezeichnet man den Versuch einer Ansiedlung an einem neuen ähnlichen Lebensraum innerhalb des Verbreitungsgebiets. Erfolgt die Umsiedlung an einen Ort außerhalb des heimischen Verbreitungsgebiets, spricht man von einer unterstützten Ansiedlung (Assisted Colonisation/Migration), zur Erhaltung der Art, oder einem ökologischen Ersatz (Ecological replacement), zur Wiederherstellung von ökologischen Systemleistungen.

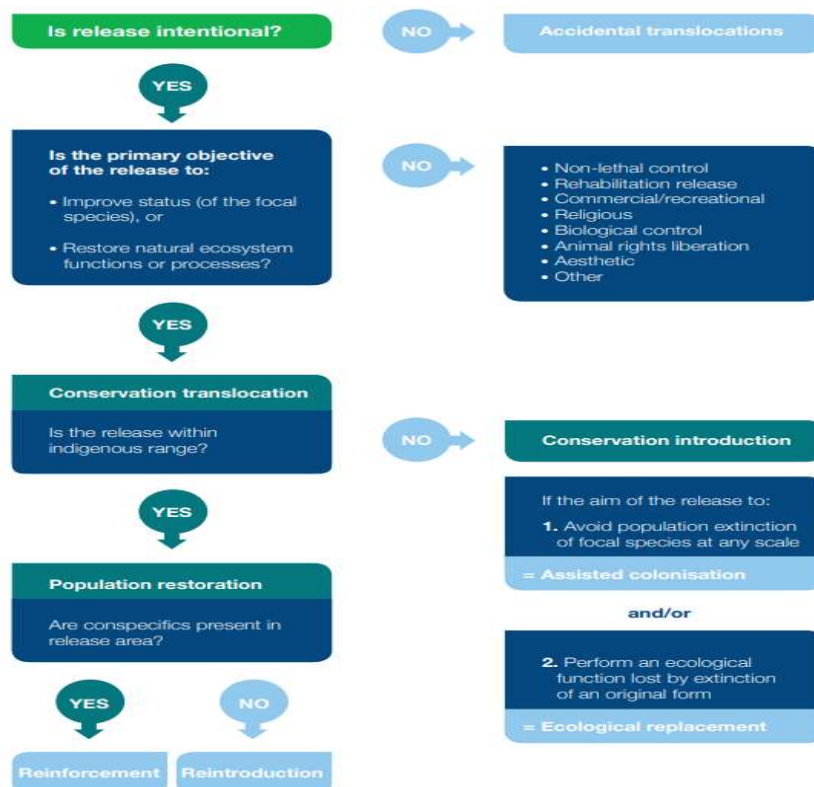


Abb. 6-3 Translokationen nach IUCN-Guidelines 2013, S 23

Quelle: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2013-009.pdf>

Commander (2018) beschreibt die unterstützte Ansiedlung als Versuch, eine Art zum Zweck der Erhaltung in einem Gebiet außerhalb ihres heimischen Verbreitungsgebiets anzusiedeln, das aufgrund von Veränderungen des Klimas und/oder des Lebensraums als für die Art geeigneter Lebensraum angesehen wird. Diese Definition gleicht der von Hällfors auf Seite eins dieser Arbeit (vgl. Abeli & Dixon, 2016).

Die Anzahl der gefährdeten Taxa steigt so schnell an, dass das, für eine erfolgreiche Projektabwicklung notwendige Wissen und die technischen Fähigkeiten oft nicht Schritt halten können. Ein großes Hindernis ist dabei fehlendes Wissen über die ökologischen Ansprüche der ausgewählten Arte(n) und/oder die ökologische Beschaffenheit des Zielgebietes. Ein aktiver Dialog über die Erfolge und Misserfolge bei den Erhaltungsumsiedlungen gefährdeter Arten/Populationen und eine stärkere Einbeziehung der Ökologie in relevanten Fragen könnten diese Unsicherheiten verringern. Auch hier zeigt sich wieder, wie wichtig der Austausch zwischen den Forschenden ist, wie dies z.B. in Form regelmäßiger Berichte, der „Global conservation translocation perspectives series“ der CTSG, geschieht. In den sieben Ausgaben, die seit 2008 erschienen sind, wurden 418 Umsiedlungsfälle in einem standardisierten Format präsentiert. Die Fallstudien folgen einem standardisierten Aufbau. Neben dem Studium relevanter wissenschaftlicher Veröffentlichungen ist der Besuch einschlägiger Veranstaltungen eine gute Gelegenheit Erfahrungen auszutauschen und Kontakte zu knüpfen – wie beispielsweise beim

6.3 Assisted migration - Erkenntnisse in Theorie und Praxis

6.3.1 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022

Von 20.- 22. Juni 2022 fand an der Universität Roma Tre in Rom der 1. Weltkongress zur Umsiedlung von Pflanzen (IPTC) als hybride Veranstaltung statt.

Die Konferenz war eine einzigartige Gelegenheit für Naturschutzbiologen (und auch für mich) zum Austausch von Erfahrungen, Erfolgen und Misserfolgen beim Schutz und der Wiederherstellung gefährdeter Lebensräume und Arten/Populationen.

Wie man auf der Begrüßungsseite im Internet lesen konnte, *„sind weltweit zahlreiche Pflanzenarten durch den Verlust eines geeigneten Lebensraums, die Verschmutzung der Umwelt, gebietsfremde invasive Arten oder den Klimawandel bedroht oder bereits verschwunden.“*

Umsiedlung ist heute eine gängige Erhaltungsmaßnahme, die manchmal sehr erfolgreich und manchmal dramatisch entmutigend ist. Naturschutzbiologen, Ökologen, Taxonomen, Genetiker, Praktiker, politische Entscheidungsträger und andere brauchen einen Ort, an dem sie ihre Erfahrungen austauschen können, um Wissenschaft und Praxis der Umsiedlung zu verbessern und so effektivere Erhaltungsergebnisse zu erzielen.“ Die 1. Internationale Konferenz über die Umsiedlung von Pflanzen bot ein Forum für diese Diskussion (1st IPTC, 2022)

An den drei Tagen wurden von den Teilnehmern vor Ort und online 38 Beiträge zu folgenden fünf Themenkreisen vorgetragen und diskutiert:

- 1 - Aus dem Erfahrungsaustausch lernen
- 2 - Umsiedlungen aus aller Welt
- 3 - Neue Ansätze für die Planung, Umsetzung und Überwachung von Umsiedlungen
- 4 - Verfahren der Ex-situ-Erhaltung zur Steigerung des Erfolgs von Umsiedlungen
- 5 - Umsiedlungsfälle aus der mediterranen Bioklima-Region

Von den zahlreichen sehr eindrucksvollen Vorträgen möchte ich im Anschluss die herausstreichen, die in meinen Augen eine besondere Relevanz zum Kernthema dieser Arbeit haben: Sie machen deutlich, dass dem weltweiten Verlust der biologischen Vielfalt nur durch globale Zusammenarbeit zahlreicher Disziplinen begegnet werden kann und ein Erfahrungsaustausch im großen Rahmen notwendig ist, um die Grundlage für das Wissen zu schaffen, das für eine verantwortungsvolle Anwendung von Erhaltungsumsiedlungen gebraucht wird. Das gilt im Speziellen für die Erhaltungsumsiedlungen, deren Zielgebiet außerhalb des heimischen Verbreitungsgebiets einer Art/Population liegen – und daher mit besonderer Vorsicht bewertet werden müssen.

Nach Dixon & Campbell (2022) sind *„bedrohte Arten das Ergebnis der Wechselwirkung menschlicher Aktivitäten, die das Gleichgewicht stören, das die Grundlage allen Lebens auf der Erde bildet. Da mehr als eine Million Arten vom Aussterben bedroht sind, sind diese Arten ein wichtiger Indikator dafür, dass sich die Lebensräume schneller verschlechtern, als der Naturschutz sie schützen kann, wobei die meisten bedrohten Arten in den nächsten zwei Jahrzehnten wahrscheinlich keine geeigneten Lebensräume mehr haben werden.“* Daher hat die Society for Ecological Restoration (SER, 2022) in Übereinstimmung mit der UN-Dekade (decadeonrestoration.org, o.J.) mit den Grundsätzen und Standards für die ökologische

Wiederherstellung ein robustes und universelles Mittel geschaffen, mit dem sichergestellt werden soll, dass die Wiederherstellung von Lebensräumen das optimale Ergebnis liefert.

Albrecht et al. (2022) sehen in der *„Schaffung genetisch vielfältiger, widerstandsfähiger und sich selbst erhaltender Populationen, oft an mehreren Standorten in der Landschaft“*, das Hauptziel einer Erhaltungstranslokation. Das Scheitern vieler Projekte zur Erhaltung der Biodiversität sehen die Autoren in erster Linie in einem unzureichenden Verständnis der Biologie der Arten, in Unsicherheiten in Bezug auf die Lebensraumanforderungen und den Managementbedarf und meinen: *„Die Anwendung eines adaptiven Managements (AM) auf Wiederansiedlungsprogramme kann dazu beitragen, diese Ungewissheiten zu überwinden und die Ergebnisse zu verbessern.“*

Die Entwicklung von Leitlinien für bewährte Praktiken (vgl. Moehrenschrager 2022, Commander et al., 2022; Maschinski, 2022) und der Austausch praktischer Erfahrungen kann sich positiv auf die Ergebnisse von Erhaltungsumsiedlungen auswirken. Doyle et al. (2022) meinen dazu: *„Die veröffentlichte Literatur über Umsiedlungen konzentriert sich zwangsläufig auf die quantitativen Komponenten des Projekts: Anzahl, Überleben, Reproduktion und Rekrutierung. Praktiker wissen jedoch, dass einige der interessantesten Aspekte einer Umsiedlung unvorhergesehen, unbeobachtet und anekdotisch sind.“*

So können z.B. Konkurrenz durch andere Pflanzen, Überweidung durch natürlich vorhandene Pflanzenfresser und das Fehlen mutualistischer Pilze als Gründe für die hohe Mortalität nach der Umsiedlung genannt werden (vgl. Dalrymple, 2022). Eine weitere oft genannte Ursache für das Scheitern sind ungünstige Witterungsbedingungen - zu heiß, zu trocken oder Überschwemmungen, die die Vermehrungspflanzen weggespült haben - Anzeichen des Klimawandels. Eine mögliche Hilfe könnte hier die Anwendung des Fachwissens der Erhaltungsbiologen im Bereich der Ansiedlung von Pflanzen in neuen Lebensräumen bieten. *„Diese Techniken, die auch als unterstützte Migration, unterstützte Ansiedlung, gesteuerte Umsiedlung und unter dem von der IUCN genehmigten Begriff der Erhaltungseinführung bekannt sind, rufen Kontroversen hervor und wurden von uns zu Recht nur langsam angenommen.“* (Dalrymple, 2022)

Erhaltungseinführungen sind nach Corli et al. (2022) aber vor allem in den Phasen nach der Umsiedlung, zu denen die langfristige Überwachung der umgesiedelten Pflanzen und das Management des Standorts nach der Umsiedlung, d. h. die Nachsorge, gehören, gescheitert: *„Konkurrenz, Räuberei und Trockenheit wirken sich negativ auf den Erfolg der umgesiedelten Pflanzen aus, und es hat sich gezeigt, dass ihre Kontrolle durch adaptives Management (Jäten,*

Einzäunen, Bewässerung) die Etablierung und das Überleben der Arten nach der Umsiedlung positiv beeinflusst.

Die Nachsorge bestand hauptsächlich aus dem Schutz der Pflanzen, Wasserversorgung, Verringerung der Konkurrenz, Verbesserung der Boden-/Oberflächen-/Hydrographie-Eigenschaften, Erleichterung der Fortpflanzung und direktes Pflanzen-management. Diese Arbeit zeigt den Zusammenhang zwischen Bewirtschaftungsmaßnahmen und dem Erfolg von Umsiedlungen auf und demonstriert, dass Nachsorgemaßnahmen die Überlebenschancen bedrohter Arten erhöhen, was für Naturschützer notwendig ist, um das Risiko des Scheiterns von anspruchsvollen Umsiedlungen zu verringern und keine Ressourcen zu verschwenden.“

Sorgfältig geplante Umsiedlungsstrategien können die Fitness und Lebensfähigkeit von Populationen verbessern, ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Veränderungen erhöhen und das Gesamtrisiko des Scheiterns der Maßnahme verringern. „Im Idealfall sollte eine umgesiedelte Population genetisch vielfältig sein und aus fitten Gründungsindividuen bestehen. Ohne die erforderlichen genetischen Informationen kann die Planung einer solchen Population jedoch eine Herausforderung darstellen, insbesondere wenn es darum geht, einer Reihe von Zielen, Einschränkungen und Kompromissen gerecht zu werden“ (Rosetto et al., 2022).

Erhaltungsumsiedlungen und die genetische Rettung (genetic rescue) gefährdeter Taxa können helfen, die Biologische Vielfalt zu erhalten. Diese Erhaltungsmethode zielt darauf ab, die Fitness einer kleinen, gefährdeten Population durch die Einführung vorteilhafter Allele durch Migration zu erhöhen (Whiteley, A., 2015) Sie werden aber nur in Verbindung mit der Erhaltung intakter Lebensräume und einem umfangreichen Fachwissen über die Zielarten erfolgreich sein.

Nach Schäfer (2022) sind “ex-situ-Kulturen und Umsiedlungen wichtige Instrumente der Bestandserhaltung. Sie sind jedoch kostspielig, mühsam, schwierig und oft erfolglos. Um ihre Effizienz und ihren Erfolg zu verbessern, müssen Wissenschaftler ihre Studien auf langfristige Daten über erfolgreiche und erfolglose ex-situ-Kulturen und Umsiedlungen stützen, Naturschutzpraktiker müssen über die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse informiert werden und die Öffentlichkeit muss sensibilisiert werden, um die Verfügbarkeit von Ressourcen für Erhaltungsmaßnahmen sicherzustellen. An der Schnittstelle zwischen Wissenschaftlern, Praktikern und der Öffentlichkeit verfügen Botanische Gärten über das enorme Potenzial, die Kommunikation und den Informationsaustausch über die Erhaltung von Pflanzen zwischen diesen Akteuren zu erleichtern und den Bereich der Umsiedlung und Ex-situ-Erhaltung von Pflanzen voranzutreiben, um die nationalen Verpflichtungen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt zu erfüllen“.

Zusammenfassung

Im Hinblick auf die praktische Anwendung einer Checkliste zur Bewertung für ein Translokationsprojekt im nächsten Kapitel fasse ich die für mich wichtigsten Erfahrungen aus der Teilnahme am IPTC 2022 in Rom zusammen:

- Die Klimaerwärmung ist zwar nicht Hauptursache der rasanten Verminderung der Biologischen Vielfalt, beschleunigt sie aber erheblich. Daher gewinnt die Erhaltungs-Umsiedlung gefährdeter Arten in klimagerechte Gebiete immer mehr an Bedeutung.
- Unter Berücksichtigung der entsprechenden Schutzmaßnahmen sind alle Möglichkeiten (Methoden, Materialquellen) zu nutzen. Dabei hat die Erhaltung, bzw. Schaffung intakter Lebensräume höchste Priorität.
- Das Wissen über die biotischen und abiotischen Ansprüche der Arten, die Interaktionen zwischen den Arten, den Arten und ihrer Umwelt und die relevanten Verhältnisse am Quell-, bzw. Zielstandort ist für den Erfolg einer Translokation „conditio sine qua non“.
- Jedes Translokationsprojekt ist einzeln zu prüfen und darf bei einer möglichen Beeinträchtigung von Arten/Populationen am Ziel-, bzw. Quellstandort nicht durchgeführt werden.

Da der Verlust der Biodiversität ein globales Problem darstellt, ist der regelmäßige Erfahrungsaustausch möglichst vieler, mit der Thematik Beschäftigter notwendig. Dazu ist ein Kommunikationssystem notwendig, das mit vergleichbaren Daten arbeitet. Denn nur so können aktuelle Richtlinien erstellt werden, die von der Vorbereitung, über die Durchführung und Überwachung bis zur Bewertung im Sinne eines Adaptiven Managements eingesetzt werden können und zu einer Verbesserung der Erfolgsaussichten führen. Wie in den Sessionen eins, drei und vier der Veranstaltung eindrucksvoll gezeigt wurde, trägt der regelmäßige Erfahrungs- und Wissensaustausch zur laufenden Weiterentwicklung der verschiedenen Verfahren (in-situ- und ex-situ-Erhaltung, Wissen der genetischen Informationen, Saatguttechnologie, etc.) und zu neuen Ansätzen für die Planung bei.

Die zahlreichen Vorträge und Diskussionen zu den unterschiedlichsten mehr oder weniger erfolgreichen Umsiedlungsprojekten aus aller Welt (Session zwei und fünf) zeigten die vielen Möglichkeiten eines aktiven Naturschutzes auf.

6.3.2 Arten im Klimawandel – Erfahrungen aus Finnland

Hällfors stellt in ihrer Arbeit „The impact of climate change on species in Finland (2022)“ fest, dass die klimatischen Bedingungen entscheidende Dimensionen der abiotischen Bedingungen für die biologische Vielfalt sind. Diese grundlegenden Rahmenbedingungen ändern sich nun in rasantem Tempo, und der Wandel steht nicht nur kurz bevor, sondern ist bereits eingetreten – die Durchschnittstemperatur ist in Finnland bereits um 2,6 °C gestiegen. Arten können sich an Ort und Stelle durch evolutionäre oder plastische Reaktionen an die neuen Bedingungen anpassen (Adaption) oder räumlich verlagern (Migration). Es gibt Arten, bei denen etwas von Beidem beobachtet werden kann und Arten, die nicht reagieren (können?). Zu letzteren zählt die Autorin u.a. die Sibirische Schlüsselblume (*Primula nutans*), die in zwei Varietäten vorkommt:

Im Süden *P. nutans* subsp. *jokelae* (Bottnischer Meerbusen, Weißes Meer),

im Norden *P. nutans* subsp. *finmarchica* Arktische Küste in Norwegen und Russland.

Es wurden Samen beider Varietäten gesammelt – *P. nutans* subsp. *finmarchica* (in Karte: blau) bei Svanvik (Nordnorwegen) und *P. nutans* subsp. *jokelae* (in Karte: rot) bei Oulu (Nordfinnland) – und die Samen in fünf Botanischen Gärten ausgebracht: in den beiden Herkunftsgebieten, Rauma und Helsinki (Finnland) und in Tartu (Estland).

Das Ziel bestand in der Feststellung des Anpassungsgrades der beiden Varietäten an ihre Standorte, die Indikatoren waren Überleben, Größe, Blüte (Kontrolle über 3 Jahre). Die Erwartungen, dass beide Arten innerhalb ihrer Verbreitungsgebiete am besten gedeihen und in ihren Herkunftsgebieten (Svanvik, Oulu) sogar eine höhere Fitness aufweisen könnten (lokale Anpassung) und an südlicheren Standorten schlechter gedeihen würden, wurden nur teilweise erfüllt.

Wie in Abb. 6-4 gezeigt wird, schnitten beide Arten in weiter südlich gelegenen Gärten schlechter ab als an ihren Herkunftsorten, was darauf hinweist, dass ein wärmeres Klima für die Art ungünstig sein kann, wenn sie nicht in der Lage ist umzusiedeln, oder sich anzupassen. Überraschenderweise waren die südlichen Populationen in Nordnorwegen (Svanvik) erfolgreicher als in ihrem Stammgebiet (Oulu). Der Vergleich der aktuellen Wetterdaten im Untersuchungszeitraum mit den durchschnittlichen historischen Klimabedingungen ergab eine mögliche Erklärung: Die in Svanvik herrschenden Temperaturbedingungen entsprachen den historischen Durchschnittswerten in Oulu, die in Oulu herrschenden Temperaturen entsprachen den historischen Werten in den südlicheren Gärten. Da selbst die aktuellen Temperaturwerte in Svanvik höher lagen als die historischen Durchschnittswerte, fand *P. nutans* subsp. *finmarchica* an keinem Standort Bedingungen vor, die der historischen Temperatur an ihrem Heimatstandort entsprachen.

Das deutet darauf hin, dass sich die Klimaoptionen für beide Subspezies bereits zumindest teilweise aus ihrem Verbreitungsgebiet herausbewegt haben und sich bereits weiter nach Norden verschoben haben als angenommen. Es liegt der Schluss nahe, dass die Sibirische Primel bereits an einer Anpassungsverzögerung (McGraw et al. 2015) leidet. Die große Entfernung der geeigneten Lebensräume und die fehlenden Bewegungskorridore lassen ein Aussterben befürchten. Hier könnte eine unterstützte Umsiedlung der Art weiter nach Norden das Aussterben verhindern (Hällfors 2014).

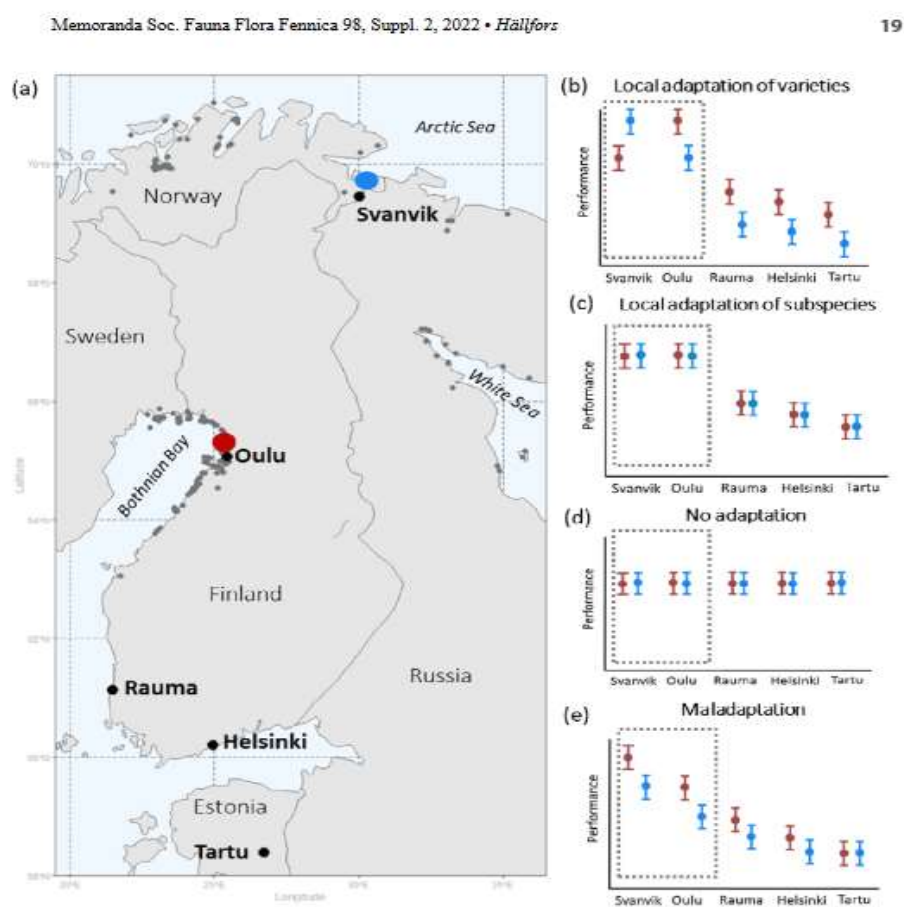


Figure 1. Geographical distribution of seed sampling sites and experimental gardens (a), and hypotheses of plant performance in experimental gardens (b–e) in the translocation trial on Siberian primrose (Hällfors et al. 2020a). (a) shows the geographical distribution of seed sampling sites and experimental gardens with occurrences of *Primula nutans* ssp. *finmarchica* marked by dark grey points: Var. *finmarchica* occurs by the Arctic Sea in N-Norway and var. *jokelae* by the Bothnian bay in Finland and Sweden and the White Sea in Russia. Red, seed sampling sites of the southern variety (var. *jokelae*) in Finland; Blue, seed sampling sites of the northern variety (var. *finmarchica*) in Norway. (b–e) show hypothesized overall performance of the tested varieties in all experimental gardens following opposing underlying scenarios of (b) local relative adaptation (sensu Brady et al. 2019) at the varietal and subspecies level, (c) relative adaptation of the subspecies to its current environment vs. areas outside it, (d) tolerance (through plasticity) towards all tested conditions (including those not currently present within the occurrence area of the subspecies), and (e) relative maladaptation caused by climate change (see text for hypotheses). Dashed area demarks within-range gardens, i.e., the reciprocal part of the experiment. Red, southern variety; blue, northern variety. Figure and caption reproduced from the original publication (Hällfors et al. 2020a) which is distributed under the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CC BY-NC).

Abb.6-4: Geographical distribution of seed sampling sites and experimental gardens (a), and hypotheses of plant performance in experimental gardens (b–e) in the translocation trial on Siberian primrose (Hällfors et al. 2020a).

Wir befinden uns mitten im Klimawandel und unsere Ökosysteme, so auch die Wälder, erleben eine der größten Umweltveränderungen ihrer Geschichte. Die nachstehenden Strategien zur Erhaltung der Biodiversität und der damit verbundenen Ökosystemleistungen beziehen sich zwar auf einen klimagerechten Waldumbau (vgl. Kölling, 2012; dafne.at, 2021; Buchacher et.al., 2020), können aber im Sinne eines Adaptiven Managements meiner Ansicht nach auch auf andere Lebensräume übertragen werden.

6.3.3 Assisted Migration und neue Baumarten: ein Beitrag für klimafitte Wälder

„Der fortschreitende Klimawandel zwingt“, so Buchacher et.al. (2020), Bewirtschafter von Wäldern immer mehr zum Handeln. Trockenperioden und Borkenkäferkalamitäten zeigen, dass das Thema Waldanpassung an den Klimawandel aktuell ist wie noch nie.“ Das gemeinsame Auftreten von immer häufiger werdenden Wetterextremen *„mit katastrophalen Schäden am Waldbestand zeigt, dass Waldbesitzer gezwungen sind zu handeln, um ihre Wälder rechtzeitig an die zukünftigen Klimabedingungen anzupassen.“*

Dazu werden von den Autoren drei Strategien zur Erhaltung der Waldfunktionen und Ökosystemleistungen vorgeschlagen:



Abb.6-5: Die drei Strategien zum Schutz der Waldfunktionen vor dem Klimawandel (Quelle: Abb.1 in Buchacher et.al., 2020)

Strategie 1: Unterstützte Wanderung (assisted migration)

Im Zuge von Aufforstungen und/oder Ergänzungspflanzungen werden Samenherkünfte verwendet (Abb.6-6), die mit dem künftigen Klima besser zurechtkommen. Die unterstützte Wanderung kann zur Erschließung neuer Lebensräume . (s. Strategie 2 u. 3). genutzt werden, z.B. den Anbau von Eiche in vormals von Fichten dominierten Wäldern. Zudem sollten auch Samenherkünfte innerhalb der aktuellen Baumartenverbreitungsgebiete transferiert werden, z.B. aus tieferen in mittlere Seehöhen. Die unterstützte Wanderung in ihren verschiedenen Formen wird schon seit geraumer Zeit in einigen Ländern, wie beispielsweise Schweden, Kanada und den USA mit unterschiedlichen Ergebnissen praktiziert (Buchacher et.al., 2020)



Abbildung 2: Schematische Darstellung von "Assisted Migration" nach Aitken & Bemmels (2015). Die Fläche stellt das aktuelle Verbreitungsgebiet einer Baumart entlang eines klimatischen Gradienten (Temperatur) dar. Durch die Änderung der Temperaturen werden warme Regionen zu heiß für die Baumart und sie verliert einen Teil ihres Areals. In kälteren Regionen erweitert sich dagegen das Verbreitungsgebiet. Ohne menschliche Unterstützung würden die an das warme Klima angepassten Baumbestände und Herkünfte aussterben und alle Bestände erleben eine Erwärmung. Eine vorausschauende "Assisted Migration" trägt dazu bei, die lokalen Anpassungen zu erhalten und in eine bessere Übereinstimmung mit der erwarteten Klimazukunft zu bringen.

Abb.6-6 Assisted Migration nach Aitken & Bemmels (2015)

Quelle Abb.2 in Buchacher et.al., 2020

Strategie 2: Änderung der Zusammensetzung der Baumarten mit heimischen Arten

Zur Waldanpassung werden auch andere heimische Baumarten im Lebensraum gepflanzt, z.B. wird ein reiner Fichtenbestand in einen Mischbestand mit Fichte, Buche und Tanne umgewandelt.

Strategie 3: Bestandsumwandlung mit Einsatz nicht heimischer Baumarten

Diese Strategie soll zum Einsatz kommen, wenn die einheimischen Arten an ihre ökologischen Grenzen gelangen, der Wald aber mit seinen vielfältigen Leistungen erhalten werden soll.

Diese Maßnahmen wurden im Rahmen des INTERREG-Projekts SUSTREE untersucht, das vom Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) koordiniert wurde (interreg-central.eu, 2020). „*Mit den nun vorliegenden Ergebnissen für "Assisted Migration" liegen für Europa die ersten länderübergreifenden wissenschaftlichen Empfehlungen vor. Die Umsetzung dieser Empfehlungen für Waldbewirtschafter steht allerdings noch vor praktischen und gesetzlichen Hürden. Die europäische Richtlinie über den Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut (1999/105/EG) bildet nur einen groben Rahmen, in dem sich die nationalen Gesetze bewegen müssen*“ (Buchacher et.al., 2020).

An dieser Stelle wird wieder das Kernproblem der Umsiedlungen zur Bestandserhaltung außerhalb des eigenen Verbreitungsgebiets – Assisted Migration und Ökologischer Ersatz – deutlich: die (Risiko-)Bewertung eines derartigen Projekts, hier dargestellt im Handbuch „Management nichtheimischer Baumarten in den Wäldern des Alpenraums“, das im Rahmen des Projekts ALPTREES (Code ASP791) entstanden ist. Für mich ist der Beitrag von Bindewald et al. (2021) „Standortspezifische Risikobewertung (SSRA) von im Alpenraum nicht einheimischen Baumarten“ ein sehr gutes Beispiel eines Adaptiven Managements der (Risiko-) Bewertung einer nichtheimischen Art. (vgl. Marinšek et al., 2022):

Das Ergebnis einer SSRA ist die Klassifizierung einer nichtheimischen Baumart in einer von vier verschiedenen Kategorien:

- 1. Nichtheimische Baumart ohne jegliches Risikopotential,*
- 2. Nichtheimische Baumart mit Risikopotential unter bestimmten Umweltbedingungen, zu dessen Minimierung allerdings Managementmethoden zur Verfügung stehen,*
- 3. Nichtheimische Baumart mit erwartbarem hohem Risikopotential, das nicht mit spezifischen Managementmaßnahmen kontrolliert werden kann, und*
- 4. Nichtheimische Baumart mit unzureichender Datenlage für die Vornahme einer abschließenden Bewertung der damit verbundenen Risiken.*

Die Strategien für waldbauliche Anpassungsmaßnahmen sollten daher den Schwerpunkt auf Baumarten der Kategorien 1 und 2 und der gleichzeitigen Verbesserung der Datenlage für Risikobewertungen legen.

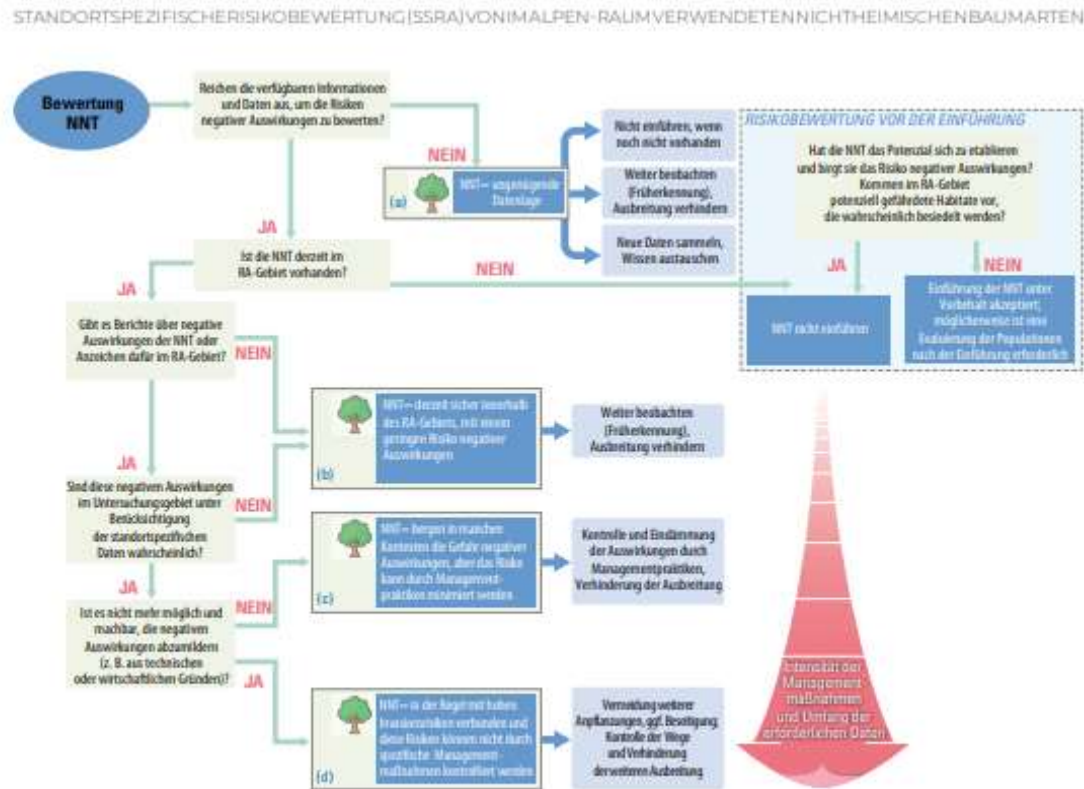


Abbildung 2: Entscheidungsbaum zur Demonstration der praktischen Anwendung der SSRA (Bindewald et al. 2021a); RA=Risikobewertung, NNT=nichtheimische Baumart.

Abb. 6-7 Quelle : Bindewald et al., 2021a

Klimawandelanpassung durch Nichtstun?

Nach Kölling (2011) benötigen anfällige Wälder aktive Anpassungsmaßnahmen der Forstwirtschaft. „*Im klimagerechten Waldumbau passt man die Zusammensetzung der heutigen Wälder an die zukünftig herrschenden Bedingungen an. Als aktive Anpassungsmaßnahme richtet sich der Waldumbau stets auf genutzte Wälder. Das Ziel der Aktivitäten ist es, die künftige Nutzbarkeit der Wälder zu erhalten und darüber hinaus die verschiedensten Ökosystemdienstleistungen dauerhaft zu sichern.*“

Dabei stellt der Autor drei Strategien waldbaulicher Maßnahmen nach Bolte und Degen (2010) vor:

- Nicht-Anpassung: Diese Strategie wird nur dort zum Erfolg führen, wo schon jetzt eine (Baum-)Artenzusammensetzung verwirklicht ist, die sowohl den heutigen, als auch künftig erwarteten Klimabedingungen angepasst ist – ein geringes Risiko für ein business-as-usual.
- Aktive-Anpassung: Für alle Flächen mit hoher Anfälligkeit und langer „Restlaufzeit“. Anfällige (Baum-)Arten werden nach dem neuesten Wissenstand und adaptivem Management durch weniger anfällige ersetzt, z.B. Assisted Migration (Millar et al., 2007). Der klimagerechte Waldumbau könnte im Zuge der regulären Waldverjüngung oder vorseilend unter dem Schirm des Altholzes stattfinden.
- Passive Anpassung: Diese Strategie kann, auf Grund der Voraussetzungen für eine erfolgreiche „Selbstanpassung“ (Raum und Zeit), eigentlich nur für nichtbewirtschaftete Wälder (z.B. Prinzip des Prozessschutzes in Naturreservaten).

Neben den Unsicherheiten des Zukunftsaspekts (Klima) sind auch die unterschiedlichen Nutzungsansprüche (Lebensraum, Schutzwald, Erholungsgebiet, Klimaverbesserung etc.) an das betroffene Ökosystem bei der Wahl der zielführenden Strategie zu berücksichtigen. *Die Zeiten ändern sich, die Lebensräume ändern sich, folglich muss sich auch unser Umgang mit den ihnen ändern* (Kölling, 2011) – eine typische Situation für Adaptives Management.

Auch für Schüller (2020) gelten die unterstützte Wanderung und der unterstützte Genfluss sowohl im Naturschutz, als auch in der Forstwirtschaft als aktive Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel. Beim unterstützten Genfluss werden durch den Transfer von Saat- und Pflanzgut innerhalb des Verbreitungsgebietes der jeweiligen Art die lokalen Anpassungen der jeweiligen Population erhalten und damit gleichzeitig die Resilienz der zukünftigen (Wald)Ökosysteme erhöht. Für den Autor gelten folgende Herausforderungen für die Umsetzung dieser Anpassungsmaßnahmen:

- die Unsicherheit der Klimaprognosen;
- das (oft noch fehlende) Verständnis lokaler Anpassungen und Klimabedingungen;
- mögliche Risiken intrakontinentaler Invasionen;
- und die regulatorischen Herausforderungen der meist regional and national verankerten Gesetze im Naturschutzbereich und dem forstlichem Saat- und Pflanzgut.

7. Bewertung der Rahmenbedingungen für Translokationen nach der Checkliste von Tichelmann (2014)

Von den zahlreichen schon erwähnten Leitlinien und Guidelines habe ich die Checkliste von Iris Tichelmann (2014, s. Anhang 10.5) als Bewertungsgrundlage gewählt. Zum einen, weil ich sie (leicht adaptiert) als sehr geeignet für die Bewertung der drei von mir betrachteten Erhaltungsumsiedlungsprojekte halte, zum anderen, weil diese Arbeit mein erster Kontakt zum Thema Assisted Migration war und sich damit für mich der Kreis schließt. Ausschlaggebend für die Auswahl der drei Taxa, die im Rahmen der Recherche analysiert werden, waren die mögliche Eignung für eine erfolgreiche Translokation, der Bezug zu meiner „alten Heimat“, dem Lungau, beziehungsweise die mit diesen Arten verbundenen Lebensräume. Behandelt werden:

- Der Europa-Pelzfarn (*Paragymnopteris marantae*) in 6130 Schwermetallrasen (*Violion calaminariae*)
- Die Ufertamariske (*Myricaria germanica*) in 3230 Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von *Myricaria germanica*
- Das Scharlach-Adonisröschen (*Adonis flammea*) – Segetalvegetation

7.1 Allgemeine Aspekte

- Wie in den vorangegangenen Kapiteln mehrmals erwähnt, brauchen Organismen Raum und Zeit um auf Umweltveränderungen reagieren zu können – sie passen sich an, oder wechseln den Standort. Das hohe Tempo der derzeitigen Klimaveränderungen verstärkt die Belastung vieler Arten/Populationen.
- Translokationen (konservierende Umsiedlungen) sind ein Versuch die ausgewählte(n) Art(en) durch menschliche Hilfe vor dem Aussterben zu bewahren, oder die Funktionsfähigkeit eines Lebensraums sicherzustellen. Sie dienen, wie in den verschiedenen Richtlinien für Umsiedlungen vorgegeben, der Erhaltung der Biologischen Vielfalt und nicht dem Erhalt eines Individuums. Dieser Themenkreis wurde in den Kapiteln 4 und 6 (Translokationen, bzw. assisted migration) behandelt.
- Einer der Grundregeln der Erhaltungsumsiedlungen folgend, ist der Einsatz einer Methode immer gegen andere mögliche (in-situ-, bzw. ex-situ)-Maßnahmen abzuwägen (vgl. Kap. 6.2).

- Jedes Erhaltungsprojekt ist einer wissenschaftlichen (Nutzen-/Risiko-)Bewertung nach einer standardisierten Methode zu unterziehen. Dabei sind Translokationen über die Grenzen des aktuellen bzw. historischen Verbreitungsgebiets hinaus (Unterstützte Umsiedlung, oder Ökologischer Ersatz), durch die erhöhte Anzahl offener Fragen, einem erhöhten Risiko ausgesetzt, bzw. besitzen sie potentiell größere unbekannte Implikationen. Dieses erhöhte Risiko ist vor allem einem potentiellen invasiven Verhalten geschuldet (Kapitel 5) und kann durch Adaptives Management von Erhaltungsumsiedlungen hintangehalten werden – wie im Kapitel 6 erwähnt.
- Die Auswahl der Art(en) ist subjektiv (Art und Grad der Bedrohung, Sozioökonomische Hintergründe (Charisma), ökologische Bedeutung, etc.) und unterliegen daher unterschiedlichen ethischen Betrachtungsweisen – wie unter anderem in Bezug auf Endemiten (s. Kap. 3.4) oder Neophyten (s. Kap. 5.2) beschrieben. Nach Keel (2007) sind für Assisted migration geeignet:

Endemische Arten mit begrenztem Verbreitungsgebiet,
 Gefährdete Arten (Rote Listen),
 Arten, die sich nicht (mehr) effektiv ausbreiten können,
 Arten, die einen einzigartigen Lebensraum benötigen (wie Serpentin- oder Segetalflora),
 Arten mit engen Umwelttoleranzen, begrenztem Breiten- und Höhenbereich,
 Arten mit nur einer oder wenigen Populationen, geringer Populationsgröße und
 Arten mit geringerer Konkurrenzfähigkeit oder geringem evolutionärem Potential.

7.2 Rechtliche Grundlagen

Da die Grundlagen zur Bewertung der Rechtslage für alle drei analysierte Projekte gelten, wurden sie den Einzelbewertungen vorangestellt, die Punkte Risikomanagement, Auswahl des Siedlungsraums, Genetische Erwägungen, sozial-ökonomischer Aspekt, Durchführung, sowie Überwachung und Forschung wurden den einzelnen Bewertungen zugeteilt und anhand der Checkliste abgearbeitet.

Naturschutzrecht ist Österreich Landessache, daher müssen relevante internationale Vorschriften entsprechend der jeweiligen Landesgesetze umgesetzt werden, die zur rechtlichen Beurteilung (Umweltverträglichkeitsprüfung, Genehmigungspflicht, etc.) herangezogen werden (vgl. Wittmann, 2022).

Die relevantesten sind noch einmal kurz dargestellt:

Übereinkommen über die Biologische Vielfalt (CBD)

Art. 8: In-situ-Erhaltung

Artikel 9. Ex-situ-Erhaltung (cbd.int/)

Die Globale Strategie zum Schutz der Pflanzen (GSPC) ist ein Bestandteil der Konvention über die Biologische Vielfalt der Vereinten Nationen (CBD). Und hat das Gesamtziel, den Verlust an pflanzlicher Vielfalt zu stoppen (Sharrock & BGCI, 2012):

Ziel 7: In-situ-Erhaltung von 60 % der weltweit gefährdeten Arten

Ziel 8: 75 % der gefährdeten Pflanzenarten in zugänglichen Ex-situ-Sammlungen enthalten, vorzugsweise im Herkunftsland, und 20 % davon in Wiederansiedlungs- und Wiederherstellungsprogramme einbezogen.

Ziel 9: Erhaltung von 70 % der genetischen Vielfalt der Nutzpflanzen und anderer sozio-ökonomisch besonders wertvoller Pflanzenarten, einschließlich des damit verbundenen indigenen und lokalen Wissens

Übereinkommen über den internationalen Handel mit gefährdeten Arten freilebender Tiere und Pflanzen (CITES) ist ein internationales Abkommen zwischen Regierungen. Es soll sicherstellen, dass der internationale Handel mit Exemplaren wild lebender Tiere und Pflanzen das Überleben der Arten nicht gefährdet. (cites.int)

Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.(FFH-Richtlinie)

Bei der Ausführung der Bestimmungen dieser Richtlinie gehen die Mitgliedstaaten nach Artikel 22 der Richtlinie wie folgt vor (lexparency.de/eu):

„a) Sie prüfen die Zweckdienlichkeit einer Wiederansiedlung von in ihrem Hoheitsgebiet heimischen Arten des Anhangs IV, wenn diese Maßnahme zu deren Erhaltung beitragen könnte, vorausgesetzt, eine Untersuchung hat unter Berücksichtigung unter anderem der Erfahrungen der anderen Mitgliedstaaten oder anderer Betroffener ergeben, dass eine solche Wiederansiedlung wirksam zur Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustandes der betreffenden Arten beiträgt, und die Wiederansiedlung erfolgt erst nach entsprechender Konsultierung der betroffenen Bevölkerungskreise;

b) sie sorgen dafür, dass die absichtliche Ansiedlung in der Natur einer in ihrem Hoheitsgebiet nicht heimischen Art so geregelt wird, dass weder die natürlichen Lebensräume in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet noch die einheimischen wildlebenden Tier- und Pflanzenarten geschädigt werden; falls sie es für notwendig erachten, verbieten sie eine solche Ansiedlung.

Die Ergebnisse der Bewertungsstudien werden dem Ausschuss zur Unterrichtung mitgeteilt; c) sie fördern erzieherische Maßnahmen und die allgemeine Information in Bezug auf die Notwendigkeit des Schutzes der wildlebenden Tier- und Pflanzenarten und der Erhaltung ihrer Habitate sowie natürlichen Lebensräume“ (www.lexparency.de/).

Natura 2000

„Natura 2000 ist ein Netz von wichtigen Fortpflanzungs- und Ruhestätten für seltene und bedrohte Arten und einige seltene natürliche Lebensraumtypen, die als solche geschützt sind. Es erstreckt sich über alle 27 EU-Länder, sowohl an Land als auch im Meer. Ziel des Netzes ist es, das langfristige Überleben der wertvollsten und am stärksten bedrohten Arten und Lebensräume Europas zu sichern, die sowohl in der Vogelschutzrichtlinie als auch in der Habitatrichtlinie aufgeführt sind (www.umweltbundesamt.at).

EU-Verordnung 1143/2014 über invasive gebietsfremde Arten

Die Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 über invasive gebietsfremde Arten (IAS-Verordnung) ist am 1. Januar 2015 in Kraft getreten und erfüllt Maßnahme 16 des Ziels 5 der EU-Strategie zur Erhaltung der biologischen Vielfalt 2020 sowie das Aichi-Ziel 9 des strategischen Plans für die biologische Vielfalt 2011-2020 im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt. Das Kernstück der IAS-Verordnung ist die Liste der invasiven gebietsfremden Arten, die für die Union von Belang sind (die Unionsliste).

Die IAS-Verordnung sieht eine Reihe von Maßnahmen vor, die in der gesamten EU in Bezug auf die in der Unionsliste aufgeführten invasiven gebietsfremden Arten zu ergreifen sind. Es sind drei verschiedene Arten von Maßnahmen vorgesehen, die einem international vereinbarten hierarchischen Ansatz zur Bekämpfung von IAS folgen (ec.europa.eu):

Vorbeugung: eine Reihe von robusten Maßnahmen, die darauf abzielen, die absichtliche oder unabsichtliche Einschleppung von IAS, die für die Union von Belang sind, in die EU zu verhindern

Früherkennung und rasche Ausrottung: Die Mitgliedstaaten müssen ein Überwachungssystem einrichten, um das Vorhandensein von IAS, die für die Union von Belang sind, so früh wie möglich zu erkennen, und rasche Tilgungsmaßnahmen ergreifen, um ihre Ansiedlung zu verhindern.

Management: Einige IAS, die für die Union von Belang sind, haben sich bereits in einigen Mitgliedstaaten etabliert. Um ihre weitere Ausbreitung zu verhindern und die von ihnen verursachten Schäden zu minimieren, sind konzertierte Maßnahmen erforderlich.

Weitere politische und gesetzliche Regelungen:

Situationsgebunden können weitere relevante Umwelt-, privat-, wasser- oder forstrechtliche Vorschriften zur Anwendung kommen.

7.3 Anwendung der adaptierten Checkliste nach Tichelmann

Rechtslage

Worauf begründen sich Translokationen im Internationalen Recht?

Ist der Einsatz von Translokationen gesetzlich geregelt?

Gibt es anderweitige politische oder gesetzliche Regelungen?

Risikomanagement

Ist die Art (hoch) gefährdet?

Muss erwartet werden, dass sie Träger von Krankheitserregern/Parasiten ist?

War sie schon einmal in einem anderen Erhaltungsprojekt involviert?

Wird die Art in irgendeinem anderen Gebiet als „invasiv“ betrachtet.

Kann die Art einer anderen Spezies oder den Ökosystem gefährlich werden?

Hat die Art die Anlage sich invasiv zu verhalten?

Ist sie Spezialist oder Generalist?

Ist sie schnell oder langsam wachsend?

Wie pflanzt sich die Art fort?

Wie verbreitet sie sich?

Wie gut ist die Art wissenschaftlich untersucht?

Auswahl des Siedlungsraums

Erfüllt das Habitat die Bedürfnisse der Art?

Sind die Ressourcen für die eingeführte Art entsprechend verfügbar?

Können geeignete Umstände wiederhergestellt werden?

Wie weit ist das Zielgebiet von derzeitigen Siedlungsort entfernt?

Wie ist die Umgebung des ausgesuchten Habitats gestaltet?

Ist in den nächsten 100 Jahren eine Verschlechterung im Zielgebiet zu erwarten?

Genetische Erwägungen

Wie ist die genetische Struktur zwischen und innerhalb der Populationen gestaltet?

Wie viele Individuen sollten zur Etablierung einer neuen Population ausgebracht werden, wie oft?

Woher stammt das zur Ausbringung bestimmte Material?

Stellt Hybridisierung eine Gefahr dar?

Sozial-ökonomischer Aspekt

Wird ein volkswirtschaftlicher Nachteil oder Vorteil vorhergesagt?

Kann er abgeschätzt und finanziell abgegolten werden?

Übt die eingeführte Art eine Wirkung auf die Bevölkerung vor Ort aus?

Besitzt die Art Charisma und das Projekt dadurch problemlos vermittelbar?

Durchführung

Ist das Zielgebiet erreichbar?

Steht genügend Pflanzenmaterial zur Verfügung?

Wie hoch werden die Projektkosten sein – wer wird sie begleichen?

Ist die Gesellschaft vor Ort in die Durchführung einbezogen?

Überwachung und Forschung

Wo liegen die Ziele und wann gelten sie als erreicht?

Wer stellt die Überwachung (Kosten, Durchführung) sicher – für wie lange?

Wann muss eingegriffen werden?

Werden alle Daten öffentlich zugänglich sein?

Als erste Anwendung folgt die Bewertung der Translokation des Europa-Pelzfarns (*Paragymnopteris marantae*) in 6130 Schwermetallrasen (*Violion calaminariae*).

7.3.1. Serpentinvegetation

Serpentinstandorte – Biotoptypen (BT) Serpentinrasen, bzw. Schwermetallflur– kommen laut Pumpler (2016) nur sehr selten vor und weisen aufgrund der extremen Standortbedingungen seltene, hochangepasste, serpentin-tolerante Pflanzenarten auf. Das Kalzium-Magnesiumverhältnis und der erhöhte Gehalt an Schwermetall-Ionen auf Serpentin-Standorten sind für Pflanzen toxisch und wirken somit selektiv auf die Zusammensetzung der Vegetation – Standortsspezialisten dominieren (Mucina & Kolbek, 1993a).

Die wichtigsten Serpentin-Vorkommen in Österreich sind:

- im Bernsteiner und Günser Bergland (Burgenland),
- im Gurhofgraben bei Melk (Niederösterreich)
- Gulsenberg bei Kraubath (Steiermark)

Einen künstlich geschaffenen Standort stellt die Serpentingruppe des Botanischen Gartens der Universität Wien dar.

Charakteristisch für Serpentinrasen, die in Österreich nur inselartig verbreitet vorkommen, ist eine lückige, niedrigwüchsige relativ artenarme Krautschicht (Pflanzengesellschaft: *Armerio-Potentilletum arenariae*); sie sind nur z.T. natürlich waldfrei (ehemalige sekundäre Ausweitung durch Beweidung (Essl & UBA, 2008)).

Dem Biotoptyp (BT) Serpentinrasen wurden nach Stöhr 2022, S 29 neun Taxa zugeordnet, die allesamt gefährdet (VU) oder stark gefährdet (EN) sind: Wichtige Taxa sind unter anderem *Dianthus carthusianorum* subsp. *capillifrons*, *Festuca eggleri*, *Koeleria pyramidata* „var. *pubiculmis*“, *Myosotis stenophylla*, *Paragymnopteris marantae* und *Potentilla crantzii* var. *serpentina*. Serpentinpflanzen wachsen außerdem in Felsspalten, so *Asplenium adulterinum*, *Asplenium cuneifolium* und *Sempervivum pittonii*, sowie in Serpentin-Rot-föhren-Wäldern *Koenigia (Persicaria) alpina*; auch sie alle sind Rote-Liste-Arten.

Obwohl Serpentinrasen dem FFH-Lebensraumtyp 6130 Schwermetallrasen (*Violetalia calaminariae*) entsprechen, wiesen Serpentinstandorte lange Zeit keinen Schutzstatus auf (Holzner et al., 1989, Michalek et al. 2015) und waren so den Gefährdungen durch Forstwirtschaft, Steinbrüche, Bergbau, Beweidung, Aufforstung oder Verbuschung preisgegeben (Dillinger, 2014). Der Standort des Europa Pelzfarn (*P. marantae*) im Südburgenland (Günser Gebirge, Rumpersdorf) wurde um das Jahr 2000 Opfer einer Steinbrucherweiterung, die Art gilt als hier als ausgestorben (Schratt-Ehrendorfer et al., 2022).

Der BT Serpentinrasen gilt als kaum regenerierbar und ist daher österreichweit stark gefährdet – Österreich trägt eine hohe Verantwortung für diesen seltenen und kleinflächigen Biotoptyp (Essl & Egger, 2010). Daher wurden Gebiete der drei oben genannten Standorte in das Natura 2000-Netzwerk aufgenommen, Gefährdungen durch Gesteinsabbau oder Flächendegradierung bestehen vereinzelt aber weiterhin (Stöhr, O., 2022, S 29).

7.3.2 *Paragymnopteris marantae* (Syn. *Notholaena marantae*)

Europa-Pelzfarn

Nach Pumpler (2016, S.109) ist der Europa-Pelzfarn (*Paragymnopteris marantae*) aus der Familie der Saumfarngewächse (*Pteridaceae*) in Österreich der einzige Vertreter seiner Gattung und ausschließlich auf den seltenen Standorten über Serpentinegestein zu finden.

Abb. 7-1 Foto: H. Wagner in „Botanik im Bild“



Als besonders charakteristisch erweist sich das Taxon in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknung, welche an trockenen Serpentinstandorten von Vorteil ist.

Es handelt sich um einen kleinwüchsigen, kalkmeidenden, ausdauernden Hemikryptophyten¹, der eine Höhe von 4-35 cm erreicht. Die Blattspreite ist im Umriss länglich bis eiförmig. Die Fiedern sind flach ausgebildet, aber zeigen einen zurückgerollten Rand. Die Blattunterseite des Europa-Pelzfarns ist dicht ziegeldachig mit hellbraunen Schuppen besetzt. Die Sori² und die Sporangien werden erst zur Reifezeit zw. den Spreuschuppen sichtbar. Die letzten Blattabschnitte sind länglich-rechteckig und abgerundet. Blütezeit: VI – VII.

Rechtliche Situation

Der Europa-Pelzfarn gilt nach der aktuellen Roten Liste (Abb.7-1) im Burgenland als ausgestorben, an den Standorten in der Steiermark und Niederösterreich als stark gefährdet, wird aber in den Anhängen der FFH-Richtlinien nicht angeführt.

Taxon	RL	A	B	R	AL	BM	NV	SV	PA	V	nT	oT	S	K	St	O	N	W	B	VA	Areal	LD
Paragymnopteris marantae Syn. Notholaena marantae Pelzfarn	EN	1	-1	-1	•	•									•		•		†	D	Kosm	S

Tab.7-1 Quelle: Rote Liste in Schratt-Ehrendorfer et al.(2022)

Die In-situ-Standorte liegen, wie das geplante Zielgebiet (EUSG 10 Bernstein-Lockenhaus-Rechnitz), in Natura 2000 Gebieten, daher muss das Erhaltungsprojekt den relevanten Rechtsvorschriften entsprechen. Das benötigte Ausgangsmaterial kann auch von Ex-situ-Institutionen wie dem Botanischen Garten Wien bezogen werden (Hölbling, 2013; Tichelmann, 2014).

Risikomanagement

Obwohl es keinerlei Hinweise gibt, dass der Pelzfarn Schädlinge trägt, ist ein Gesundheitsscreening aller für das Projekt ausgewählten Individuen durchzuführen.(Tichelmann, 2014). Das Taxon wurde 2015 in die Serpentinegruppe des Botanischen Garten der Universität eingegliedert (Maßnahme nach Ziel 8 GSPC).

Von einem hochangepassten Spezialisten, der in Österreich nur auf Serpentinegestein vorkommt, ist kein invasives Verhalten zu erwarten.

¹ Mehrjährige Pflanzen, deren Erneuerungsknospen unmittelbar an der Erdoberfläche liegen. Die Knospen sind während der ungünstigen Jahreszeit durch, lebende oder abgestorbene Schuppen, Blätter oder Blattscheiden geschützt. (spektrum.de/lexikon/)

² In Gruppen zusammenstehende Sporangien auf der Blattunterseite von Farnen (spektrum.de/lexikon/)

Auswahl des Siedlungsraums

Der ehemalige Standort auf der Kleinen Plischa (KG Mönchmeierhof) wurde nach Melzer (1962) gerade erst entdeckt – der Autor beschreibt den Standort wie folgt:

„Wenngleich die Felsen ost- und sogar nordexponiert sind, fehlen doch keineswegs genügend Nischen, Vorsprünge, Spalten und Flächen mit ausgesprochener Südlage. Hier herrschen die extremen Bedingungen, die es unserem Farn ermöglichen, im mitteleuropäischen Klima zu gedeihen: starke Sonneneinstrahlung und dadurch verursachte große Wärme und Trockenheit, verbunden mit der Nährstoffarmut des Substrats. Diese Faktoren halten jede ernstliche Konkurrenz ab, haben dem Farn durch Jahrtausende eine Heimstätte bei uns ermöglicht.[...] Hoffen wir, daß (Sic) der Steinbruchbetrieb nicht zu stark ausgeweitet wird, damit dem Pelzfarn auch in ferner Zukunft sein bescheidenes Dasein gesichert sei.“

Leider fiel die damals schutzlose Spezies der Steinbrucherweiterung zum Opfer. Seit 2014 liegt das Gebiet in der Natura 2000-Region (Dillinger, 2014, S. 19).

Paragymnopteris marantae wird sowohl als typische Art für Serpentin-Trockenrasen, als auch für Serpentin-Felsspaltfluren angeführt (Ellmauer & Essl, 2005, S.167).

Der Pelzfarn ist auch nach Rumpler (2016) die dominierende Kennart der seltenen Serpentin-Felsspalten-Gesellschaft *Notholaeno-Sempervivetum hirti* (Serpentin-Strichfarn-Flur). Ich schließe mich dem Autor an, wenn er meint: *“Als Vegetationsmosaik aus Rot-Föhrenwäldern, Zwergstraucharten, Trockenrasen und Felsspaltengesellschaften mit Reliktpflanzen und Lokalendemiten (vgl. Holzner u. a., 1989, S. 206) repräsentieren Serpentinstandorte vielfältige Lebensräume, welche unter anderem auch als Habitat für viele seltene Pflanzenarten die Biodiversität in erheblichem Maße erhöhen. Daher muss es sich auch aus naturschutzkundlicher Perspektive um einen besonders erhaltens- und schützenswerten Biotoptypus handeln.“*

Genetische Erwägungen

Da der neu einzurichtende Standort isoliert ist, sind keine Interaktionen mit anderen Populationen zu erwarten. Sollte geplant sein, das für die Translokation vorgesehene Material aus dem BG Univ. Wien zu beschaffen, wäre es interessant zu prüfen, ob die Herkunft dieses Materials bekannt ist. Ansonsten ist eine Translokation aus dem nächstliegenden Standort sinnvoll, wobei die einschlägigen Leitlinien zur ex-situ-Erhaltung (z.B. Ensslin, 2019) einzuhalten sind. Eventuell sollten vor der Maßnahme entsprechende Untersuchungen durchgeführt werden (Kiehn, 2022).

Sozial-ökonomische Erwägungen

Die Translokation von *Paragymnopteris marantae*, an seinen ehemaligen Standort im EU-Schutzgebiet Bernstein-Lockenhaus-Rechnitz wird keinen volkswirtschaftlichen Nachteil mit sich bringen, sondern die, durch die Ausrottung entstandene Lücke in der Pflanzengemeinschaft wieder schließen.

Mit dem LEADER-Projekt „Serpentinstandorte im Südburgenland“, durchgeführt durch dem Naturschutzbund Burgenland wurde der erste Schritt gemacht, die ökologische Einzigartigkeit des Serpentinegebiets zu erheben, zu schützen und bei Bedarf zu verbessern, und sie als „öko- und naturhistorische Besonderheit der Region zu vermarkten“ (Pumpler, 2016; Michalek et al., 2015; Naturschutzbund Burgenland).

Durchführung

Der Biotoptyp Serpentinrasen gilt in Österreich als stark gefährdet, da er nur an wenigen Standorten vorkommt und kaum regenerierbar ist. Der Versuch einer Wiedereinführung nach dem anthropogen bedingten Verschwinden des Europa Pelzfarns am bekannten Standort auf der kleinen Plischa, bzw. einer Neuansiedlung in einem nahegelegenen, ebenfalls stillgelegten Steinbruch kann das Aussterberisiko der Art mindern und den Standort stärken (ökologischer Ersatz).

Als Quellen für das benötigte Material wäre der 2015 geschaffene Standort im BT Univ. Wien gut geeignet, da er dem Zielgebiet am nächsten liegt und keinen naturschutzrechtlichen Vorschriften unterliegt, wie die entfernteren Standorte in Niederösterreich und in der Steiermark (Natura-2000-Gebiete). Es sollte aber die Herkunft der im Botanischen Garten ausgebrachten Population geklärt sein.

Nach Abstimmung der Vorgangsweise mit den zuständigen Naturschutzbehörden vor Ort, der Abklärung der Kostenfrage und der möglichen Quelle(n), kann das für die Translokation vorgesehene Material ex-situ im BT vermehrt und an geeigneten Standorten im Schutzgebiet (EUSG 10 Bernstein-Lockenhaus-Rechnitz) ausgebracht werden.

Überwachung und Forschung

Nach Artikel 17 der FFH-Richtlinie ist mit der Ausweisung eines Natura 2000-Gebiets die Verpflichtung verbunden, die erforderlichen Schutz- und Erhaltungsmaßnahmen für einen günstigen Erhaltungszustand der Arten und/oder Lebensraumtypen auf Dauer sicherzustellen. Die Überwachung und Betreuung der umgesiedelten Populationen unterliegen daher der zuständigen burgenländischen Naturschutzbehörde.

Die wissenschaftliche Betreuung des Projekts übernimmt der Botanische Garten der Universität Wien, der auch die Öffentlichkeitsarbeit vor Ort unterstützt.

7.3.3 Das Weiden-Tamarisken-Gebüsch

Das Weiden-Tamarisken-Gebüsch (Salici-Myrcarietum) stellt nach Novotny (2022, S 73) die zentrale Gesellschaft des FFH-Lebensraums 3230 „*Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von Myricaria germanica*“ (CR-von völliger Vernichtung bedroht) dar, und kann in intakten Ausprägungen der Lebensraumtypen 3220 „*Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation*“ (Pionierstandorte auf Schotteralluvionen der Hoch- bis Tieflagen; EN-stark gefährdet) und 3240 „*Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von Salix elaeagnos*“ (EN) vorkommen. Trotzdem ist die Ufertamariske (*Myricaria germanica*) weder im Anhang II, noch im Anhang IV der FFH-Richtlinie aufgelistet – ähnlich dem Europa-Pelzfarn (s. Kap. 9.3.1).

Die Ufer- oder Deutsche Tamariske ist eine Pionierpflanze, die im Alpenraum auf Kies- und Schotterbänken fließender Gewässer mit hoher Dynamik vorkommt. Ihre enge biologische Nische wird durch die Begrenzung der Keimfähigkeit durch die hoch dynamischen Prozesse auf der Wasserseite und den massiven Konkurrenzkampf um Licht und Raum auf der Landseite begrenzt (Wittmann & Rücker, 2006). *M. germanica* ist ein lichtbedürftiger Habitatspezialist, der offene Lebensräume und eine ausreichende Wasserversorgung für die Keimung der Samen benötigt (Kudrnovsky, 2013a, Werth et al, 2014). Diese Lebensräume sind in den letzten Jahrzehnten mehr und mehr verschwunden, bedingt durch Uferverbauten, Ufersicherungen, Flussbegradigungen und Kraftwerksbauten. (vgl. Wittmann et al., 1996; Kudrnovsky & Höbinger, 2014). Heute gibt nur noch wenige große und zusammenhängende Populationen an natürlichen und naturnahen Flüssen, wie Durance, Isel und Tagliamento (Sitzia et al., 2021). Dieser Tatsache ist auch geschuldet, dass zahlreiche Wiederansiedlungsversuche (vgl. Kammerer, 2006; Wittmann & Rücker, 2006) gescheitert sind. Überschwemmungen und Dürreperioden dezimieren Populationen gerade in den Jugendstadien oft so stark, dass ein Überleben für sie nicht möglich ist, weil z.B. flussaufwärts keine Populationen mehr vorkommen, die keimfähiges Material abgeben könnten – es fehlt das dringend benötigte Biotopverbundsystem, das ein langfristiges Überleben sichert (ebd.).

Der hohen Verantwortung Österreichs für den FFH-Lebensraum 3220 wurde unter anderem durch die in Schutzstellung der Standorte in Tirol, Osttirol und Kärnten, in denen

die Ufertamariske als „Flag-Ship-Species“³ wirkt, Rechnung getragen (Kudrnovsky.2022, S 98f). Als weitere Methode zur In-Situ- Erhaltung können geschützte Bereiche mit „verringelter Dynamik“ wie Ausweitungen des Flussbettes oder Ausschotterungsbecken (Wittmann & Rücker, 2006) geschaffen werden.

Nach Michielon & Sitzia, (2015) kann *M. germanica* durch Samen und Stecklinge vermehrt werden, wobei zweijährige Containersetzlinge und einjährige bewurzelte Containerstecklinge die besten Vermehrungstechniken darstellen. Mehrere Botanische Gärten wie München (Burkhart, 2019) und Klagenfurt (kaernten.orf.at, 2022) kultivieren dieses Taxon ex-situ.

Ein Vergleich der bisher dokumentierten Wiederansiedlungsversuche (Harzer et al., 2018) hat gezeigt, dass die Lebensraumqualität, die Wiederansiedlungsmethode und die Anzahl der Individuen die Etablierung lebensfähiger Wildpopulationen beeinflussen. Erfolgreiche Wiederbesiedlungen wurden vor allem in Gewässerabschnitten mit naturnahen Wasser- und Geschieberegimen (Michielon & Sitzia, 2015), mit ausreichender Breite und geeigneten zusammenhängenden Kiesleistenhabitaten beobachtet (Egger et al, 2010, 2017).

7.3.4 Myricaria germanica

Ufertamariske, Deutsche Tamariske

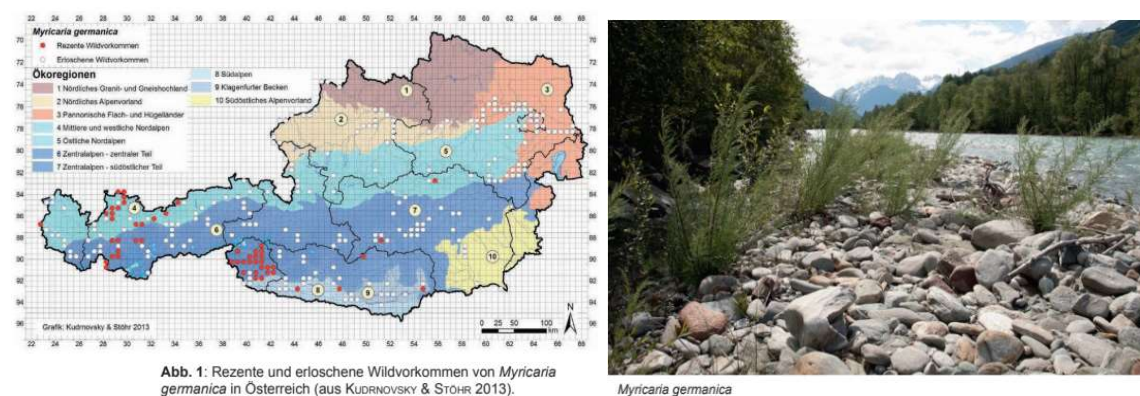


Abb. 7-2 Quelle: Kudrnovsky, 2022, S. 99

Die Ufertamariske ist nach Kudrnovsky (2022, S. 99) eine Indikatorart naturnaher dynamischer Alluvionen an Fließgewässern mit ausgeprägten Sand- und Schotterstrukturen.

³ Flagship species, im Naturschutz Bezeichnung für in der Öffentlichkeit als Sympathieträger wirkende Arten, mit deren Hilfe umfangreiche Schutzmaßnahmen für Lebensräume und andere Arten erreicht werden können (z.B. Gr. Panda). (spektrum.de/lexikon/)

Die Höhererstreckung der Vorkommen reichte ehemals entlang der Fließgewässer von den Gletschervorfeldern bis in die Tieflagen perialpiner Fluss-landschaften, wo die Art heute in Österreich überall ausgestorben ist.

Kudrnovsky & Stöhr (2013) zeichnen die historisch vergleichsweise weite Verbreitung der Art in Österreich nach.

Die Ufertamariske ist ein ausdauernder Halbstrauch, die Laubblätter sind 2-3 mm lang, graublaugrün, der Blütenstand endständig, eine dichte Traube. Die Krone blassrosa bis weiß, die 10 Staubblätter sind bis zur Hälfte miteinander verwachsen, der Griffel fehlt (Narbe sitzend), der Haarschopf der Samen ist gestielt. *M. germanica* erreicht eine Höhe von 60-200 cm und ein Höchstalter 30-65 Jahren, die Blütezeit ist von VI - VIII (vgl. flora-nhm-wien.ac.at/, 2007).

Rechtliche Situation

Nach den aktuellen roten Listen (Abb.7-2) gilt *M. germanica*, mit Ausnahme des Alpenraums in allen Regionen Österreichs als regional ausgestorben (RE).

Taxon	RL	A	B	R	AL	BM	NV	SV	PA	V	nT	oT	S	K	St	O	N	W	B	VA	Areal	LD
<i>Myricaria germanica</i> Ufertamariske	CR	2	-3	-2	•	RE	RE	RE	RE	†,u	•	•	†	•	•	†	†	†	†		Euras	B
Aufgrund von Flussregulierungen nur noch wenige Restvorkommen, v.a. an Lech und Isel. Wiederansiedlungsversuche zumindest teilweise ohne Erfolg.																						

Tab. 7-2 Quelle: Rote Liste in Schratt-Ehrendorfer et al.(2022)

Wie der Pelzfarn findet sich auch die Ufertamariske weder in Anhang II, noch in Anhang IV der FFH-Richtlinie, die Vorkommen in Osttirol sind seit 2015 im Natura 2000 Osttiroler Gletscherflüsse für den Lebensraumtyp 3230 „*Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von *Myricaria germanica**“ unter Schutz gestellt. Das Zielgebiet im „*UNESCO Biosphären Park Salzburger Lungau & Kärntner Nockberge*“ und etwaige Quellgebiete liegen innerhalb Österreichs zum Teil in Natura 2000 Gebieten. Ein Erhaltungsprojekt muss auch hier den relevanten Landesgesetzen entsprechen.

Risikomanagement

Die Ufertamariske ist nicht als Träger von Krankheitserregern/Parasiten bekannt. Es wurden in Österreich schon einige Erhaltungsprojekte für das Taxon durchgeführt (vgl. Kammerer, 2006; Wittmann & Rücker, 2006; Harzer et al.,2018). Die neu angesiedelten Populationen waren aber zu klein, um negativen Umwelteinflüssen (Hochwasser, Schneedruck) in frühen Vegetationsstadien (ebd.) und der Konkurrenz (Verschattung) durch andere Arten (Weiden) in späteren Vegetationsstadien (Scheidegger & Wiedmer,

2014) auf die Dauer standzuhalten Als absoluter Spezialist für den beschriebenen Lebensraumtyp und konkurrenzschwache Art gefährdet die Ufertamariske keine anderen Arten oder Lebensräume. Die Ausbreitung kann über Samen und/oder Stecklinge erfolgen. *M. germanica* ist durch die Forschungen des Botanischen Gartens Klagenfurt (Kärnten, orf, 2022) und das Art.11 Monitoring (Kudrnovsky, 2022) in den Schutzgebieten gut bekannt.

Auswahl des Siedlungsraums

Die Metapopulationsstruktur der Deutschen Tamariske (Scheidegger & Wiedmer, 2014; Werth & Scheidegger, 2014) bedingt ausreichend große Populationen, die Verfügbarkeit geeigneter Lebensräume und die Vernetzung der Populationen zur Erhaltung (Werth et al., 2012).

Nach Wittmann & Rücker (2006) können bei der „*Wiederherstellung entsprechender Lebensräume zwei Strategien beschritten werden: zum einen die Schaffung wirklich großer dynamischer Standorte mit individuenreichen Populationen (Gewässerverbundsystem), zum anderen die Schaffung kleinerer Tamarisken-Lebensräume mit dosierter und limitierter Substratdynamik*“ (Ausschotterungsbecken am Fritzbach).

Bei der Bepflanzung der, im Zuge der Renaturierungsmaßnahmen am Oberlauf der Mur im „*UNESCO Biosphären Park Salzburger Lungau & Kärntner Nockberge*“ neugeschaffenen Lebensräume könnte eine (Wieder-, bzw. Neu-)Besiedelung mit der Ufertamariske ins Auge werden – unter Berücksichtigung beider Strategien. Teile dieser Lebensräume werden schon jetzt als naturnahe Erholungsgebiete benutzt.

Genetische Erwägungen

Neben dem Rückgang der Populationsgröße und -dichte durch die starke Fragmentierung der Lebensräume ist auch eine Abnahme der genetischen Vielfalt gut dokumentiert (Werth et al., 2014; Scheidegger & Wiedmer, 2014).

Dieser könnte durch die Verwendung von Vermehrungsmaterial aus verschiedenen natürlichen und Ex-situ-Standorten begegnet werden. Die Anzahl der benötigten Individuen hängt von der Größe des geplanten Projekts ab.

Sozial-Ökonomischer Aspekt

Volkswirtschaftlich wird das Projekt wenig Wirkung zeigen, ich glaube aber, dass die Wiedereinführung einer ehemals einheimischen Art und die Mitarbeit an der Herstellung eines EU-Lebensraumtyps dem „Biosphären-Gedankengut“ entspricht.

Durchführung und Überwachung

Das Zielgebiet im Bereich der neu errichteten Naherholungsgebiete bei St. Michael/Lg. und Unternberg sind gut erreichbar, die Beschaffung des benötigten Pflanzenmaterials sollte kein Problem darstellen: Die nächstliegenden Standorte der Ufertamariske liegen in den Osttiroler Natura 2000 Gebieten und in Oberkärnten, hier sind die geltenden Naturschutzvorschriften zu beachten. Das benötigte Vermehrungsmaterial könnte aber auch über den Botanischen Garten Klagenfurt beschafft werden, der bereits in Forschungsprojekte an *M. germanica* involviert ist (kärnten, orf, 2022), und daher potentiell die wissenschaftliche Betreuung des Projekts übernehmen könnte .

Eine erfolgreiche Erhaltungsumsiedlung benötigt die Zusammenarbeit aller relevanten Fachleute (Biologen, Naturschutz, Wasserbau, Politik, etc.) mit dem notwendigen Wissen bzw. technischen „Knowhow“. Erfahrung mit Ansiedlungsversuchen (Wittmann, 2006) wäre natürlich von Vorteil. Persönlich tendiere ich, aufgrund der Veröffentlichungen bisheriger Versuche einer Wiederansiedlung der Ufertamariske, zur Anlage mehrerer kleiner geschützter Standorte (z.B. Ausschotterungsbecken und ähnliche Ausweitungen.), die nicht zu weit voneinander entfernt sein sollten. Als Pionierpflanze dieses Lebensraums sollte die Einbringung des Taxons vor der Pflanzung anderer Arten erfolgen. Die Koordination der notwendigen Maßnahmen und auch die Kostenfrage ist mit dem Management des Biosphärenparks und den mitwirkenden Gemeinden in Zusammenarbeit mit den zuständigen Naturschutzorganen abzuklären. Begleitende Veranstaltungen zur Umsiedelung der Ufertamariske sollten die Bevölkerung des gesamten Biosphärenparks informieren um weitere Standorte im Lungau zu ermöglichen. Standorte, die von einem Hochwasser geschädigt wurden sollten umgehend verstärkt werden.

7.3.5 Segetalvegetation

Nach Holzner (1994.) versteht man unter Segetalvegetation (auch Ackerwildkräuter, Ackerbegleitarten oder Ackerbeikräuter genannt) eine Gruppe von Pflanzenarten, die den Lebensraum des pflanzlich genutzten Ackers mit den dort angebauten Feldfrüchten teilen. Viele dieser Arten wurden, wie schon erwähnt, während der Neolithischen Revolution nach Mitteleuropa eingeführt. Sie zählen daher zu den Archäophyten.

Die Ackerwildkräuter haben ihren Lebenszyklus an die regelmäßige Bearbeitung des Ackers angepasst und bringen ihre Samen vor der Bearbeitung ihres Lebensraums zur Reife, oder bilden unterirdische Dauerorgane wie Knollen, Zwiebeln und Rhizome.

Zahlreiche dieser Arten haben sich nach Hanf (1984) dieser Bewirtschaftungsform nicht nur angepasst, sondern bedürfen ihrer zum Überleben. Von den verschiedenen Pflanzengesellschaften im Acker, deren Zusammensetzung sich nach der Art der Bodenbearbeitung, Bestellungs- und Erntemaßnahmen, Düngung und den angebauten Kulturpflanzen unterscheidet, sei als Beispiel *Caucalido-Adonidentum flammeae* erwähnt: Die meisten für diese Gesellschaft charakteristischen Arten sind frühblühende Winterannuelle, daher gedeiht die Gesellschaft im Wintergetreide besonders gut (Bergmeier et al., 2021). Die Pflanzengesellschaften der Kalkäcker sind eng an ihren Lebensraum gebundene Spezialisten.

Übersicht über die standörtliche Gliederung der Ackerwildkraut-Gesellschaften (nach Ellenberg & Leuschner 2010 und Hofmeister & Garve 2006, verändert).					
Klasse	Ackerwildkrautgesellschaften				
Ordnungen	Klatschmohn-Gesellschaften		Windhalm-Gesellschaften		Lein-Gesellschaften
Basenversorgung	Basen-/kalkreich		Bodensauer		Bodenvag (neutral)
Verbände	Haftdolden-Gesellschaften	Erdrauch-Gesellschaften	Ackerfrauenmantel-Gesellschaften	Vielsamen-Gänsefuß-Gesellschaften	Fingerhirschen-Gesellschaften
Vorkommensschwerpunkt	Getreide-/Winterfruchtkulturen	Hack-/Sommerfruchtkulturen	Getreide-/ Winterfruchtkulturen	Hack-/ Sommerfruchtkulturen	Sommerwarme Hack-/ Sommerfruchtkulturen

Tab. 7-3 Ackerwildkräuter fördern - BUND Naturschutz <https://www.bund-naturschutz.de> › Artenvielfalt

Die Schutzwürdigkeit der Segetalvegetation liegt, neben den rechtlichen Regelungen zur Erhaltung der Biologischen Vielfalt, in ihrer Entwicklungsgeschichte (DVL, 2010, S. 16), oder ihrer potenziellen Nutzbarkeit (Hoffmann, 2013), wie beispielsweise als Nahrung und Lebensraum für Insekten (!) und Tierarten der offenen Agrarlandschaften (z.B. Feldhasen), oder als Erosionsschutz durch die vielfältigen Wurzelsysteme. Über die Interaktionen der Ackerwildkräuter mit den Bodenlebewesen und den damit verbundenen Leistungen des Ökosystems ist wenig bekannt. Ackerwildkräuter können wertvolle Pflanzeninhaltsstoffe und hohe Nährwerte im ernährungsphysiologischen Sinn beinhalten, was ihren Einsatz als Heil- und Nahrungsmittel ermöglicht (Rüscher, 2013).

Dass Ackerflächen, im Gegensatz zu anderen Lebensräumen, nichtzyklischen Nutzungsänderungen (Fruchtfolgewechseln) unterliegen, erfordert nach Lenglachner et al., (2018) die „*Umsetzung von Artenschutz am Acker eine tiefergehende Auseinandersetzung mit den unterschiedlichen Anbaumethoden, Fruchtfolgen und ihrer jeweiligen und oft sehr spezifischen Ackerbegleitvegetation*“. Für die Erarbeitung eines an die wichtigsten Zielarten angepassten Bewirtschaftungsregimes, geben die Lenglachner et al. (2018) folgende Grundsätze an:

- *Dünger- und herbizidfreie Bewirtschaftung (biologischer Landbau)*
- *zielartengerechte Bodenbearbeitung*
- *Reduktion der mechanischen Unkrautbekämpfung während des Auflaufens der Zielarten* • *wintergetreidebetonte Fruchtfolge*
- *Saatstärkevariation (-reduktion)*
- *Höherer Schnitt bei der Ernte*
- *Zielarten-angepasster (späterer) Stoppelsturz (unter Vermeidung der Förderung problematischer konkurrenzstarker Wildkräuter).*

In den Anhängen I und II der FFH-Richtlinie kommen keine Ackerlebensräume bzw. relevante Ackerbeikrautarten vor, obwohl zahlreiche Arten der Segetalflora (stark) gefährdet oder bereits ausgestorben sind (DVL, 2010).

Nach Stöhr (2022, 30) beträgt in Österreich der Anteil der Rote-Liste-Arten auf Äckern 43% , unter anderem *Adonis flammea* (EN), *Agrostemma githago* (CR), *Bromus secalinus* (EN), *Galium parisiense* (CR). Fünfzehn Arten der Segetalflora wie etwa *Silene linicola* , , *Hypochaeris glabra*, oder *Cuscuta epilinum* sind bereits ausgestorben/verschollen – das ist die höchste Anzahl im Vergleich zu anderen Biotopgruppen.

Der starke Rückgang ist zum einen in den grundlegenden Nutzungsänderungen (Intensivierung, Technologisierung) in der Landwirtschaft seit den frühen 1950er Jahren, zum anderen in der eingeschränkten Verfügbarkeit an Lebensräumen im westlichen Alpengebiet, bedingt durch die vermehrte Grünlandwirtschaft, geschuldet (vgl. Strauch, 2018; Stöhr, 2022).

Davon betroffen sind nicht nur die Ackerflächen, sondern auch die Ackerränder, Raine, Säume und Waldränder, die zum Großteil „wegrationalisiert“ wurden – mit ihnen die dort vorkommenden Taxa. Es sind aber gerade diese eher extensiv genutzten Teilbereiche, wie z.B. Randfurchen, die auch in der konventionellen Landwirtschaft eine höhere Biodiversität zeigen (vgl. Rüscher, 2013; Lenglachner et al., 2018).

Dies ist ein gutes Beispiel dafür, dass die Intensität der Bewirtschaftung einer Fläche einen stärkeren Einfluss auf ihre Biologische Vielfalt hat als die Nutzungs-Methode (biologisch vs. konventionell). Generelle Gründe für die Rückgänge der Ackerbeikräuter sind laut Pinke et al. (2011, S.426) und dem Deutschen Verband für Landschaftspflege (DVL, 2010, S 7): Die Weiterentwicklung von Ernte- und Dreschtechnologien, Moderne Saatgutreinigungsmethoden, die Intensivierung der Landwirtschaft: Anwendung von Herbiziden, Düngung, Aufkalkung, Drainage, ein zeitiger Stoppelumbruch.

Die Auflassung der Bearbeitung, invasive Arten und die Fragmentierung der Landschaft, die zu räumlicher und genetischer Isolation führen kann.

7.3.6 *Adonis flammea*

A. flammea aus der Familie der *Ranunculaceae*

(Hahnenfußgewächse) ist ein einjähriger, giftiger Therophyt⁴, der etwa 20-50 cm hoch wird. Die 5-8 gelb-leuchtendroten Kronblätter sind 4-5mal so lang wie breit, schmal bis linealisch lanzettlich und können oft verschieden groß sein.



Abb. 7-3 Foto: Botanik im Bild Adonis-flammea Ernst Horak, 18.02.01

Die mehr oder weniger behaarten Kelchblätter verkahlen zur Spitze hin, der Stängel ist am Grund weich behaart (Unterscheidungsmerkmal zu *A. aestivalis*) und kann sich mit langen Ästen im unteren Drittel verzweigen. Die Früchte von *A. flammea* sind locker stehende Nüsschen mit einem schwarzen Schnabel, er nach oben gerichtet ist. Dieser Schnabel ist bei *A. aestivalis* grün. Die Blütezeit ist von VI-VIII.(vgl.infoflora.ch/flora)

Rechtliche Situation

A. flammea ist europaweit vom Aussterben bedroht, (DVL, 2010, S. 13), in Österreich stark gefährdet und sehr selten (Schratt-Ehrendorfer et al., 2022), wird aber, wie auch andere Ackerbeikräuter, in den Anhängen der FFH-Richtlinie nicht angeführt. Es gelten die relevanten Landesgesetze, die einer Wiederansiedlung nicht widersprechen.

Taxon	RL	A	B	R	AL	BM	NV	SV	PA	V	nT	oT	S	K	St	O	N	W	B	VA	Areal	LD
<i>Adonis flammea</i> Scharlach-Adonisröschen	EN	2	-2	-2	RE	CR	RE	RE	•		u	-	u	u	†	†	•	•	•		Euras	H
Ehemals vor allem segetal, rezent manchmal ruderal.																						

Abb. 7-4 Quelle: Rote Liste (Schratt-Ehrendorfer et al., 2022)

Risikomanagement

Generell sind in allen Naturräumen Österreichs die segetalen Arten durch die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung oder aber auch durch die Aufgabe des Getreideanbaus in höher gelegenen Alpentälern gefährdet (Billensteiner, 2022, S.22). *A. flammea* ist für „seine“ Pflanzengesellschaft *Caucalido-Adonidentum flammeae* exemplarisch. Die Gefährdungsursachen und Schutzmöglichkeiten sind auf andere Arten der Gesellschaft übertragbar (Noack, unveröffentlicht).

⁴ein Typ der Lebensformen bei Pflanzen, bei dem die ungünstige Jahreszeit (Kälte, Trockenheit) im Stadium von widerstandsfähigen Samen überdauert wird, der Entwicklungszyklus also innerhalb der zum Teil recht kurzen Vegetationsperiode durchlaufen wird und so auch relativ lebensfeindliche Standorte besiedelt werden können (spektrum.de/lexikon/)

Obwohl keine Krankheitserreger/Parasiten auf den Arten zu erwarten sind, sind die obligaten phytosanitären Maßnahmen (lt. IPPC)⁵ anzuwenden. Es haben schon zahlreiche Forschungs- und Erhaltungsprojekte zum Schutz der Segetalflora im In- und Ausland stattgefunden (vgl. Barth & Engel, 2009; Lenglacher et al., 2018; Meisel, 1979; Meyer et al., 2010). Die Pflanzengesellschaften der Kalkäcker sind eng an ihren Lebensraum gebundene Spezialisten, und werden daher anderen Species oder Ökosystemen nicht gefährlich. Als einjähriger Therophyt unterliegt *A.flammea* in Bezug auf Fortpflanzung (Samen) und Ausbreitung stark dem Management seines Standorts (Anbaufläche). Ackerbegleitarten brauchen Standorte mit einer extensiven Bewirtschaftung, an die sie sich im Laufe der Jahrtausende angepasst haben. (vgl. Stöhr, 2022)

Auswahl des Siedlungsraums

Nach Bergmeier et al., (2021) werden die segetalen Arten durch die flächendeckende Anwendung von synthetischen Mineraldüngern und Herbiziden, durch dichtere Saat, frühere Ernte und Stoppelumbruch gleich nach der Ernte marginalisiert und fragmentiert. In manchen Gebieten konnten aber Ackerränder und Felder als Kleinstrefugien für die Ackerwildkräuter erhalten werden.

So verhält es sich auch in meiner alten Heimat, der „*UNESCO Biosphäre Lungau*“. Hier werden schon seit geraumer Zeit alte Getreidesorten wie der Tauernroggen (vgl. bml.gv.at, 2022) in 12 Biobetrieben, oder der Binkel (meinbezirk.at., 2022) in der Landwirtschaftlichen Fachschule Tamsweg im Rahmen des Deutsch-Österreichischen Interreg Projekts mit dem Titel „*Urgetreide Binkel – Chancen für die Rekultivierung einer historischen Getreideart des Voralpen- und Alpenraums*“ wieder angebaut. In solche Standorte könnten gefährdete Taxa der entsprechenden Pflanzengesellschaften eingebracht werden, wie z.B. aus der Haftdolden-Adonisröschen-Gesellschaft, die nach Bergmeier et al. (2021) warme, trockene Ackerstandorte, mit tonig-lehmigen kalkhaltigen Böden bevorzugt.

Auf die bei allen Translokationsprojekten gebotene Vorsicht (s. Kap. 6), weisen auch Lenglacher et al. (2018) hin, wenn sie schreiben: „*Es ist festzuhalten, dass auf Neuflächen mit hohem Entwicklungspotential die in der Literatur empfohlene Beobachtungszeit von 2-3 Jahren unbedingt eingehalten werden sollte, um auch (Ziel-)Arten mit komplexer Keimungsökologie ein Auflaufen aus der Boden-Samenbank zu ermöglichen, bevor Zielarten künstlich eingebracht werden (z.B. van Elsen et al. 2015).*

⁵ Internationale Pflanzenschutzkonvention (IPPC)

In jedem Fall ist daher die Erhaltung der wenigen verbliebenen, noch artenreicheren Ackerwildkrautfluren (auch wenn diesen hochgradig gefährdete Arten fehlen) einer Neu-Etablierung in verarmten Intensivackerflächen vorzuziehen. Aus heutiger Sicht sollten alle Möglichkeiten der in-situ Erhaltung ausgeschöpft werden, von der Unterstützung der LandwirtInnen durch adäquate Förderinstrumente bis hin zur Ausweisung von Artenschutzäckern.“

Genetische Erwägungen

Kleine Populationen beinhalten immer die Gefahr der Genetischen Drift⁶. Die Auswahl des Ursprungsmaterials für eine Translokation, aus der Natur oder vorhandenen Samenbanken, muss daher nach den diversen Leitlinien (Ensslin, 2012; Zippel & Lauterbach, 2018) sorgfältig erwogen werden.

Sozialökonomischer Aspekt

Ein volkswirtschaftlicher Nachteil der Translokation kann für das Zielgebiet nicht vorausgesagt werden, ist aber nicht zu erwarten, da es dem Management der involvierten Betriebe unterliegt, in welchen Ausmaß und örtlichen Gegebenheiten sie die Einführung durchführen wollen. Für diese Betriebe ist das Auftreten von Ackerwildkräutern auf ihren Feldern ein Kennzeichen für langjähriges „biologisches“ Wirtschaften. Das Bild des „bunten Kornfelds“ wird aber auch von der Bevölkerung (und den Gästen) seit jeher begrüßt und gehört in meinen Augen auch zum Selbstverständnis eines Biosphärenparks. Die Definition „Unkräuter sind Pflanzen, die mehr schaden als nützen“. ist laut Holzner (1994) sehr subjektiv und von zahlreichen Faktoren abhängig. „Dem trägt eine andere Definition Rechnung: „Unkräuter sind Pflanzenarten oder Pflanzenbestände, die den Zielen des Bewirtschafters einer bestimmten Fläche im Wege sind“ (Holzner, 1994, S.16). Die Bemühungen der involvierten Landwirte können im Rahmen eines abgeholzten Naturschutzes (ÖPUL) entsprechend berücksichtigt werden ⁷.

⁶ genetische Drift, Gendrift, zusammenfassender Begriff für alle genetischen Veränderungen einer Population, die nicht durch Selektion, sondern rein zufällig in der Generationenfolge auftreten. Zu nennen ist insbesondere der Verlust von Allelen in Zeiten geringer Populationsstärken. Dies bedeutet auf der einen Seite eine Verringerung der genetischen Variabilität und Anpassungsfähigkeit, auf der anderen Seite können so jedoch konkurrenzschwächere Allele leichter zur Geltung kommen (spektrum.de/genetische Drift).

⁷ Österreichisches Programm für umweltgerechte Landwirtschaft
https://info.bml.gv.at/themen/landwirtschaft/eu-agrarpolitik-foerderungen/laendl_entwicklung/ausgewaehlte_programminhalte/oepul.html

Durchführung, Überwachung und Forschung

Der in-situ Schutz einer Art/ Population bzw. eines Lebensraums hat, wie in dieser Arbeit bereits öfters betont absoluten Vorrang (IUCN, 2020), das gilt natürlich auch für *A. flammea* und andere Arten der Segetalflora. Wenn aber, wie derzeit im Lungau, durch die „Rückkehr“ zu alten Getreidesorten und biologischer Bewirtschaftung der Ackerflächen neue, für Ackerwildkräuter potentiell geeignete Lebensräume (Schutzacker) geschaffen werden, sollte man Umsiedlungen gefährdeter Arten an diese neuen potentiellen Standorte nicht prinzipiell ausschließen (vgl. IPTC, 2022). Es sollte daher, nach genauer Untersuchung der eventuellen Zielräume, und wenn bereits Arten der Pflanzen-Gesellschaft *Caucalido-Adonidetum flammeae* etabliert sind, im Sinne eines ökologischen Ersatzes versucht werden, geeignete Taxa an diese Standorte zu translozieren. Zum einen wird dadurch der Standort aufgewertet (erhöhte Biologische Vielfalt), zum anderen einer gefährdeten Spezies ermöglicht in einem neuen Lebensraum Fuß zu fassen und so ihr Aussterberisiko zu mindern.

Das notwendige Verbreitungsmaterial sollte von Samenbanken, bzw. Botanischen Gärten und ähnlichen Institutionen gesammelt und entsprechend aufbereitet werden. Die Ausbringung des ausgewählten Vermehrungsmaterials (Samen) ist mit keinem Mehraufwand verbunden. Es ist aber auch in diesem Fall, wie bei jeder anderen Translokation zu Erhaltungszwecken, die wissenschaftliche Betreuung durch eine entsprechende Einrichtung unumgänglich. Diese könnte gemeinsam mit der Landwirtschaftskammer, der Leitung des Biosphärenparks und anderen Interessensvertretungen auch die Kostenfrage lösen und die Kommunikation des Projekts unterstützen. In ihrer Arbeit „Ackerunkräuter – Ackerwildkräuter“ haben Arlt et al. (1991) versucht, „die Spanne zwischen Bekämpfung und Schutz, in der man sich bewegt, wenn man sich mit Segetalpflanzen beschäftigt,“ in Text und Bild darzustellen. Unter anderem mit einem Gedicht von Julius Storm (1816-1896, Thüringen):

Der Bauer und sein Kind

Der Bauer steht vor seinem Feld und zieht die Stirne kraus in Falten:

„Ich hab den Acker wohl bestellt, auf reine Aussaat streng gehalten;

nun seh’ mir eins das Unkraut an! Das hat der böse Feind getan.

Da kommt sein Knabe hochbeglückt, mit bunten Blumen reich beladen.

Im Felde hat er sie gepflückt; Kornblumen sind es, Mohn und Raden.

Er jauchzt: „Sieh, Vater, nur die Pracht! Die hat der liebe Gott gemacht.“

8. Fazit und Ausblick

UN-Generalsekretär António Guterres hat die Teilnehmerstaaten des Weltnaturgipfels in Kanada zum "*Friedensschluss mit der Natur*" aufgerufen:

„Wir führen Krieg gegen die Natur. Bei dieser Konferenz geht es um die dringende Aufgabe, Frieden zu schließen“, appellierte Guterres, *„und letztlich begehen wir damit stellvertretend Suizid, denn der Verlust von Natur und Artenvielfalt geht mit gewaltigen Kosten für die Menschheit einher.“* Auf dem Weltnaturgipfel müsse die *„Orgie der Zerstörung“* beendet werden: *„Keine Ausreden. Keine Verzögerungen. Versprechen müssen gehalten werden“* (red.ORF.at/Agenturen, 2022).

So eindringlich waren auch die Worte des UN- Generalsekretärs zur Entwicklung des Weltklimas Ende 2020, die den Beginn dieser Arbeit bilden. Die Erhaltung der globalen Biodiversität hat an Bedeutung gewonnen und damit ist auch die „Wahl der Waffen“ mit anderen Augen zu sehen, wie McLachlan et al. schon 2007 feststellten: *„This war will have to be fought with the army we have, not the army we want.“*

Der Einsatz der unterstützten Ansiedlung (Assisted migration/colonisation) als Maßnahme zur Erhaltung wird, wie man sieht, schon seit Jahren von den Erhaltungsbiologen sehr kontrovers diskutiert. Heute werden Umsiedlungen zu Erhaltungszwecken (translocations) allgemein anerkannt und gewinnen vor dem Hintergrund der Klimaerwärmung immer mehr an Bedeutung (IPTC, 2022; IUCN, 2020).

Ziel dieser Arbeit ist es zu zeigen, dass Erhaltungsumsiedlungen, im speziellen die *„Unterstützte Migration“*, unter Einhaltung aller Vorsichtsmaßnahmen in bestimmten Fällen durchaus das Mittel der Wahl zur Erhaltung einer Art/Population sein können.

Für jedes Erhaltungsprojekt sind die geplanten Maßnahmen und möglichen Risiken zu bewerten, am besten unter Anwendung einer Checkliste nach den Regeln eines Adaptiven Managements. Das gilt, auf Grund der zahlreichen offenen Fragen und den damit verbundenen Unwägbarkeiten, insbesondere für Umsiedlungen, die über die Grenzen des Verbreitungsgebiets hinausgehen. Ich habe für meine Arbeit die Checkliste von Tichelmann (2014) zur Bewertung der Rahmenbedingungen von Translokationen herangezogen. Die unterschiedlichen Aspekte, die zur Beantwortung der Fragen berücksichtigt werden müssen, waren das Grundgerüst für den Aufbau dieser Arbeit: Der biologische, der ethische, der rechtliche und der sozioökonomische Aspekt.

Lebende Organismen haben drei Möglichkeiten auf Umweltveränderungen zu reagieren: Sie können sich entweder an die neuen Gegebenheiten anpassen, in Lebensräume ausweichen, die ihren Bedürfnissen eher entsprechen, oder „von der Landkarte verschwinden“. Nach den Worten von Hällfors (2014): „*Adapt, move or die.*“

Anpassung und Ortsveränderung brauchen immer Raum und/oder Zeit, wie in den beiden großen Kapiteln – „*Das Klima – ein komplexes System im Wandel*“ und „*Biodiversität*“, die eng miteinander verflochten sind – gezeigt werden konnte.

Hier wird deutlich, dass die meisten Taxa mit dem Tempo des anthropogen bedingten Klimawandels nicht mithalten können, was die Lage, der, ohnedies schon gefährdeten Arten verschärft. Dass auch diese Gefährdungen, wie beispielsweise das Problem „*Neobiota*“, zum Großteil auch auf menschlichem Tun beruhen (Stöhr, 2020) erhöht unsere (menschliche) moralische Verpflichtung zur Erhaltung/Verbesserung der biologischen Vielfalt (Weish, 2021).

Die zahlreichen Versuche (Maßnahmen) dieser Verpflichtung auf internationaler, nationaler und lokaler Ebene gerecht zu werden, zeigen das steigende Bewusstsein um die Wertigkeit der Biodiversität und den Erhalt intakter Lebensräume: die diversen naturschutzrechtlichen Vorschriften, die Bemühungen zur Erhaltung von Arten besonderer Verantwortung die zahlreichen Naturschutzorganisationen wie CBD, GSPC, IPBES, IUCN und der aktive Naturschutz zahlreicher Erhaltungsbiologen und anderer relevanter Experten, (auch im Sinne des One-Health-Ansatzes) seien hier stellvertretend genannt. Für die praktische Umsetzung, der leider oft nur am Papier bekundeten „Bereitschaft“ zum Schutz der Biologischen Vielfalt, möchte ich noch einmal meine wichtigsten Erfahrungen vom 1st IPTC 2022 in Rom zusammenfassen:

Jedes Translokationsprojekt ist einzeln zu prüfen und darf bei einer möglichen Beeinträchtigung von Arten/Populationen am Ziel-, bzw. Quellstandort nicht durchgeführt werden.

Das Wissen über die biotischen und abiotischen Ansprüche der Arten, die Interaktionen zwischen den Arten, den Arten und ihrer Umwelt und die relevanten Verhältnisse am Quell-, bzw. Zielstandort ist für den Erfolg einer Translokation „*conditio sine qua non*“. Unter Berücksichtigung der entsprechenden Schutzmaßnahmen sind alle Möglichkeiten (Methoden, Materialquellen) zu nutzen. Dabei hat die Erhaltung, bzw. Schaffung intakter Lebensräume höchste Priorität.

Da der Verlust der Biodiversität ein globales Problem darstellt, ist der regelmäßige Erfahrungsaustausch möglichst vieler, mit der Thematik Beschäftigter notwendig.

Dazu ist ein Kommunikationssystem notwendig, das mit vergleichbaren Daten arbeitet. Denn nur so können aktuelle Richtlinien erstellt werden, die von der Vorbereitung, über die Durchführung und Überwachung bis zur Bewertung im Sinne eines Adaptiven Managements eingesetzt werden können und zu einer Verbesserung der Erfolgsaussichten führen. Wie beispielsweise das Projekt „*The impact of climate change on species in Finland*“ (Hällfors, 2022), oder die zahlreichen Projekte im Bereich „Wald“.

Zum Abschluss meiner Arbeit habe ich versucht, den Einsatz einer unterstützten Umsiedlung mit Hilfe der Checkliste von Tichelmann (2014) an drei konkreten Projekten zu bewerten: Der Umsiedlung des Europa-Pelzfarns (*Paragymnopteris marantae*) in 6130 Schwermetallrasen (*Violion calaminariae*) im EUSG 10 Bernstein-Lockenhaus-Rechnitz, sowie der Ufertamariske (*Myricaria germanica*) in 3230 Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von *Myricaria germanica*, und des Scharlach-Adonisröschen (*Adonis flammea*) – Segetalvegetation, im Biosphärenpark Lungau.

Für alle drei Projekte konnte eine Erhaltungsumsiedlung als geeignete Maßnahme zur Erhaltung der Biologischen Vielfalt bewertet werden.

Die aktuelle Situation und die Maßnahmen zur Erhaltung der Biodiversität in Österreich wurden in jedem Abschnitt gesondert dargestellt. Im Besonderen anhand des Art.17 FFH-Bericht (UBA, 2020), der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (Schratt-Ehrendorfer et al., 2022) und den Schlussfolgerungen von österreichischen Naturschutzexperten (Schiemer et al, 2022):

Die Schutzgebiete müssen vergrößert und die Schutzmaßnahmen nach dem aktuellen Wissenstand effektiver gestaltet werden. Dazu ist die Einbindung der Wissenschaft, der zuständigen Entscheidungsträger und der (gut informierten) Bevölkerung notwendig. Die gesteckten Ziele können nur durch die zielgerichtete Zusammenarbeit aller relevanten öffentlichen und privaten Einrichtungen zeitgerecht erreicht werden.

Wenn die Bemühungen um die Erhaltung der Biologischen Vielfalt erfolgreich sein sollen gilt auch für Österreich:

“ *Keine Ausreden. Keine Verzögerungen. Versprechen müssen gehalten werden*“.

(Guterres, 2022)

9 Quellenverzeichnis

9.1 Literaturverzeichnis

1st International Plant Translocation Conference (IPTC) ROME, 20-23 June 2022

<https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/> [09.11.2022]

<https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/iptc2022-programme.html> [09.11.2022]

https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf
[09.11.2022]

Abeli T, Dixon K. Translocation ecology: the role of ecological sciences in plant translocation. *Plant Ecology*. 2016;217(2):123-5.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11258-016-0575-z> [28.10.2022]

Allen, C R.; Fontaine, J.J.; Pope, K.L.; and Garmestani, A S., "Adaptive management for a turbulent future" (2011). Nebraska Cooperative Fish & Wildlife Research Unit -- Staff Publications. 80. <https://digitalcommons.unl.edu/ncfwrustaff/80> [20.12.2022]

Aeschimann, P., Lauber, K., Moser, D.M. & Theurillat, J. P. (2004). *Flora Alpina*. Bd. 1-3. Haupt Verlag, Bern. 1159 pp., 1188 pp., 323pp.

<https://www.cipra.org/de/publikationen/1281> [25.10.2022]

Albrecht M.A., Call, G., Dell, N.D., Lincicome, D., Long, Q.G. (2022). Adaptive management improves reintroduction outcomes with an endangered perennial legume (*Astragalus bibullatus*). Abstract, 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022. https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf
[08.11.2022]

ALPTREES: Sustainable use and management of non native trees in the alpine region
<https://www.alpine-space.org/projects/alptrees/en/home> [09.11.2022]

Amt der Burgenländischen Landesregierung. (o. J.-c). Natura 2000 Gebiet Bernstein-Lockenhaus-Rechnitz. <http://www.burgenland.at/natur-umwelt-agrar/natur/geschuetzte-gebiete/natura-2000-gebiete/bernstein-lockenhaus-rechnitz/> [21.11.2022]

Arlt, K., Hilbig, W., Illig, H. (1991): *Ackerunkräuter -Ackerwildkräuter*. - Die Neue Brehm-Bücherei Urania Leipzig.

https://www.hs-nb.de/storages/hs-neubrandenburg/institute/iugr/PDF/STUG/STUG_Hefte/Stug_12_2007.pdf

Aronne, G. (2017). Identification of bottlenecks in the plant life cycle for sustainable conservation of rare and endangered species. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 76.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2017.00076/full> [15.12.2022]

Barth, U. M., & Engel, M. (2009). Bestandsaufnahme der Segetalflora im FFH-Gebiet Dreienberg bei Friedewald als Basis für ein längerfristiges Monitoring: Abschlussbericht.
<https://fuldok.hs-fulda.de/opus4/frontdoor/index/index/docId/27> [20.12.2022]

- Bergmeier, E., Meyer, S., Pape, F., Dierschke, H., Haerdtle, W., Heinken, T., Hölzl, N., Remy, D., Schwabe, A., Tischew, S. & Schneider, S. (2021). Arable vegetation of calcareous soils (Caucalidion) Plant community of the year 2022. *Tuxenia* 41: 299-350. Göttingen doi: 10.14471/2021.41.021
- Berner, R. A., Lasaga, A. C., & Garrels, R. M. (1983). The Carbonate-Silicate geochemical cycle and its effect on atmospheric Carbon Dioxide over the past 100 million years. *American Journal of Science*, 283, 641-683.
https://www.osti.gov/biblio/6582171 [19.10.2022]
- Berner, R.A. (1997) The Rise of Plants and Their Effect on Weathering and Atmospheric CO₂. *Science*, 276, 544-546. https://doi.org/10.1126/science.276.5312.544 [13.12.2022]
- Billensteiner, A. (2022) Biodiversitätshotspots und die Verbreitung seltener und gefährdeter Arten in Österreich. . In Ehrendorfer L., Niklfeld H., Schröck C. & Stöhr O. (Hg.): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (S.21-27) — *Stapfia* 114, Land Oberösterreich, Linz https://www.zobodat.at/pdf/STAPFIA_0114_0001-0357.pdf [21.11.2022]
- Bindewald, A., Brundu, G., Schueler, S., Starfinger, U., Bauhus, J. & Lapin, K. (2021a) Site-specific risk assessment enables trade-off analysis of non-native tree species in European forests. *Ecology and Evolution*, 11, 18089-18110.
https://doi.org/10.1002/ece3.8407
- Bindewald, A., Brundu, G., Schueler, S., Starfinger, U., Bauhus, J. and Lapin, K. (2022). Standortspezifische Risikobewertung (SSRA) von im Alpenraum verwendeten nichtheimischen Baumarten. In Marinšek, A., Bindewald, A., Kraxner, F., La Porta, N., Meisel, P., Lapin, K. (Eds.) *Management of non-native tree species in forests of Alpine space*. (S. 33-43). https://www.bfw.gv.at/wp-content/uploads/Alptrees_Handbook.pdf [19.10.2022]
- Blackburn, T. M., Essl, F., Evans, T., Hulme, P. E., Jeschke, J. M., Kühn, I., ... & Bacher, S. (2014). A unified classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts. *PLoS biology*, 12(5), e1001850. doi:10.1371/journal.pbio.1001850 [20.12.2022]
- Böhmer, H. J., Heger, T., Trepl, L., Fachgebiet, I. I., & Doyle, U. (2001). Fallstudien zu gebietsfremden Arten in Deutschland. Berlin.
https://neobiota.bfn.de/fileadmin/NEOBIOTA/documents/PDF/fallopia_japonica_fallstudie.pdf [28.10.2022]
- Bolte, A.; Degen, B. (2010): Anpassung der Wälder an den Klimawandel: Optionen und Grenzen. *Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research* 60, S. 111–118
http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/bitv/dn046676.pdf [08.11.2022]
- Brook B.W. & Barnosky A.D. 2012: Quaternary Extinctions and Their Link to Climate Change. – In: Hannah L. (ed.), *Saving a Mil-lion Species. Extinction Risk from Climate Change*. Island Press. https://link.springer.com/chapter/10.5822/978-1-61091-182-5_11#citeas [25.10.2022]

- Browlin, M. S., Henningsson, P., Muijres, F. T., Vleugels, R. H. E., Liechti, F. & Hedenström, A. 2010: The effects of geolocator drag and weight on the flight ranges of small migrants. *Methods in Ecology and Evolution* 1: 398-402
<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.2041-210X.2010.00043.x> [25.10.2022]
- Buchacher, R.; Chakraborty, D.; Schüler, S. (2020): "Assisted Migration" und neue Baumarten: ein Beitrag für klimafitte Wälder. *BFW-Praxisinformation* 52: S. 3-6
<https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/waldumbau/assisted-migration-und-neue-baumarten> [09.11.2022]
- Bucher, A. (2012): Botanische Migration in *Topiaria helvetica*: Jahrbuch 2012, S. 59-72
<https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=tha-003:2012:0::112#63> [25.10.2022]
- Bundesamt für Naturschutz. Neobiota.de <https://neobiota.bfn.de/grundlagen/neobiota-und-invasive-arten.html> [13.12.2022]
- Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) <https://www.bfw.gv.at/> [09.11.2022]
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), 2016. ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/anpassungsstrategie/publikationen/oeks15.html [12.12.2022]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2020): Die Weltnaturschutzunion
<https://www.bmuv.de/themen/naturschutz-artenvielfalt/naturschutz-biologische-vielfalt/biologische-vielfalt-international/weltnaturschutzunion-iucn> [15.12.2022]
- Burkart, M., Portal für Erhaltungskulturen einheimischer Wildpflanzen 2019;
<http://www.ex-situ-erhaltung.de/> [21.11.2022]
- Burt WH. Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. *Journal of Mammalogy*. 1943;24(3):346-52. <https://doi.org/10.2307/1374834> [25.10.2022]
- Caputo, M. V. & Crowley, T. J. (1985). Migration of glacial centers across Gondwana during the Paleozoic era.- *Geol. Soc. Am.Bull.* 96, 1020-1036.
https://scholar.google.de/scholar?hl=de&as_sdt=0%2C5&q=Caputo%2C+M.+V.+%26+Crowley%2C+T.+J.+%281985%29.+Migration+of+glacial+centers+across+Gondwana+during+the+Paleozoic+era.-+Geol.+Soc.+Am.Bull.+96%2C+1020-1036.&btnG= [19.10.2022]
- Castro-Díez, P., Vaz, A. S., Silva, J. S., van Loo, M., Alonso, Á., Aponte, C., Bayón, Á., Bellingham, P. J., Chiuffo, M. C., DiManno, N., Julian, K., Kandert, S., Porta, N. L., Marchante, H., Maule, H. G., Mayfield, M. M., Metcalfe, D., Monteverdi, M. C., Núñez, M. A., Ostertag, R., Parker, I. M., Pelzer, D. A., Potgieter, L. J., Raymundo, Rayome, D., Reisman-Berman, O., Richadson, D. M., Roos, R. E., Saldana, A., Shackleton, R. T., Torres, A., Trudgen, M., Urban, J., Vicente J.R., Vilá, M., Ylioja, T., Renni, R. D., M., Godoy, O. (2019). Global effects of non-native tree species on multiple ecosystem services. *Biological Reviews*, 94(4), 1477-1501. <https://doi.org/10.1111/brv.12511>
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/brv.12511> [28.10.2022]

- Commander, L. (2018). Guidelines for the translocation of threatened plants in Australia. Australian Network for Plant Conservation. <https://research-repository.uwa.edu.au/en/publications/guidelines-for-the-translocation-of-threatened-plants-in-australia> [25.10.2022]
- Commander, L.E., Coates, D.J., Broadhurst, L., Offord C.A., Makinson R.O. (2022). Guidelines for the Translocation of Threatened Plants in Australia. Abstract, 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022. https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf [08.11.2022]
- Commission OH. What is one health. (2020) https://www.onehealthcommission.org/en/why_one_health/what_is_one_health/ [19.10.2022]
- Conservation Translocation Specialist Group (CTSG) of the International Union for the Conservation of Nature (IUCN) <https://iucn-ctsg.org/> [16.11.2022]
- Corli A., Albani Rocchetti G. (2022). The role of aftercare: increasing threatened species survival and reducing the risk of failure in challenging. plant translocations. Abstract, 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022. https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf [08.11.2022]
- Crawley, M. J. (1986). The population biology of invaders. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 314(1167), 711-731. <https://doi.org/10.1098/rstb.1986.0082> [28.10.2022]
- Crowley, T. J. & North, G. R. (1991). *Paleoclimatology*. Oxford University Press; S. 171-182 <http://www.co2science.org/articles/V13/N2/C2.php> [19.10.2022]
- Dalrymple, S.E (2022). Assisted migration of threatened plants: looking further afield when plant reintroductions fail. Abstract, 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022 https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf [08.11.2022]
- Dalziel, I. W. D. (1991): Pacific margins of Laurentia and East Antarctica-Australia as a conjuncted rift pair. Evidence and implications for an Eocambrian supercontinent.- *Geology*, 19: 598-601. <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/geology/article-abstract/19/6/598/205323/Pacific-margins-of-Laurentia-and-East-Antarctica> [19.10.2022]
- DER, R. D. E. G. (1992). Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Reihe L*, 206, 7-50. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:DE:PDF> [25.10.2022]
- Díaz M, Anadón J, Tella JL, Giménez A, Pérez I. (2018). Independent contributions of threat and popularity to conservation translocations. *Biodiversity and conservation*.;27(6):1419-29. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-018-1500-7> [25.10.2022]

Dillinger, B. (2014). Endbericht zum Projekt „Serpentinstandorte im Südburgenland - Erhebung, Management, Schutz und Öffentlichkeitsarbeit“. Fachbereich Botanik. Eisenstadt: Naturschutzbund Burgenland. Abgerufen von http://burgenlandflora.at/wp-content/uploads/Endbericht_Serpentinstandorte_Botanik_Dillinger.pdf [21.11.2022]

Dixon K., Campbell T. (2022). Ecological restoration for threatened species conservation. Abstract, 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022. https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf [08.11.2022]

Dobzhansky, T. (1973): Nothing in Biology makes sense except in the light of Evolution. *The American Biology Teacher* 35: 125–129
<https://online.ucpress.edu/abt/article-abstract/35/3/125/9833/Nothing-in-Biology-Makes-Sense-except-in-the-Light?redirectedFrom=fulltext> [25.10.2022]

Doyle C.A., Garrard G., Martin, J., Ooi M.K.J. “We’re all on a huge learning curve”. What works, what doesn’t and why do we do it? A perspective of Australian translocation practitioners. Abstract, 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022. https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf [08.11.2022]

Doyle, U., Schröder, P., Schönfeld, J., Westphal-Settele, K. (2021). Was ist der One Health-Ansatz und wie ist er umzusetzen? [What is the One Health approach, and how to implement it?].

https://www.researchgate.net/publication/350278509_Was_ist_der_One_Health-Ansatz_und_wie_ist_er_umzusetzen_What_is_the_One_Health_approach_and_how_to_implement_it [29.10.2022]

(DVL) Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL) e.V., 2010. Ackerwildkräuter schützen und fördern – Perspektiven einer langfristigen Finanzierung und Bewirtschaftung. DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“ Heft 18

Dumroese, R. K., Williams, M. I., Stanturf, J. A., & Clair, J. (2015). Considerations for restoring temperate forests of tomorrow: forest restoration, assisted migration, and bioengineering. *New Forests*, 46(5), 947-964.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11056-015-9504-6> [29.10.2022]

Eberwein, R.K. Christian Berg, C., Lechner, M., Kiehn, M. (2010): Pflanzen mit invasivem Potenzial in botanischen Gärten Initiativen der ARGE Österreichischer Botanischer Gärten – Carinthia II – 200_120: 77 - 80.
https://www.zobodat.at/pdf/CAR_200_120_0077-0080.pdf [15.12.2022]

ec.europa.eu. (2014) <https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/> [28.10.2022]

Eggenberg, S., Landolt, E. Für welche Pflanzenarten hat die Schweiz eine internationale Verantwortung?. *Bot. Helv.* 116, 119–133 (2006).
<https://doi.org/10.1007/s00035-006-0763-x> [25.10.2022]

Egger, G., Angermann, K., Gruber, A. (2010). Wiederansiedlung der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) Desv.) in Kärnten Carinthia II, 200 (120) (2010), pp. 393-418
https://www.zobodat.at/pdf/CAR_200_120_0393-0418.pdf [21.11.2022]

Egger, G., Baur, P.A., Lautsche, E., Stöhr, O., Brunner, E., Senfter, S., Lumasegger, M., Niedermayr, A., Schletterer, M. (2017). Habitate und Vorkommen der Deutschen Ufer-Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) Desv.): Vergleich zwischen Voll- und Restwasserstrecken Carinthia II, 207 pp. 401-430
https://www.zobodat.at/pdf/CAR_207_127_0401-0430.pdf [21.11.2022]

Ehrendorfer L., Niklfeld H., Schröck C. & Stöhr O., Hg. (2022): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs. — Stapfia 114, Land Oberösterreich, Linz
https://www.zobodat.at/pdf/STAPFIA_0114_0001-0357.pdf

Ellmauer, T. & Essl, F. (2005). Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000-Schutzgüter. Band 3: Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Im Auftrag der neun österreichischen Bundesländer, des Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH (S. 616). Wien.
http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/naturschutz/Berichte_GEZ/Band_3_FFH-Lebensraumtypen.pdf [21.11.2022]

Ensslin, A. (2012). Leitlinien der ex situ-Erhaltung in der Schweiz und international.
https://www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/Vortrag_AndreasEnsslin_LeitlinienExSitu.pdf

Essl, F., Egger, G. & Ellmauer, T. (2002). Rote Liste gefährdeter Biotoptypen Österreichs. Konzept. (Umweltbundesamt GmbH, Hrsg.) (Bd. Band 155). Wien: NWV - Neuer Wiss. Verl. <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/M155.p> [21.11.2022]

Eriksson, P. G., Condie, K. C., Tirsgaard, H., Mueller, W. U., Altermann, W., Miall, A. D., Aspler, L. B., Catuneanu, O., Chiarenzelli, J.R. (1998): Precambrian clastic sedimentation systems. In: Eriksson-P-G, Tirsgaard-H., Mueller-W-U (eds.): Precambrian clastic sedimentation systems. Sedimentary Geology. 120: 5-53. Klimastatusbericht 2003 DWD 23 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0037073898000268> [19.10.2022]

Eser, U. (2001): Die Grenze zwischen Wissenschaft und Gesellschaft neu definieren: boundary work am Beispiel des Biodiversitätsbegriffs. In: Höxtermann, E.; Kaasch, J.; Kaasch, M. (Hrsg.): Berichte zur Geschichte und Theorie der Ökologie und weitere Beiträge zur 9. Jahrestagung der DGGTB in Neuburg an der Donau 2000. Berlin, 135-152. = Verhandlungen zur Geschichte und Theorie der Biologie 7
https://www.academia.edu/37101811/Das_Konzept_der_%C3%96kosystemdienstleistungen_Ein_Br%C3%BCckenschlag_zwischen_%C3%96kologie_%C3%96konomie_und_Naturschutz [28.10.2022]

Eser, U. (2003): Der Wert der Vielfalt: „Biodiversität“ zwischen Wissenschaft, Politik und Ethik. In: Umwelt, Ethik, Recht Bobbert, M.; Düwell, M.; Jax, K. Hg. Francke Tübingen, 160-181.

https://biodiv.de/fileadmin/user_upload/PDF/ibn-Experten/Publikationen_Uta_Eser.pdf [28.10.2022]

Essl, F., Rabitsch, W., & Breuss, O. (2002). Neobiota in Österreich (Vol. 43). Wien: Umweltbundesamt.

<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/dp089.pdf> [25.10.2022]

Essl, F.; Rabitsch, W. (2005): Neobiota in Österreich. In: Wallner, R. M. (2005): Aliens. Neobiota in Österreich. Wien: Böhlau (15), S. 28-47.

<https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=pt87cXBWd9kC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Wallner,+r.m.+2005+aliens&ots=dl7jZnTlav&sig=gmoK4-saz3e1FPYwRAW7d0bGFq4#v=onepage&q=Wallner%2C%20r.m.%202005%20aliens&f=false> [28.10.2022]

eur-lex.europa.eu (Hg.) (2014): Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten.

<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1143&from=cs> [25.10.2022]

Favarger, C., & Contandriopoulos, J. (1961). *Essai sur l'endémisme*. Bückler.

<https://www.worldcat.org/de/title/essai-sur-lendemisme/oclc/312357082> [25.10.2022]

Fišer, Ž & ConservePlants-Consortium members. (2021). ConservePlants: An integrated approach to conservation of threatened plants for the 21st Century. *Research ideas and outcomes*, 7, 1-29. <https://riojournal.com/article/62810/> [27.12.2022]

Frakes, I. A., Francis, J. E. & Syktus, J. I. (1992). *Climate Modes of the Phanerozoic*. Cambridge: Cambridge University Press, 274 pp.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0037073894900450?via%3Dihub> [19.10.2022]

Gerten, D. (2008). 2.8 Klimawandel und Verschiebung der Vegetationszonen.

https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/pdf/de/gesundheitsrisiken/warnsignal_klima-gesundheitsrisiken-kapitel-2_8.pdf [19.10.2022]

GLORIA (2017). Langzeitbeobachtung von alpinen Ökosystemen: 20 Jahre Schrankogel. <https://www.klimawandelanpassung.at/newsletter/kwa-gloria>

Godefroid, S., & Vanderborght, T. (2011). Plant reintroductions: the need for a global database. *Biodiversity and conservation*, 20(14), 3683-3688.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-011-0120-2> [08.11.2022]

Godefroid S. (2022). Conservation translocations as part of habitat restoration in southern Belgium. Abstract, 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022.

https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf [08.11.2022]

Grahl A. Botanische Gärten und das Nagoya Protokoll der Biodiversitätskonvention (CBD) über den Zugang zu genetischen Ressourcen und dem ausgewogenen und gerechten Vorteilsausgleich bei ihrer Nutzung - Umsetzungsmöglichkeiten im Rahmen des International Plant Exchange Network (IPEN). Wien 2019.
<https://phaidra.univie.ac.at/open/o:1351564> [25.10.2022]

Grossfurthner, Lukas P. (2022) Hybridisierung im Kontext gefährdeter Arten. In Ehrendorfer L., Niklfeld H., Schröck C. & Stöhr O., Hg. (2022): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (S.41-44) — Stapfia 114, Land Oberösterreich, Linz
https://www.zobodat.at/pdf/STAPFIA_0114_0001-0357.pdf [21.11.2022]

Guterres, Antonio (2020). "Secretary-General's Address at Columbia University: "The State of the Planet". United Nations Secretary-General.
<https://www.un.org/sg/en/content/sg/speeches/2020-12-02/address-columbia-university-the-state-of-the-planet> [29.10.2022]

Haber, W. (2003): Biodiversität – ein neues Leitbild und seine Umsetzung in die Praxis. Dresden.
https://www.academia.edu/53237162/Biological_Diversity_a_Concept_Going_Astray [25.10.2022]

Haber, W. (2008): Biological diversity – a concept going astray? In: GAiA – Ecological Perspectives for Science and Society 17 (Supplement 1), 91-96.
<https://www.ingentaconnect.com/content/oekom/gaia/2008/00000017/a00101s1/art00004> [25.10.2022]

Hällfors MH, Vaara EM, Hyvärinen M, Oksanen M, Schulman LE, Siipi H, et al. (2014) Coming to terms with the concept of moving species threatened by climate change - A systematic review of the terminology and definitions. PLoS One. 2014;9.
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0102979> [25.10.2022]

Hällfors, M H, Aikio, S A & Schulman, L E 2017, ' Quantifying the need and potential of assisted migration ', Biological Conservation , vol. 205 , pp. 34-41 .
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.11.023>

Hällfors, M., Lehvävirta, S., Aandahl, T., Lehtimäki, I.-M., Nilsson, L.O., Ruotsalainen, A., Schulman, L.E., Hyvärinen M.-T. 2020: Translocation of an arctic seashore plant reveals signs of mal-adaptation to altered climatic conditions. – PeerJ 8:e10357
<http://doi.org/10.7717/peerj.10357>

Hällfors, M. (2022). The impact of climate change on species in Finland. Memoranda Societatis Pro Fauna Et Flora Fennica, 98(Supplement 2), 17–26. Noudettu osoitteesta
<https://journal.fi/msff/article/view/121690/72318> [25.10.2022]

Hainzinger, N. Das Problem der Neophyten mit Beispielen aus Österreich/vorgelegt von Nicole Hainzinger (Doctoral dissertation, Karl-Franzens-Universität Graz).
<https://unipub.uni-graz.at/obvugrhs/3871858> [19.10-2022]

Hanf, M., 1984. Ackerunkräuter mit ihren Keimlingen und ASamen. 2. Auflage- BLV-Verlag München; Österreichischer Agrarverlag, Wien

- Harzer, R., Müller, N., Reich, M. & Kollmann, J. 2018: Potentialstudie zur Wiederansiedlung von Wildflussarten. WWF Deutschland, Berlin
<https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Wildflussarten-Potentialstudie-2018.pdf>
- Hay, W. W., Barron, E. J., & Thompson, S. L. (1990). Results of global atmospheric circulation experiment on earth with a meridional pole-to-pole continent. *Journal Geological Society London*, 147, 385-392.
<https://www.lyellcollection.org/doi/abs/10.1144/gsjgs.147.2.0385> [19.10.2022]
- Heger, T. (2004): Zur Vorhersagbarkeit biologischer Invasionen. Entwicklung und Anwendung eines Modells zur Analyse der Invasion gebietsfremder Pflanzen. – *Neobiota* 4: 1–197.
https://www.researchgate.net/publication/249335662_Zur_Vorhersagbarkeit_biologischer_Invasionen_Entwicklung_und_Anwendung_eines_Modells_zur_Analyse_der_Invasion_gebietsfremder_Pflanzen [13.12.2022]
- Heger, T., Saul, W. C., & Trepl, L. (2013). What biological invasions ‘are’ is a matter of perspective. *Journal for Nature Conservation*, 21(2), 93-96.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1617138112001112> [28.10.2022]
- Heger, T., Jeschke, J. M., & Kollmann, J. (2021). Some reflections on current invasion science and perspectives for an exciting future. *NeoBiota*, 68, 79-100.
<https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/33088> [28.10.2022]
- Hewitt, N., Klenk, N., Smith, A. L., Bazely, D. R., Yan, N., Wood, S., MacLellan, J. I., Lipsig-Mumme, C., Henriques, I. (2011). Taking stock of the assisted migration debate. *Biological Conservation*, 144(11), 2560-2572.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320711001728> [29.10.2022]
- Hobohm, C. (Ed.). (2014). *Endemism in vascular plants* (pp. 11-48). Dordrecht: Springer Netherlands. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-6913-7> [25.10.2022]
- Hoffmann, J., 2013. Blütenvielfalt der Wildpflanzenarten in Getreidefeldern Europas. *Julius-Kühn-Archiv*. 436, 77-81. <https://doi.org/10.5073/jka.2012.436.011> [21.11.2022]
- Hölbling M. Die "Global Strategy for Plant Conservation" in Österreich : Überlegungen und Strategien zur Umsetzung des Zieles 8. Wien 2013.
<https://phaidra.univie.ac.at/open/o:1304648> [28.10.2022]
- Holzner, W. (1994): I. Definitionen – Klassifikationen -Grüne Reihe des Lebensministerium – 4 : 15 – 39
https://www.zobodat.at/publikation_articles.php?id=220055 [17.12.2022]
- Holzner, W., Böhmer, K., Buresch, W., Frank, K., Kriechbaum, M., Kutzenberger, H., Lazowski, W., Paar, M., Schramayr, G., Zukrigl, K. (1989). Biotoptypen in Österreich. Vorarbeiten zu einem Katalog. (Umweltbundesamt GmbH, Hrsg.) (Bd. Band 12). Wien.
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/M012.pdf> [21.11.2022]

Holzner, W.; Glauningner, J. (2005): Neobiota als Unkräuter- Gefahr für den Ackerbau oder Bereicherung der Flora Österreichs. In: Wallner, R. M. (2005): Aliens. Neobiota in Österreich. Wien: Böhlau (15), S. 213-220

<https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=pt87cXBWd9kC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Wallner,+r.m.+2005+aliens&ots=dl7jZnTlav&sig=gmoK4-saz3e1FPYwRAW7d0bGFq4#v=onepage&q=Wallner%2C%20r.m.%202005%20aliens&f=false> [25.10.2022]

Huber, M. (2017). Der Einfluss des Klimawandels auf Neophyten in Österreich/vorgelegt von Martina Huber (Doctoral dissertation, Karl-Franzens-Universität Graz)

<https://unipub.uni-graz.at/obvugrhs/content/titleinfo/1943352> [28.10.2022]

Hunter, M. L. (2007). Climate change and moving species: furthering the debate on assisted colonization. *Conservation Biology*, 21(5), 1356-1358.

<https://www.jstor.org/stable/4620960> [25.10.2022]

Hurka, H., Neuffer, B., & Friesen, N. (2003). Plant genetic resources in botanical gardens. In XXI International Eucarpia Symposium on Classical versus Molecular Breeding of Ornamentals-Part II 651 (pp. 35-44). https://www.actahort.org/books/651/651_2.htm [25.10.2022]

IPCC (2015) <https://www.de-ipcc.de/270.php#F%C3%BCnfter%20Berichtszyklus> [13.12.2022]

IPCC (2021) Sechster IPCC-Sachstandsbericht (AR6) Beitrag von Arbeitsgruppe I: Naturwissenschaftliche Grundlagen <https://www.de-ipcc.de/270.php#Downloads%20Berichte> [13.12.2022]

IPCC.de (2022) <https://www.de-ipcc.de/270.php> [13.12.2022]

IPCC-AR6 (2022) <https://www.de-ipcc.de/270.php#Downloads%20Berichte> [13.12.2022]

IUCN (2000): 100 of the World's worst invasive Alien Species. A Selection from the global invasive species database. Invasive Species Specialist Group, 12 pp.

<https://policycommons.net/artifacts/1374971/100-of-the-worlds-worst-invasive-alien-species/1989224/> [28.10.2022]

IUCN/SSC (2013). Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations. Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission, viiii + 57 pp. ISBN: 978-2-8317-1609-1 <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2013-009.pdf> [16.11.2022]

IUCN (2020). IUCN EICAT categories and criteria: first edition <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.05.en> [12.12.2022]

Jäger, E. J. (1988): Möglichkeiten der Prognose synanthroper Pflanzenausbreitungen. – Flora 180: 101-131. https://www.zobodat.at/pdf/Bauhinia_15_0019-0037.pdf [25.10.2022]

Jessel, B. (2011): Ökosystemdienstleistungen – Potenziale und Grenzen eines aktuellen umweltpolitischen Konzepts. In: BBN – Bundesverband Beruflicher Naturschutz (Hrsg.): Frischer Wind und weite Horizonte. Bonn, 72-87. = Jahrbuch Naturschutz und

Landschaftspflege Band 3

<https://www.yumpu.com/de/document/view/8606840/prof-dr-beate-jessel-bundesamt-fur-naturschutz> [25.10.2022]

Jessel, B. (2018). Biodiversität. In *Handwörterbuch der Stadt-und Raumentwicklung* (pp. 253-259). Hannover: ARL-Akademie für Raumforschung und Landesplanung.
<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/225685/1/HWB-SRE-0253-0259.pdf>
[25.10.2022]

Kammerer, H. (2009) Machbarkeitsstudie Deutsche Tamariske, *Myricaria germanica* 94 p im Auftrag der National Park Gesäuse GmbH
https://www.parcs.at/npg/pdf_public/2020/13065_20200113_122942_Kammerer2009-MachbarkeitsstudieDeutscheTamarisk_e.pdf [21.11.2022]

Keel, B.G., Zettler, L.W., Kaplin B.A. (2007). Assisted migration as a conservation strategy for rapid climate change: Investigating extended photoperiod and mycobiont distributions for *Habenaria repens* Nuttall (Orchidaceae) as a case study. Antioch University New England.

Kiehn, M.; Nouak, A. H. (2005): Neobiota und internationale Natur- und Artenschutzübereinkommen- ein Situationsbericht mit Überlegungen zum Umgang mit Neobiota. In: Wallner, R. M. (2005): Aliens. Neobiota in Österreich. Wien: Böhlau (15), S.267-283
<https://www.weltbild.de/suche/3205773462> [28.10.2022]

Kiehn M. (2012). Plant introductions: historical sketches. *Pacific Science.*;66:119+.
<https://bioone.org/journals/Pacific-Science/volume-66/issue-2/66.2.2/Plant-Introductions--Historical-Sketchesa-classinternal-link-hrefn01--sup1/10.2984/66.2.2.short> [25.10.2022]

Kiehn, M. (2011). Globale Strategie zur Erhaltung der Pflanzen (GSPC). Umsetzung in Österreich. „Roadmap 2011-2020“ (S. 16). Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Abgerufen von
http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/inhalte/chm/pdf-files/GSPC-Roadmap_Vorschlaege_fuer_Massnahmen_in_Oesterreich_2011-2020.pdf [21.11.2022]

Kiehn, M. (2022): persönliche Nachricht zur Serpentinvegetation

Klingenstein, F.; Paul, M. Kornacker, P. M.; Martens, H.; Schippmann, U.(2005): Gebietsfremde Arten. Positionspapier des Bundesamtes für Naturschutz.
<https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/skript128.pdf> [25.10.2022]

Klotz, S., Kühn, I. (2002): Ökologische Strategietypen. In: Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft 38, S 197-201, BfN Bonn
https://www.ufz.de/biolflor/info/oekologische_strategie.pdf [25.10.2022]

Klotz, S.; Settele, J. (2017): Biodiversität. In G. P. Brasseur, D. Jacob, S. Schuck-Zöll (Eds.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Hamburg: Springer Spektrum, 151-160.
<https://www.umweltbundesamt.de/print/88978> [19.10-2022]

- Kölling, C. (2011): Klimawandel – eine Herausforderung für Forstwirtschaft und Forstwissenschaft. *AFZ-Der Wald* Jg. 66 (13), S. 14–17
https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/klimawandel_eine_herausforderung_fuer_forstwirtschaft_und_forstwissenschaft.pdf [09.11.2022]
- Kölling, C. (2012). Klimawandelanpassung durch Nichtstun? In *LWF aktuell* 86/2012
<https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/biodiversitaet/dateien/a86-klimawandelanpassung-durch-nichtstun.pdf> [09.11.2022]
- Komposch C, editor A new classification of endemic species of Austria for nature conservation issues. Conference Volume, 6th Symposium for research in protected Areas; 2018. <https://unipub.uni-graz.at/obvugrfodok/5762947> [25.10.2022]
- Kowarik, I. (1990): Ecological Consequences of the Introduction and Dissemination of New Plant Species: An Analogy with the Release of Genetically Engineered Organisms. In: Leskien, D. & Spangenberg, J. (Hrsg.): *European Workshop on Law and Genetic Engineering in Berlin*.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-73412-5_20 [28.10.2022]
- Kowarik, I. (1991): Ökologische Risiken der Einführung nichteinheimischer Pflanzen und Möglichkeiten ihrer Prognose. In: *STUDIER*, A. (Hrsg.): *Biotechnologie: Mittel gegen den Welthunger? Schriften des Deutschen Übersee-Instituts Hamburg* 8: 121–131
- Kowarik, I., Heink, U., & Starfinger, U. (2003). Bewertung gebietsfremder Pflanzenarten. Kernpunkte eines Verfahrens zur Risikobewertung bei sekundären Ausbringungen. Bedrohung der biologischen Vielfalt durch invasive gebietsfremde Arten. Erfassung, Monitoring und Risikoanalyse, 131-144.
https://www.researchgate.net/publication/284483674_Bewertung_gebietsfremder_Pflanzenarten_Kernpunkte_eines_Verfahrens_zur_Risikobewertung_bei_sekundaren_Ausbringungen [28.10.2022]
- Kowarik, I. (2010). *Biologische Invasionen*. Verlag Eugen Ulmer.
<https://www.researchgate.net/publication/270892915> [12.12.2022]
- Kowarik, I., Rabitsch, W. (2010): *Biologische Invasionen. Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa*. 2. Aufl. Stuttgart: Ulmer. https://www.researchgate.net/profile/Ingo-Kowarik/publication/270892915_Biologische_Invasionen_Neophyten_und_Neozoen_in_Mitteleuropa/ [28.10.2022]
- Kreienkamp, F., Fruh, B., Kotlarski, S., Linke, C., Olefs, M., Schauser, I., Schinko, T., Schwierz, C., Walter, A., Zimmer, M. (2022). Empfehlungen für die Charakterisierung ausgewählter Klimaszenarien. https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/17944/1/Szenariennamen-Stand_20220315.pdf [13.12.2022]
- Kruckeberg, A. R., & Rabinowitz, D. (1985). Biological aspects of endemism in higher plants. *Annual review of ecology and systematics*, 447-479.
<https://www.jstor.org/stable/2097056> [20.12.2022]

Kudrnovsky, H. (2013a). Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von *Myricaria germanica* in den Ostalpen. Dissertation Universität Wien 10.25365/thesis.30994 [18.11.2022]

Kudrnovsky, H., Stöhr, O. (2013b) *Myricaria germanica* (L.) Desv. historisch und aktuell in Österreich: ein dramatischer Rückgang einer Indikatorart von europäischem Interesse . Stapfia, 99 (2013), pp. 13-34

https://www.zobodat.at/pdf/STAPFIA_0099_0013-0034.pdf [21.11.2022]

Kudrnovsky, H., Höbinger, T. (2014). Artportrait: Ufer-Tamariske - eine gefährdete Pionierin unserer Fließgewässer Jb. Ver. Schutz Bergwelt, 80 (2015), pp. 25-38

https://www.zobodat.at/pdf/Jb-Verein-Schutz-Bergwelt_80_2015_0025-0038.pdf [21.11.2022]

Kudrnovsky, H. (2022). *Myricaria germanica* (Ufertamariske) – Stufe CR. In Ehrendorfer L., Niklfeld H., Schröck C. & Stöhr O., Hg. (2022): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (S.31-36) — Stapfia 114, Land Oberösterreich, Linz

https://www.zobodat.at/pdf/Stapfia_0114_0001-0357.pdf [21.11.2022]

Kühn, I., & Klotz, S. (2002). Floristischer Status und gebietsfremde Arten. *BIOLFLOR– Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland*, 47-56.

https://scholar.google.de/scholar?hl=de&as_sdt=0%2C5&q=K%C3%BChn%2C+I.%2C+%26+Klotz%2C+S.+%282002%29.+Floristischer+Status+und+gebietsfremde+Arten&btnG=

Kunz, W. (2002): Was ist eine Art? : In der Praxis bewährt, aber unscharf definiert = Biologie in unserer Zeit 31 (1), 10-19

[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1521-415X\(200201\)32:1%3C10::AID-BIUZ10%3E3.0.CO;2-G](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1521-415X(200201)32:1%3C10::AID-BIUZ10%3E3.0.CO;2-G) [25.10.2022]

Kutzbach, J. E., & Gallimore, R. G. (1989). Pangean climates: Megamonsoons of the megacontinent. *Journal of Geophysical Research*, 94, 3341-3357. (Washington, D.C.)

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/JD094iD03p03341> [19.10-2022]

Lamprecht, A. (2008): Die Verbreitung invasiver und potenziell invasiver Neophyten im Nationalpark Oberösterreichische Kalkalpen sowie Notwendigkeit und Möglichkeiten ihrer Bekämpfung. https://www.zobodat.at/pdf/BNO_0018_0003-0088.pdf. [28.10.2022]

Latombe, G., Seebens, H., Lenzner, B., Courchamp, F., Dullinger, S., Golivets, M., ... & Essl, F. (2022). Capacity of countries to reduce biological invasions. *Sustainability Science*, 1-19. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-022-01166-3> [28.10.2022]

Lauterbach, D., Borgmann, P., Daumann, J., Kuppinger, A. L., Listl, D., Martens, A., Nick, P., Oevermann, S., Poschlod, P., Radowitsch, A., Reisch, A., Stevens, A.D., Straubinger, C., Zachgo, S., Zippel, E., Burkart, M. (2015). Allgemeine Qualitätsstandards für Erhaltungskulturen gefährdeter Wildpflanzen. *Gärtnerisch-Botanischer Brief*, 200, 16-39. https://www.wildpflanzenschutz.uni-osnabrueck.de/wp-content/files/allgemeine_qualitaetsstandards_fuer_erhaltungskulturen.pdf [29.12.2022]

- Leibnitz-Forschungsnetzwerk Biodiversität (2022a). 10 Must-Knows aus der Biodiversitätsforschung 2022. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6257476> [12.12.2022]
- Leibnitz-Forschungsnetzwerk Biodiversität (2022b). 10 Must-Dos aus der Biodiversitätsforschung 2022. Potsdam, Deutschland. 4 Seiten. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7322802> [12.12.2022]
- Lenglachner F., Lugmair A. & Strauch M. (2018): Artenschutzprojekt für gefährdete Ackerbeikräuter auf basischen Ackerflächen in Oberösterreich. – *Stapfia* 109:103-115. https://www.zobodat.at/pdf/Stapfia_0109_0103-0115.pdf [21.11.2022]
- Lippelt, J. (2013). Kurz zum Klima: Biodiversität und Klimawandel. *ifo Schnelldienst*, 66(22), 75-78. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/165344/1/ifosd-v66-2013-i22-p75-78.pdf> [25.10.2022]
- Loos E. (2005): Naturschutzrecht in Salzburg. Kommentar – Teil I Gesetzliche Grundlagen. – Schriftenreihe des Landespressebüros (ed.: Amt der Salzburger Landesregierung, Landespressebüro), Serie „Salzburg Dokumentationen“ 115: 1–255. <https://secure.umweltbundesamt.at/alpenkonvention/green/public/pz21schema.pl?session=&set=590&idx=195> [25.10.2022]
- Loose T., Die Resilienz von Ökosystemen <https://blogs.uni-bremen.de/campusgoesbiodiverse/hintergrund/die-resilienz-von-oekosystemen/> [25.10.2022]
- Luebert F, Muller L.H. (2015) Effects of mountain formation and uplift on biological diversity. *Frontiers in Genetics*. Doi: 10.3389/fgene.2015.00054
- Lugo, A. E. (2004). The outcome of alien tree invasions in Puerto Rico. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(5), 265-273. [https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0265:TOOATI\]2.0.CO;2](https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/1540-9295(2004)002[0265:TOOATI]2.0.CO;2) [28.10.2022]
- LUOMUS, Finish Museum of Natural History (2015): Assisted Migration <https://www.luomus.fi/en/assisted-migration>
- Major, J. (1988). Endemism: a botanical perspective. In *Analytical biogeography* (pp. 117-146). Springer, Dordrecht. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-1199-4_6 [25.10.2022]
- Marinšek, A., Bindewald, A., Kraxner, F., La Porta, N., Meisel, P., Lapin, K. (eds.). 2022. Management of non-native tree species in forests of Alpine space. 143 p. https://www.bfw.gv.at/wp-content/uploads/Alptrees_Handbook.pdf
- McDonald-Madden, E., Runge, M. C., Possingham, H. P., & Martin, T. G. (2011). Optimal timing for managed relocation of species faced with climate change. *Nature Climate Change*, 1(5), 261-265. <https://www.nature.com/articles/nclimate1170> [25.10.2022]
- McGraw, J.B., Turner, J.B., Souther, S., Bennington, C.C., Vavrek, M.C., Shaver, G.R. & Fetcher, N. 2015: Northward displacement of optimal climate conditions for ecotypes of

Eriophorum vaginatum L. across a latitudinal gradient in Alaska. – *Global Change Biology* 21: 3827–3835, doi: 10.1111/gcb.12991

McLachlan, J. S., Hellmann, J. J., Schwartz, M. W., 2007. A framework for debate of assisted migration in an era of climate change. *Conservation Biology* Vol. 21, No. 2, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17391179/> [21.12.2022]

Maschinski J. A. A., Heineman K. D Working Together to End Plant Extinction: the CPC Plant Conservation Guidelines and Online Resources. Abstract, 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022. https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf [08.11.2022]

Meisel, J., 1979: Veränderungen der Segetalvegetation in der Stolzenauer Wesermarsch seit 1945. *Phytocoenologia* 6, 118-130, DOI: 10.1127/phyto/6/1979/118 [20.12.2022]

Melzer, H. (1962). Kleine Mitteilungen - Der Pelzfarn, *Notholaena Marantae* (L.) R. BR., - neu für das Burgenland – *Burgenländische Heimatblätter* – 24: 239 – 240 https://www.zobodat.at/pdf/Burgenlaendische-Heimatblaetter_24_0239-0240.pdf [21.11.2022]

Meyer, S., Wesche, K., Leuschner, C., van Elsen, T. & Metzner, J., 2010: Schutzbemühungen für die Segetalflora in Deutschland – Das Projekt „100 Äcker für die Vielfalt“. Treff punkt Biologische Vielfalt IX - BfN-Skripten 265, 59-64. <https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/service/Dokumente/skripten/skript265.pdf> [20.12.2022]

Michalek, K., Dillinger, B., Höttinger, H. & Staufer, M. (2015). Serpentinstandorte im Südburgenland - Erhebung, Management, Schutz und Öffentlichkeitsarbeit. Eisenstadt: Naturschutzbund Burgenland. https://www.zobodat.at/pdf/Burgenlaendische-Heimatblaetter_24_0239-0240.pdf [21.11.2022]

Michielon, B., Sitzia, T., (2015). Traslocazione di *Myricaria germanica* (L.) Desv. in Alto Adige/Südtirol Gredleriana, 15 (2015), pp. 43-60 https://www.zobodat.at/pdf/Gredleriana_015_0043-0060.pdf [21.11.2022]

Millar, C. I.; Stephenson, N. L.; Stephens, S. L. (2007): Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications* 17, S. 2145–2151 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18213958/>

Moehrenschlager, A. (2022). Tackling challenges to escalate conservation translocations of plants globally. Abstract, 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022. https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf [08.11.2022]

Mucina, I. & Kolbeck, J., 1993: Festuco-Brometea. In: Mucina, I., Grabherr, G. & Ellmauer Th. (Hg.) *Die Pflanzengesellschaften Österreichs I. Anthropogene Vegetation*, 420–492. Fischer, Jena. <https://www.researchgate.net/profile/Ladislav->

Mucina/publication/303369903_Mucina_L_Kolbek_J_1993_Festuco-Brometea [20.12.2022]

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A.B., and Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853–858. doi: 10.1038/35002501. <https://www.nature.com/articles/3500250> [25.10.2022]

Naturschutzbund Burgenland. (o. J.-h). Serpentinegebiet um Redlschlag und Bernstein (Wenzelanger–Steinstückl–Ochsenriegel). Abgerufen von <http://burgenlandflora.at/wandertouren/tour-1/> [21.11.2022]

Nehring, S., Skowronek, S. (2020). Die invasiven gebietsfremden Arten der Unionsliste der Verordnung (EU) Nr. 1143/2014: zweite Fortschreibung 2019. <https://www.researchgate.net/profile/Sandra-Skowronek/publication/344928945> [28.10.2022]

neobiota.at (2022): Invasive Arten der Unionsliste – Durchführungsverordnung 2022/1203 <https://www.neobiota-austria.at/ias-unionsliste> [28.10.2022]

Niklfeld H., Schratt-Ehrendorfer L. & Englisch T. (2008): Muster der Artenvielfalt der Farn und Blütenpflanzen in Österreich. – In: Sauberer N., Moser D. & Grabherr G. (Eds.), Biodiversität in Österreich. Räumliche Muster und Indikatoren der Arten- und Lebensraumvielfalt. – Bristol-Schriftenreihe 20: 87–102. Haupt, Zürich. <https://docplayer.org/36627041-Bristol-schriftenreihe-band-20.html> [25.10.2022]

Nowotny G. (2022). Rote Listen als Grundlage für den angewandten Schutz von Pflanzenarten in den österreichischen Bundesländern. In Ehrendorfer L., Niklfeld H., Schröck C. & Stöhr O., Hg. (2022): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (S.65-78) — Stapfia 114, Land Oberösterreich, Linz https://www.zobodat.at/pdf/STAPFIA_0114_0001-0357.pdf [21.11.2022]

Olden, J. D., Kennard, M. J., Lawler, J. J., & Poff, N. L. (2011). Challenges and Opportunities in Implementing Managed Relocation for Conservation of Freshwater Species. *Conservation Biology*, 25(1), 40–47. <https://www.jstor.org/stable/27976425> [29.10.2022]

One Health Commission. (2020). What is one health. What is One Health. https://www.onehealthcommission.org/en/why_one_health/what_is_one_health/ [19.10.2022]

ÖKS 15, 2016: Klimaszenarien für Österreich https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/anpassungsstrategie/publikationen/oeks15.html [12.12.2022]

(ÖROK-Atlas (2021). Schutzgebiete in Österreich <https://www.oerok-atlas.at/oerok/files/summaries/64.pdf> [15.12.2022]

Österreichisches Kuratorium für Alpine Sicherheit, 2022 <https://alpinesicherheit.at/presse/> [19.10.2022]

- Oschmann, W., Grasshof, M., & Gudo, M. (2002). The early evolution of the planet earth and the origin of life. *Senckenbergiana lethaea*, 82, 284-294. DOI:10.1007/BF03043789 <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03043789> [19.10.2022]
- Oschmann, W. (2003). Vier Milliarden Jahre Klimageschichte im Überblick. *Klimastatusbericht*, 7-24. https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb2003_pdf/01_2003.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [19.10.2022]
- Pahl-Wostl, C. (2007). Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change. *Water resources management*, 21(1), 49-62. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-006-9040-4> [20.12.2022]
- Pahl-Wostl, C., G. Holtz, G., B. Kastens, B. and Knieper, C., *Environmental Science & Policy* 2010 Vol. 13 Issue 7 Pages 571-581
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.08.006> [20.12.2022]
- Pearson, S. F., Keren, I., Hodum, P. J., Drummond, B. A., Hipfner, J. M., Rojek, N. A., ... & Thomas, S. M. (2022). Range-wide changes in the North American Tufted Puffin *Fratercula cirrhata* breeding population over 115 years. *Bird Conservation International*, 1-10. DOI:10.1017/S0959270922000193 [25.10.2022]
- Pinke, G., Király, G., Barina, Z., Mesterházy, A., Balogh, L., Csiky, J., Schmotzer, A., Monár, A.V., Pál, R.W., 2011. Assessment of endangered synanthropic plants of Hungary with special attention to arable weeds. *Plant Biosystems – An International Journal dealing with all Aspects of Plant Biology*. 145(2), 426–435. <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.563534> [20.12.2022]
- Pumpler, P. (2016) „Die Serpentina Gruppe im Botanischen Garten der Universität Wien - Geobotanische und pflanzenökologische Aspekte von Lebensräumen über Serpentina“. Diplomarbeit, Wien <https://phaidra.univie.ac.at/download/o:1326377> [21.11.2022]
- Rabitsch W, Essl F. Endemiten in Österreich. Umweltbundesamt. 2008;28:1-26. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0163.pdf> [25.10.2022]
- Rahner, E. (Hrsg.), Grosse, A. (Hrsg.), & Thonicke, K. (Hrsg.). (2022). 10 Must-Dos aus der Biodiversitätsforschung 2022. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7322802>
- Ricciardi, A., Simberloff, D., 2009a. Assisted colonization: good intentions and dubious risk assessment. *Trends in Ecology and Evolution* Vol. 24, No. 9, pp 476-477. https://www.redpath-staff.mcgill.ca/ricciardi/Ricciardi&Simberloff_TREE_Letter.pdf [29.10.2022]
- Richardson, D. M., Hellmann, J. J., McLachlan, J. S., Sax, D. F., Schwartz, M. W., Gonzalez, P., Brennan, E. J., Camacho, A., Root, T. L., Sala, O. E., Schneider, S. H. Ashe, D. M., Clark, J. R., Early, R., Etterson, J. R., Fiedler, E. D., Gill, J. L., Minter, B. A., Polasky, S., Safford, H. D., Thompson, A. R., Vellend, M., 2009. Multidimensional evaluation of managed relocation. *PNAS* vol. 106, no. 24, pp 9721-9724. [29.10.2022]

Riede, K. & Mutke, J. (2005): Biodiversität - natürliches Erbe von 3,5 Milliarden Jahren Evolution. In: Faszination Biologie. Von Aristoteles bis zum Zebrafisch. D. Freudig (Hrsg.). Elsevier GmbH, München pp. 158-169
<http://www.groms.de/data/zoology/riede/publications.html>

Rossetto M, Bragg J., Van Der Merwe M., Yap, J.Y.S. (2022). An effective and broadly applicable genomic workflow to support plant translocation practices. Abstract, 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022.
[_https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf](https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf)
[08.11.2022]

Rossi, G., Montagnani, C., Gargano, D., Peruzzi, L., Abeli, T., Ravera, S., et al. (2013). Lista Rossa IUCN della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate. Roma: Società Botanica Italiana. <https://iris.unipa.it/handle/10447/98422> [09.11.2022]

Rüscher, S. (2013). Vergleichende Betrachtung zur Verbreitung von Segetalarten in einer konventionell und biologisch bewirtschafteten Kulturlandschaft. Masterarbeit, BOKU Wien.
https://abstracts.boku.ac.at/oe_list.php?paID=3&paSID=10767&paSF=-1&paCF=0&paLIST=0&language_id=DE [21.11.2022]

Sampson, L., Riley, J. V., Carpenter, A.I. (2020). Applying IUCN reintroduction guidelines: An effective medium for raising public support prior to conducting a reintroduction project, *Journal for Nature Conservation*, Volume 58, 2020, 125914, ISSN 1617-1381, <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125914>. [09.11.2022]

Schäfer, D. (2022). At the intersection between scientists, practitioners, and the public - the role of Botanical Gardens in the conservation of threatened plant species. Abstract, 1st International Plant Translocation Congress (IPTC) 2022.
[_https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf](https://host.uniroma3.it/eventi/IPTC2022/doc/iptc2022_book-of-abstracts.pdf)
[08.11.2022]

Scheidegger, C., Wiedmer, A., (2014). Genetische Untersuchungen zur Deutschen Tamariske in Tirol. Executive Summary Tirol Naturschutz-Publikationen, Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL, Switzerland
https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/naturschutz/downloads/Tamariske/ExecutiveSummary_Tirol_WSL_20141212.pdf [21.11.2022]

Schidlowski, M. (1988): A 3,800-million-year isotopic record of life from carbon in sedimentary rocks. *Nature*, 333, 313-318
<https://www.nature.com/articles/333313a0> [19.10.2022]

Schidlowski, M. (1993): The initiation of biological processes on earth. Summary of empirical evidence- In: Engel, M. H. & Macko, S. A. (eds.): *Organic geochemistry*. 639-655, Plenum Press; New York
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-2890-6_31 [19.10.2022]

- Schiemer F., Aubrecht G., Essl F., Gusenleitner F., Haring E., Herzig A., Kiehn K., Komposch Ch, Lindner R., Pöllinger U., Sauberer N., Scherzinger W., SchlickSteiner B., Schön B., Schröck Ch., Steiner F., Sturmbauer Ch., Tribsch A., Winkler H. & Zulka K.P., (2022): Dringende Erfordernisse zur Erhaltung und Förderung der österreichischen Biodiversität: Eine Stellungnahme von Naturschutzexperten. "Acta ZooBot Austria" – 158: 1 - 12. https://www.zobodat.at/publikation_volumes.php?id=69809 [10.12.2022]
- Smyčka, J., Roquet, C., Boleda, M., Alberti, A., Boyer, F., Douzet, R., Perrier, C., Rome, M., Valay, J.G., Denoeud, F., Kristýna Šemberová, K., Zimmermann, N.E. Thuiller, W., Wincker, P. Alsos, I.G., Coissac, E., the PhyloAlps consortium* & Lavergne, S. (2022) Tempo and drivers of plant diversification in the European mountain system. *Nature Communications* 5/18/2022, Vol. 13 Issue 1, p1-13. 13p. DOI:10.1038/s41467-022-30394-5 [20.12.2022]
- Schratt-Ehrendorfer L., Niklfeld H., Schröck C. & Stöhr O., Hg. (2022): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (S.11-13) — Stapfia 114, Land Oberösterreich, Linz https://www.zobodat.at/pdf/Stapfia_0114_0001-0357.pdf [21.11.2022]
- Schratt-Ehrendorfer, L. & Sonnleitner M. (2022) Projektablauf. In Schratt-Ehrendorfer L., Niklfeld H., Schröck C. & Stöhr O., Hg. (2022): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (S.11-13) — Stapfia 114, Land Oberösterreich, Linz https://www.zobodat.at/pdf/Stapfia_0114_0001-0357.pdf [21.11.2022]
- Schröck C., Stöhr O., Gewolf S., Eichberger Nowotny G., Mayr, A. & PILSL.P (2004): Beiträge zur Adventivflora von Salzburg I. — *Sauteria* 13: 221-237. https://www.zobodat.at/pdf/Sauteria_13_0221-0337.pdf [21.12.2022]
- Schröck, C., (2022). Methodik. In Ehrendorfer L., Niklfeld H., Schröck C. & Stöhr O., Hg. (2022): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (S.14-21) — Stapfia 114, Land Oberösterreich, Linz
- Schroeder, F.G. (1969): *Zur Klassifizierung der Anthropochoren*. In: *Vegetatio*. 16 (1969), S. 225–238 <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00257018> [25.10.2022]
- Schüler, S., Chakraborty, D., Buchacher, R. (2020) Assisted Migration und neue Baumarten: ein Beitrag für klimafitte Wälder. https://bfw.ac.at/cms_stamm/050/PDF/praxistag2020/BFW_Praxistag2020_waldbau.pdf [09.11.2022]
- Schwaiger, E., Berthold, A., Gaugitsch, H., Götzl, M., Milota, E., Mirtl, M., Peterseil, J., Sonderegger, G., Stix S., 2015. Wirtschaftliche Bedeutung von Ökosystemleistungen - Monetäre Bewertung: Risiken und Potenziale Report 0532, UBA Wien <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0523.pdf> [20.12.2022]
- Scotese, C. R., Bambach, R. K., Barton, C., Van der Voo, R., & Ziegler, A. M. (1979). Paleozoic base maps. *The Journal of Geology*, 87(3), 217-277. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/628416> [20.12.2022]

- Scotese, C. R., Boucot, A. J., & McKerrow, W. S. (1999). Gondwanan palaeogeography and palaeoclimatology. *Journal of African Earth Sciences*, 28(1), 99-114.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0899536298000840> [29.12.2022]
- Scotese, C. R. S., and Sager, W.W. (eds.) (1988). „Mesozoic and Cenozoic plate reconstructions“ *Tectonophysics* 155: 1-399, Amsterdam.
- Sharrock, S.L. and B. G. C. International (Publisher, 2012): GSPC: Global Strategy for Plant Conservation: a Guide to the GSPC: All the Targets, Objectives and Facts. International Publisher: Botanic Gardens Conservation International
https://www.bgci.org/wp/wp-content/uploads/2019/04/GSPC_flyer.pdf [21.11.2022]
- Sitzia, T., Kudrinsky, H., Müller, N., Michielon, B. (2021). Biological flora of Central Europe: *Myricaria germanica* (L.) Desv., *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, Volume 52, 2021, 125629, ISSN 1433-8319.
<https://doi.org/10.1016/j.ppees.2021.125629> [21.11.2022]
- Shackleton, R. T., Vimercati, G., Probert, A. F., Bacher, S., Kull, C. A., & Novoa, A. (2022). Consensus and controversy in the discipline of invasion science. *Conservation Biology*.
<https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cobi.13931> [28.10.2022]
- Southwood T. Migration of terrestrial arthropods in relation to habitat. *Biological Reviews*. 2008;37: 171-211.
<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.es.16.110185.002311> [25.10.2022]
- Stebbins, G. L., & Major, J. (1965). Endemism and speciation in the California flora. *Ecological Monographs*, 35(1), 2-35. <https://www.jstor.org/stable/1942216> [20.12.2022]
- Stöcklin, J. (2018). Von Pflanzen mit beschränktem Areal und ihren Geheimnissen (Endemism – “Plants with limited range and their secrets). *Bauhinia*, 27, 1-22.
<https://edoc.unibas.ch/67956/> [20.12.2022]
- Stöhr, O. (2022a). Auswertung nach Biotoptypen – In welchen Lebensräumen sind Rote-Liste-Arten zu finden? Stöhr O., Hg. (2022):] In Ehrendorfer L., Niklfeld H., Schröck C. & Stöhr O., Hg. (2022b): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (S.28-31) — Stapfia 114, Land Oberösterreich, Linz
https://www.zobodat.at/pdf/STAPFIA_0114_0001-0357.pdf [21.11.2022]
- Stöhr, O. (2022b). Hauptgefährdungsfaktoren der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs. In Ehrendorfer L., Niklfeld H., Schröck C. & Stöhr O., Hg. (2022): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (S.31-36) — Stapfia 114, Land Oberösterreich, Linz
https://www.zobodat.at/pdf/STAPFIA_0114_0001-0357.pdf [21.11.2022]
- Storl, W. D. (2014): Wandernde Pflanzen. Neophyten, die stillen Eroberer. Ethnobotanik, Heilkunde und Anwendungen. 2. Aufl. München: AT Verlag

<https://www.storl.de/shop/meine-buecher/wesen-und-geheimnisse-der-neophyten/>.
[28.10.2022]

Strauch M. (2018). Eine kurze Geschichte des Artensterbens am Beispiel Oberösterreichs.
— ÖKO·L Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz 40/4: 16-31, Linz.
https://www.zobodat.at/pdf/OEKO_2018_04_0016-0031.pdf [21.11.2022]

Sukopp, H. (1972): Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß
des Menschen. Ber. Landwirtsch. 50: 112–139 <https://cir.nii.ac.jp/crid/1570572700202299776>
[28.10.2022]

Sukopp, H. (1976): Dynamik und Konstanz in der Flora der Bundesrepublik Deutschland.
Schr.-R. f. Vegetationskunde. 10: 9–26.
https://www.zobodat.at/pdf/Bauhinia_15_0019-0037.pdf [28.10.2022]

SUSTREE: Science based solutions and decision-support tools for adapting forests to
climate change <https://www.bfw.gv.at/en/sustree-app-susselect/> [29.12.2022]

Tackenberg, O. (2001). Methoden zur Bewertung gradueller Unterschiede des-
Ausbreitungspotentials von Pflanzenarten.
<https://www.schweizerbart.de/publications/detail/artno/064034700>

Tamme, O. (2012). Klimawandel im österreichischen Berggebiet. Ursachen,
Auswirkungen und Anpassungsmaßnahmen. Forschungsbericht/Bundesanstalt für
Bergbauernfragen, 65.
[https://info.bml.gv.at/dam/jcr:2183a859-de1b-4f39-bc9c-
d52b5f447a9c/03_Artikel%20Klimawandel_%20L%C3%A4ndlicher%20Raum.pdf](https://info.bml.gv.at/dam/jcr:2183a859-de1b-4f39-bc9c-d52b5f447a9c/03_Artikel%20Klimawandel_%20L%C3%A4ndlicher%20Raum.pdf)
[25.10.2022]

Thompson, K., Askew, A. P., Grime, J. P., Dunnett, N. P., & Willis, A. J. (2005).
Biodiversity, ecosystem function and plant traits in mature and immature plant
communities. *Functional Ecology*, 19(2), 355-358. <https://www.jstor.org/stable/3599311>

Tichelmann, I. (2014). Assisted migration as a concept for species recovery and
conservation checklist for a management strategy to reduce biodiversity loss: 102 S., Ill.
Masterarbeit. Wien: Universität Wien, Fakultät für Lebenswissenschaften
<https://theses.univie.ac.at/detail/30878> [25.10.2022]

Tribsch, A., Schönswetter, P., (2003): Patterns of endemism and comparative
phylogeography confirm palaeo-environmental evidence for Pleistocene refugia in the
Eastern Alps. *Taxon*, 52(3), 477-497 <https://doi.org/10.2307/3647447> [20.12.2022]

UN – United Nations (ed.) (1992): 8. Convention on biological diversity. Rio de Janeiro.
<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf> [15.12.2022]

UN – United Nations (ed.) (2010): Decision adopted by the conference of the parties to the
convention on biological diversity at its tenth meeting. X/2. The strategic plan for
biodiversity 2011-2020 and the Aichi biodiversity targets.
<https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-en.pdf> [15.12.2022]

US DOE (2008): <https://www.energy.gov/management/downloads/doe-transition-documents-2008> [12.10.2022]

van Elsen T., Hotze C., Gottwald F., Wehke, S. & Meyer, S. (2015): Empfehlungen für die Bewirtschaftung von Schutzäckern. — In Meyer, S. & Leuschner C. (Hg.): 100 Äcker für die Vielfalt – Initiativen zur Förderung der Ackerwildkrautflora in Deutschland:84-91, Universitätsverlag, Göttingen <https://doi.org/10.17875/gup2015-815> [20.12.2022]

Vilà M, Basnou C, Pyšek P, Josefsson M, Genovesi P, Gollasch S, Nentwig W, Olenin S, Roques A, Roy D, Hulme P, DAISIE partners (2010) How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European cross-taxa assessment. *Front Ecol Environ* 8:135–144
https://doc.rero.ch/record/12938/files/bacher_hww.pdf[28.10.2022]

Vimercati, G., Probert, A. F., Volery, L., Bernardo-Madrid, R., Bertolino, S., Céspedes, V., ... & Bacher, S. (2022). The EICAT+ framework enables classification of positive impacts of alien taxa on native biodiversity. *PLoS biology*, 20(8), e3001729.
<https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.3001729>
[28.10.2022]

Vimercati, G., Kumschick, S., Probert, A. F., Volery, L., & Bacher, S. (2020). The importance of assessing positive and beneficial impacts of alien species. *NeoBiota*, 62, 525. <https://neobiota.pensoft.net/article/52793/> [28.10.2022]

Vlaar, N. J. (2000): Continental emergence and growth on a cooling Earth. In: Sylvester, P. J. (ed.): *Continent formation, growth and recycling. Tectonophysics*. 322; 1-2, pp. 191-202.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040195100000639> [25.10.2022]

Wagenitz G. (2001): Über das Wort „Ansalben“. *Flor. Rundbr.* 34: 25-27.
https://www.zobodat.at/pdf/OEKO_2011_2_0003-0016.pdf[25.10.2022]

Webb, N. P., Marshall, N. A., Stringer, L. C., Reed, M. S., Chappell, A., & Herrick, J. E. (2017). Land degradation and climate change: building climate resilience in agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(8), 450-459.
https://eprints.whiterose.ac.uk/116985/10/Webb_et_al-2017-Frontiers_in_Ecology_and_the_Environment.pdf [20.12.2022]

Weish, P. (2021): Umwelt-Ethik Skriptum zur Vorlesung von Peter Weish
https://homepage.univie.ac.at/peter.weish/umweltethik/umweltethik_skriptum_2021.pdf
[20.12.2022]

Werth, S., Weibel, D., Alp, M., Junker, J., Karpati, T., Peter, A., Scheidegger, C. (2011). Lebensraumverbund Fließgewässer: Die Bedeutung der Vernetzung Wasser Energie Luft, 103 pp. 224-234 <https://www.dora.lib4ri.ch/eawag/islandora/object/eawag:6711>
[21.11.2022]

Werth, S., Scheidegger, C. (2014). Gene flow within and between catchments in the threatened riparian plant *Myricaria germanica*. *PLoS One*, 9 (2014), Article e103669,

10.1371/journal.pone.0099400

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0099400> [21.11.2022]

Werth, S., Schodl, M., Scheidegger, C. (2014), Dams and canyons disrupt gene flow among populations of a threatened riparian plant *Freshw. Biol.*, 59 pp. 2502-2515, 10.1111/fwb.12449 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/fwb.12449> [21.11.2022]

Whiteley, A. R., Fitzpatrick, S. W., Funk, W. C., & Tallmon, D. A. (2015). Genetic rescue to the rescue. *Trends in ecology & evolution*, 30(1), 42-49.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169534714002286> [20.12.2022]

Wittmann, H. Pils, P. & Nowotny, G. (1996): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen des Bundeslandes Salzburg, 5. neubearbeitete Auflage - Naturschutz-Beiträge 8/96, herausgeg. vom Amt der Salzburger Landesregierung, Naturschutzreferat, 83 pp <https://www.researchgate.net/publication/272816097> [21.11.2022]

Wittmann, H., Rücker, T., (2006). Über ein Wiederansiedlungsprojekt der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) im Bundesland Salzburg (Österreich) Beitr. Naturk. Oberösterreichs, 16 pp. 91-103

https://www.zobodat.at/pdf/BNO_0016_0091-0103.pdf [21.11.2022]

Wittmann, H. (2022). Kritische Anmerkungen zum gesetzlichen Schutz der Farn- und Blütenpflanzen in Österreich. In Ehrendorfer L., Niklfeld H., Schröck C. & Stöhr O., Hg. (2022): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (S.56-60) — Stapfia 114, Land Oberösterreich, Linz

https://www.zobodat.at/pdf/Stapfia_0114_0001-0357.pdf [21.11.2022]

Wohlmeyer, H. (2006): Globales Schafe scheren. Gegen die Politik des Niedergangs. Ein Buch wider die Zukunftskriminalität der gegenwärtigen Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik. Vabene Wien-Klosterneuburg.

Wolters B. Verbreitung amerikanischer Nutzpflanzen auf präkolumbischen Seewegen durch Indianer. 1999

https://leopard.tu-braunschweig.de/receive/dbbs_mods_00001065 [25.10.2022]

WWF, (2022). Die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH) <https://www.wwf.de/themen-projekte/artenschutz/politische-instrumente/die-fauna-flora-habitat-richtlinie-ffh> [29.12.2022]

Zavaleta E. It's often better to eradicate, but can we eradicate better? In: Veitch CR, Clout M, editors. Turning the tide: the eradication of invasive species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN SSC Invasive Species Specialist Group; 2002. p. 393–403.

https://zavaleta.eeb.ucsc.edu/wp-content/uploads/Zavaleta_IUCN_2002.pdf [28.10.2022]

Zhang Q, Yang R, Tang J, Yang H, Hu S, Chen X. Positive feedback between mycorrhizal fungi and plants influences plant invasion success and resistance to invasion. *PLoS ONE*. 2010;5. pmid:20808770

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0012380> [28.10.2022]

Zippel, E., Borgmann, P., Burkart, M. Daumann, J.; Kuppinger, A.-L.; Lauterbach, D.; Listl, D.; Martens, A.; Nick, P.; Oevermann, S.; Poschlod, P.; Radkowitzsch, A.; Reisch, C.; Straubinger, C.; Zachgo, S.; Stevens, A.-D. (2016): Ex situ trifft In situ - Möglichkeiten und Grenzen der Einlagerung von Saatgut, Erhaltungskulturen und Wiederausbringung von gefährdeten Wildpflanzenarten in Anbetracht des Klimawandels am Beispiel des im Rahmen des Bundesprogramms Biologische Vielfalt geförderten Projektes „Wildpflanzenchutz in Deutschland: WIPs-De". In: Korn, H., Bockmühl, K., Schliep, R.: Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland XII. Dokumentation der 12. Tagung. BfN-Skripten 432, 49-57 <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000100257> [29.12.2022]

Zippel, E., & Lauterbach, D. (2018): Leitlinien zur Ansiedlung gefährdeter Wildpflanzen Guidelines for reintroduction of endangered plants. https://www.wildpflanzenchutz.uni-osnabrueck.de/wp-content/uploads/2019/05/Leitlinien_Ansiedlungen.pdf [25.10.2022]

Zisenis, M. (2009). To which extent is the interdisciplinary evaluation approach of the CBD reflected in European and international biodiversity-related regulations? Biodiversity and conservation, 18(3), 639-648. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-008-9530-1> [28.12.2022]

Zuna-Kratky, T. (2022). Zur Bedeutung gefährdeter Pflanzen und Pflanzengesellschaften für die Tierwelt. In Ehrendorfer L., Niklfeld H., Schröck C. & Stöhr O., Hg. (2022): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (S.31-36) https://www.zobodat.at/pdf/Stapfia_0114_0001-0357.pdf [21.11.2022]

Internetquellen:

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/palaeoklimatologie/48929> [29.12.2022]

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/biogeographie/8629> [29.12.2022]

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/genfluss/4695> [29.12.2022]

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/humanoekologie/32817> [29.12.2022]

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/hemikryptophyten/31269> [29.12.2022]

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/sori/62200> [29.12.2022]

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/flagship-species/24743> [29.12.2022]

<https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Kerogen> [29.12.2022]

https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/klimaschutz/Seite.1000200.html [29.12.2022]

https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/naturschutz/international/berner_konvention.html [29.12.2022]

<https://www.wwf.de/themen-projekte/artenschutz/politische-instrumente/die-fauna-flora-habitat-richtlinie-ffh> [29.12.2022]

<https://reefresilience.org/de/management-strategies/reef-management/adaptive-management/> [29.12.2022]

(BMU, 2011) https://www.ifo.de/DocDL/ifosd_2013_22_9.pdf [29.12.2022]

<https://www.bmk.gv.at> [29.12.2022]

<https://www.kaernten.orf.at/stories/3169202/> [29.12.2022]

<https://www.fairwild.org> [29.12.2022]

<https://www.zamg.ac.at/histalp> [29.12.2022]

https://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/Bilder_und_Dokumente/Themen/Landwirtschaft/Artenvielfalt/Ackerwildkr%C3%A4uter_NEU/Ackerwildkraeuter-foerdern-Infobroschuere-fuer-Landwirte.pdf [29.12.2022]

<https://www.infoflora.ch/de/flora/adonis-flammea.html> [29.12.2022]

<https://iucn-ctsg.org/> [29.12.2022]

<https://www.ipbes.net> [29.12.2022]

<https://www.cites.org> [29.12.2022]

<https://www.cbd.int> [29.12.2022]

<https://www.biodiv.de/biodiversitaet-infos/ipbes.html> [29.12.2022]

https://www.meinbezirk.at/lungau/c-regionauten-community/euregio-projekt-rekultivierung-urgetreide-binkel_a5187025 [29.12.2022]

<https://www.vb.gamtc.lt/object/elaba:117722889/> [29.12.2022]

<https://www.oewav.at/> [29.12.2022]

<https://www.umweltbundesamt.at/> [29.12.2022]

(SER, 2022)

https://www.cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/publications/principles_for_ecosystem_res.pdf [29.12.2022]

<https://www.ffg.at/europa/heu/cost> [29.12.2022]

<https://www.proquest.com/openview/86b8512dbdfe9aa5afa63ad38e34bf98/1?pq-origsite=gscholar&cbl=47271> [29.12.2022]

(Guterres, 2022) red, ORF.at/Agenturen,2022

<https://orf.at/stories/3296761/> [29.12.2022]

https://archiv.ipn.uni-kiel.de/System_Erde/pdf/08_Begleittext_oL.pdf [29.12.2022]

https://lexparency.de/eu/31992L0043/ART_22/ [29.12.2022]

<https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/naturschutz/schutzgebiete/natura2000> [29.12.2022]

9.2 Abkürzungsverzeichnis

ABS	Access and Benefit Sharing
AECC	Austrian Educational Competence Center
BFA	Bundesforschungszentrum für Wald
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGCI	Botanic Gardens Conservation International
CBD	Convention on Biological Diversity
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna & Flora
COP	Conference of Parties
COST	European Cooperation in Science and Technology
CTSG	Conservation Translocation Specialist Group
EICAT	Environmental Impact Classification of Alien Taxa
FFH	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie
GISP	Global Invasive Species Program
GLORIA	Global Observation Research Initiative in Alpine Environments
GSPC	Global Strategy for Plant Conservation
IAS	Invasive Alien Species
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPEN	International Plan Exchange Network
IPTC	International Plant Translocation Congress
IUCN	International Union for Conservation of Nature
MoU	Memorandum of Understanding
NNT	Non-Native-Tree
NP-CBD	Nagoya protocol - CBD
ÖKS15	Österreichische Klimaszenarien 2015
ÖROK	Österreichische Raumordnungskommission
ÖWAV	Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband
RCP	Representative Concentration Pathway
SER	Society for Ecological Restoration
SHARP	Systematic Hazard Analysis of Rare-Endangered Plants
SSC	Species Survival Commission
SSP	Shared Socioeconomic Pathway
SSRA	Site Specific Risk Assessment
UBA	Umweltbundesamt
UNEP	United Nations Environment Program
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WCC	World Conservation Congress
WHO	World Health Organization
WMO	World Meteorological Organization
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

9.3 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1	One health Quelle: https://www.who.int/images/default-source/departments/food-safety/onehealth/joint-tripartite-unep-one-health-graphic.jpg?Status=Master&sfvrsn=427917d3_30 S 2
Abb 1-2	Ausbringung-Ansiedlung Quelle: Zippel (2018) Schema zur Definition der unterschiedlichen Ansiedlungen S 4
Abb. 2-1	Abb. 2-1 Quelle: Oschmann, W. (2003). Vier Milliarden Jahre Klimageschichte im Überblick. Seite 7
Abb. 2-2	Quelle: Gerten (2008)_Abb. 2.8-1: LPJ-simulierte Verschiebungen von Vegetationszonen bis 2071–2100 unter dem ECHAM5-B1-Szenario. Gezeigt sind nur Flächenänderungen von mehr als 20% gegenüber dem mittleren Zustand im Zeitraum 1971–2000 (Details in Fischlin et al., 2007) S16
Abb. 2-3	Auslöschung der Megafauna im Späten Quartär in Brook und Barnosky (2012)
Abb. 2-4	Höhenstufengliederung der Alpen Quelle: Delphi234 - File:Altitudinal zones of Alps mountains Extended diagram-fr.svg, CC BY-SA 4.0 S19
Abb. 2-5	Naturräumliche Gliederung Österreichs (Quelle: Umweltbundesamt, 2020)
Abb. 3-1	2 Raster-Summenkarte aller endemischen Tiere (575 Taxa) und Pflanzen (150 Gefäßpflanzen, 16 Flechten) in Österreich. (Rabitsch & Essl, 2008)
Abb. 3-2	<i>Was ist Umweltethik? Definition und Unterteilung. Quelle:</i> http://www.treffpunkt-umweltethik.de/modelle.htm
Abb. 3-3	Biogeografische Regionen in Europa Quelle: https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/naturschutz/bilder/map.jpg
Abb. 3-4	Bewertung der Lebensräume
Abb. 5-1	Begriffe zur Einteilung des Artenbestands Quelle: Bundesamt für Naturschutz https://neobiota.bfn.de/grundlagen/neobiota-und-invasive-arten.html
Abb. 5-2	Schema der Auswirkungen nach der globalen Datenbank invasiver Arten Quelle: doi:10.1371/journal.pbio.1001850.g001
Abb. 5-3	Kategorien des Schemas der Auswirkungen invasiver Arten Quelle: Fig. 1 & 2 : Blackburn et al. (2014): https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001850
Abb. 5-4	Listensystem Quelle: Bundesamt für Naturschutz: BfN-Skripten 574 – 2020 (Abb. 1: Das Listensystem in der EU-Verordnung Nr. 1143/2014: Unionsliste, Nationale Liste und Regionale Liste).
Abb. 6-1	Adaptiver Managementzyklus nach Webb et al. (2018) Quelle: https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-017-0981-6
Abb. 6-2	Durchführungsbewertung nach IUCN-Guidelines 2013, S 24 https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2013-009.pdf
Abb. 6-3	Translokationen nach IUCN Quelle: https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2013-009.pdf

Abb. 6-4	Geographical distribution of seed sampling sites and experimental gardens (a), and hypotheses of plant performance in experimental gardens (b–e) in the translocation trial on Siberian primrose (Hällfors et al. 2020a)
Abb. 6-5	Die drei Strategien zum Schutz der Waldfunktionen vor dem Klimawandel (Quelle: Abb.1 in Buchacher et.al., 2020)
Abb. 6-6	Die drei Strategien zum Schutz der Waldfunktionen vor dem Klimawandel (Quelle: Abb.1 in Buchacher et.al., 2020)
Abb.7-1	Pelzfarn (Quelle: Foto: H. Wagner in „Botanik im Bild“)
Abb. 7-2	Ufertamariske
Abb. 7-3	Scharlach- Adonisröschen

9.4 Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1	Klimaszenarien Tab.2-1: Quelle: Kreienkamp et al. 2022 https://www.umweltbundesamt.de/dokument/empfehlungen-fuer-die-charakterisierung S9
Tab. 3-1	Gefährungskategorien (Deutschland, Österreich) Quelle: https://www.rote-liste-zentrum.de/de/Gefahrungskategorien-1711.html [03.08.2022}
Tab. 3-2	Artenzahlen ausgewählter Organismengruppen (ohne Neobiota) sowie die Zahl und der Anteil der Endemiten in Österreich. Quelle: Tabelle in Rabitsch & Essl, 2008.
Tab. 3-3	Zahl der Endemiten in den österreichischen Bundesländern für Gefäßpflanzen (ohne Apomikten und Autogame) und Tiere sowie Zahl der exklusiven Vorkommen, die sich auf ein Bundesland beschränken Quelle: Tabelle 2 in Rabitsch & Essl, 2008.
Tab. 3-4	Erhaltungszustände
Tab. 3-5	Verantwortlichkeit Österreichs (Regeln)
Tab. 3-6	Schutzgebiete in Österreich
Tab. 4-1	Differenzierung der Ausbreitungstypen verändert nach Tackenberg (2001)
Tab. 7-1	Pelzfarn in Rote Liste in Schratt-Ehrendorfer et a., 2022
Tab. 7-2	Ufertamariske in in Rote Liste in Schratt-Ehrendorfer et a., 2022
Tab. 7-3	Ackerwildkräuter
Tab. 7-4	Scharlach-Adonisröschen in Rote Liste in Schratt-Ehrendorfer et a., 2022

10 Anhänge

10.1 Erdgeschichte und Entwicklung der Biodiversität

Mio. Jahre	Zeitalter	Periode	Epoche	Wichtige Ereignisse in der Biosphäre
0,01	Känozoikum	Quartär	Holozän	Historische Zeit – die Zivilisation entsteht
2,59			Pleistozän	Eiszeiten: Würm- (Alpen) oder Weichsel-Eiszeit (Norddeutschland), Evolution des Menschen
5,33		Neogen	Pliozän	Landbrücke zwischen Nord- und Südamerika, erste Vorfahren des Menschen in Afrika, Säugetiere dominieren, Beginn der Eiszeiten
23,0			Miozän	Ausbreitung der Gräser und Kräuter, Ausbildung der alpidischen Hochgebirgskette
33,9		Paläogen	Oligozän	Abtrennung Südamerikas, erste Primaten, „Blütezeit der Huftiere“
56,0			Eozän	Radiation der Säugetiere, die meisten modernen Ordnungen entstehen
66,0			Paleozän	Radiation der Blütenpflanzen, weltweite Ausbreitung der Vögel
145	Mesozoikum	Kreide		<i>Großes Massensterben</i> (Saurier und Ammoniten sterben aus), erste Blütenpflanzen (Bedecktsamer) Gondwana zerfällt
201		Jura		Pangäa zerfällt, Dinosaurier beherrschen das Land, Palmfarne und Farnpflanzen bestimmen die Flora, Ammoniten die Meeresfauna, erste Vögel
252		Trias		<i>Massenaussterben</i> Nacktsamige Pflanzen beherrschen die Landschaft, die ersten Dinosaurier und Säugetiere erscheinen
299	Paläozoikum	Perm		<i>Massenaussterben</i> (80-90% aller Arten), Pangäa wird gebildet; an Land dominieren Therapsiden
359		Karbon		Ausgedehnte Wälder (Bärlapp, Schachtelhalm), Radiation der Insekten und Amphibien
419		Devon		<i>Massenaussterben</i> , „Blütezeit der Fische“ erste Samen-, Gefäßpflanzen und Tiere an Land erste Amphibien, Gliederfüßler und Insekten
443		Silur		Erste Landpflanzen, Ammoniten, Kieferfische
485		Ordovizium		<i>Eiszeit mit Massenaussterben</i> Auftauchen erster Wirbeltiere, Graptolithen, „Zeitalter der Trilobiten“
541		Kambrium		Erscheinen der meisten rezenten Tierstämme, viele Arten entwickeln Skelette, Radiation der Fauna
635	Präkambrium	Neoproterozoikum	Edikarium	Ediacara-Fauna
1000				„Schneeballerde“, „Zeitalter der Einzeller“
1600		Mesoproterozoikum		Stromatolithenriffe, erstes Auftreten von mehrzelligen Fossilien und Eukaryonten, Sauerstoff sammelt sich in Atmosphäre
2500		Paläoproterozoikum		
4000		Archaikum		Älteste Spuren von Leben auf der Erde
4600		Hadaikum		Die Erde entsteht

Quelle: eigene Darstellung abgewandelt nach https://archiv.ipn.uni-kiel.de/System_Erde/pdf/08_Begleittext_oL.pdf

10.2 Klimaszenarien Österreich

Kriterium	Ort	Zeit- raum *)	RCB8, 5	RCB4, 5
Temperatur [°C]	Jahresmittel Österreich	nah fern	+ 1,4 + 4,0	+ 1,3 +2,3
	Wintermittel	nah- fern	+ 4,4	+ 2,4
	Frühlingsmittel	nah- fern	+ 3,7	+ 2,1
Hitzetage (stärkste Zunahme im Sommer, im Alpenvor-, Flach- und Hügelland, Klagenfurter Becken) höhere Lagen Südoststeiermark	Österreichsmittel regional	nah fern fern	+ 10 + 17,4 + 37	+4 + 7
Sommertage (stärkste Zunahme in der Südoststeiermark, Nordwesten Vorarlbergs)	Gesamtösterreich	nah fern	+ 10 + 50	+ 4
Vegetationsperiode (besonders deutlich entlang Alpenhauptkamm und nördliches Alpenvorland)	Gesamtösterreich	nah fern	+ 20 +61,1	+32,7
Kühlgradtage [°C(Kd)] Südoststeiermark, Burgenland	Gesamtösterreich regional	nah fern	+ 57 + 221,7 + 310	+ 57 + 94
Heizgradtage (Abnahme in %!) (am deutlichsten im Hochgebirge und entlang des Alpenhauptkamms)	Gesamtösterreich	nah fern	-10% -30%	-10% -18%
Frosttage (besonders in hohen Geländelagen)	Gesamtösterreich	nah fern	-24,5 -70	-20,5 -41,8
Eistage	Gesamtösterreich	nah fern	-13,3 -33,7	-12,6 -21,3
Frost-Tau-Wechseltage Oktober- November: erst in ferner Zukunft - deutlich in nördlichen Kalkalpen, im Oberinntal, am geringsten in hohen Lagen und im Alpenvorland Frost-Tau-Wechseltage Jänner-Februar: im Alpenvorland und Klagenfurter Becken Abnahmen, im Oberinntal und Klagenfurter Becken Zunahmen	regional	fern	-17 +16	
Niederschläge (Änderung in %)	Gesamtösterreich	fern	+8,7%	

Weisen eine hohe räumliche und zeitliche Variabilität auf, daher wenig zuverlässige Angaben				
Maximale Tagesniederschläge (Änderung in %)	Gesamtösterreich	fern	+23,5	+16,2
Globalstrahlung (Änderung in %)	Gesamtösterreich	fern	-8,4	-4,8
Winter	Alpenhauptkamm	nah	-2	
Jahresmittel		fern	-7	

Quelle: Eigene Darstellung, Werte nach ÖKS15

10.3 Schutzgebiete in Österreich

(Quelle: <https://www.oerok-atlas.at/oerok/files/summaries/64.pdf> [15.12.2022])



Schutzgebiete in Österreich

Zu den Säulen eines umfassenden Naturschutzes zählen der Gebietsschutz, der Artenschutz und die ökologisch nachhaltige Nutzung. Schutzgebiete sollen die biologische Vielfalt unserer Natur- und Kulturlandschaften sowie die abiotischen Ressourcen schützen.

In Österreich wurden zahlreiche Schutzgebietskategorien definiert, rund 16 Prozent der Bundesfläche sind als Natura 2000-Gebiet, Nationalpark oder Naturschutzgebiet streng geschützt.

Spezifisches Erkenntnisinteresse:

Zuordnung: Klimawandel, Anpassung und Ressourceneffizienz

Themen: Flächeninanspruchnahme und Siedlungsentwicklung

Verwandte Indikatoren:

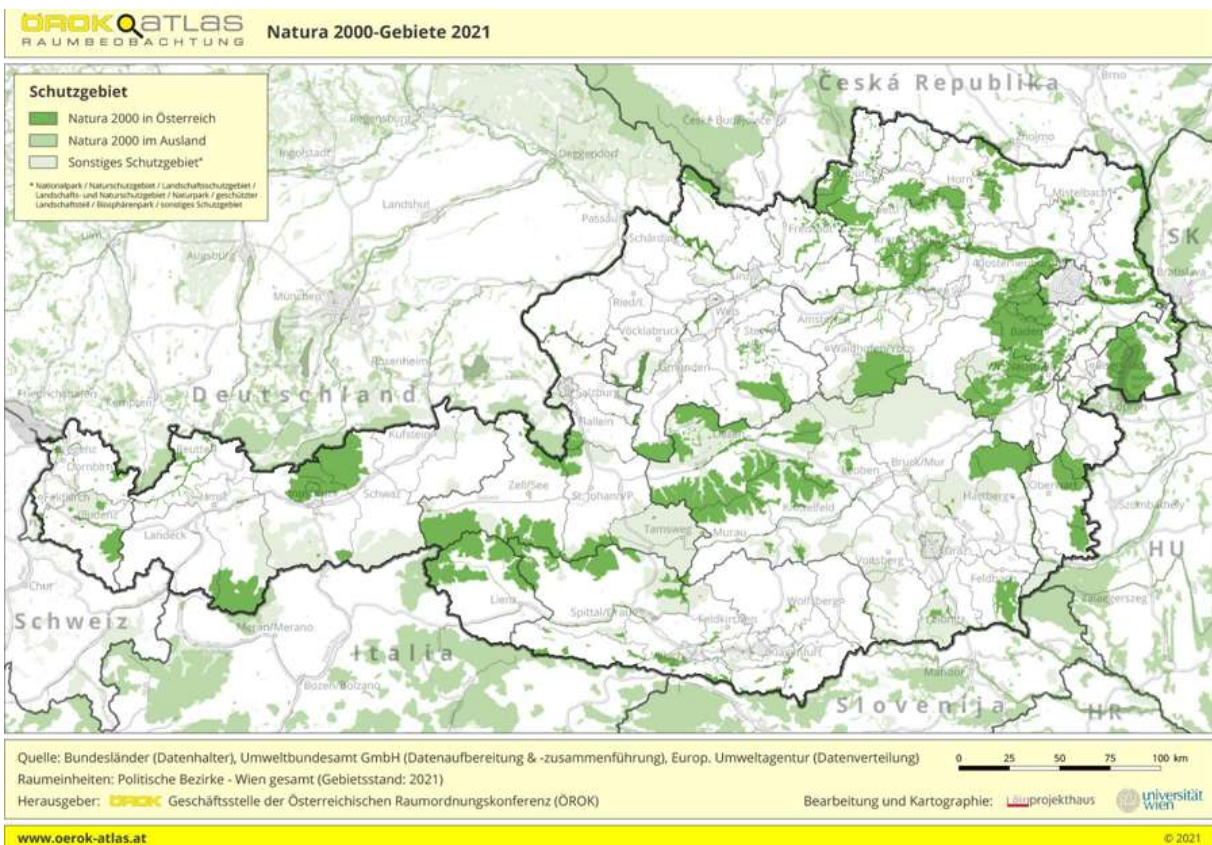
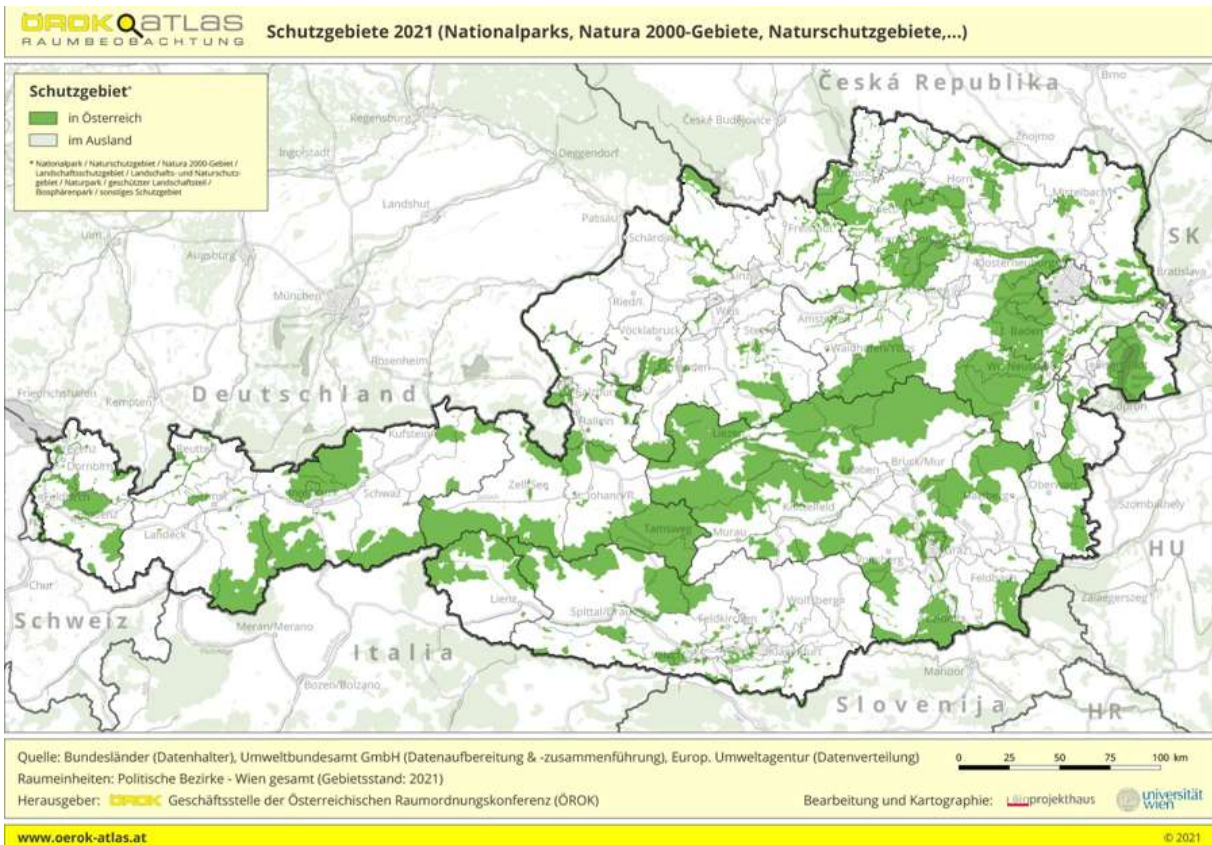
Dieser Indikator besteht aus folgenden Medien:

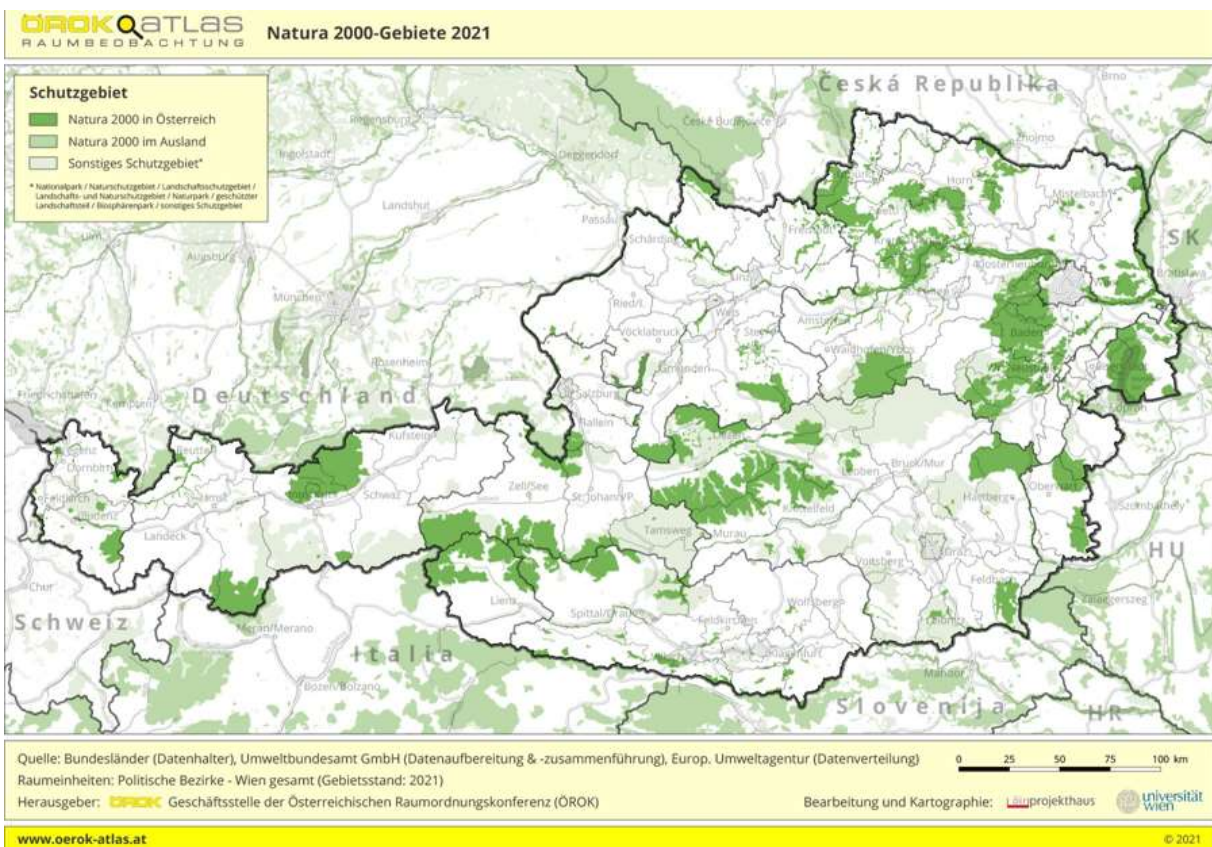
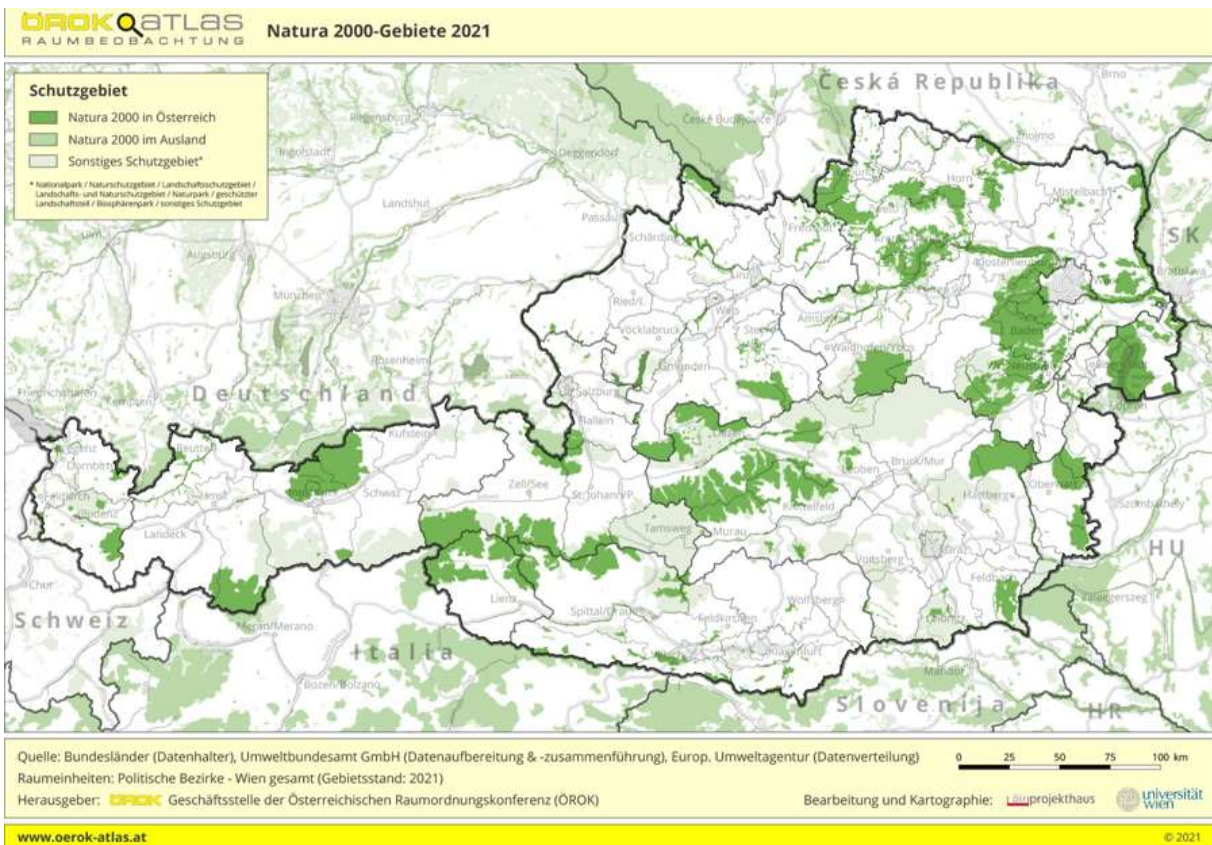
Karten:

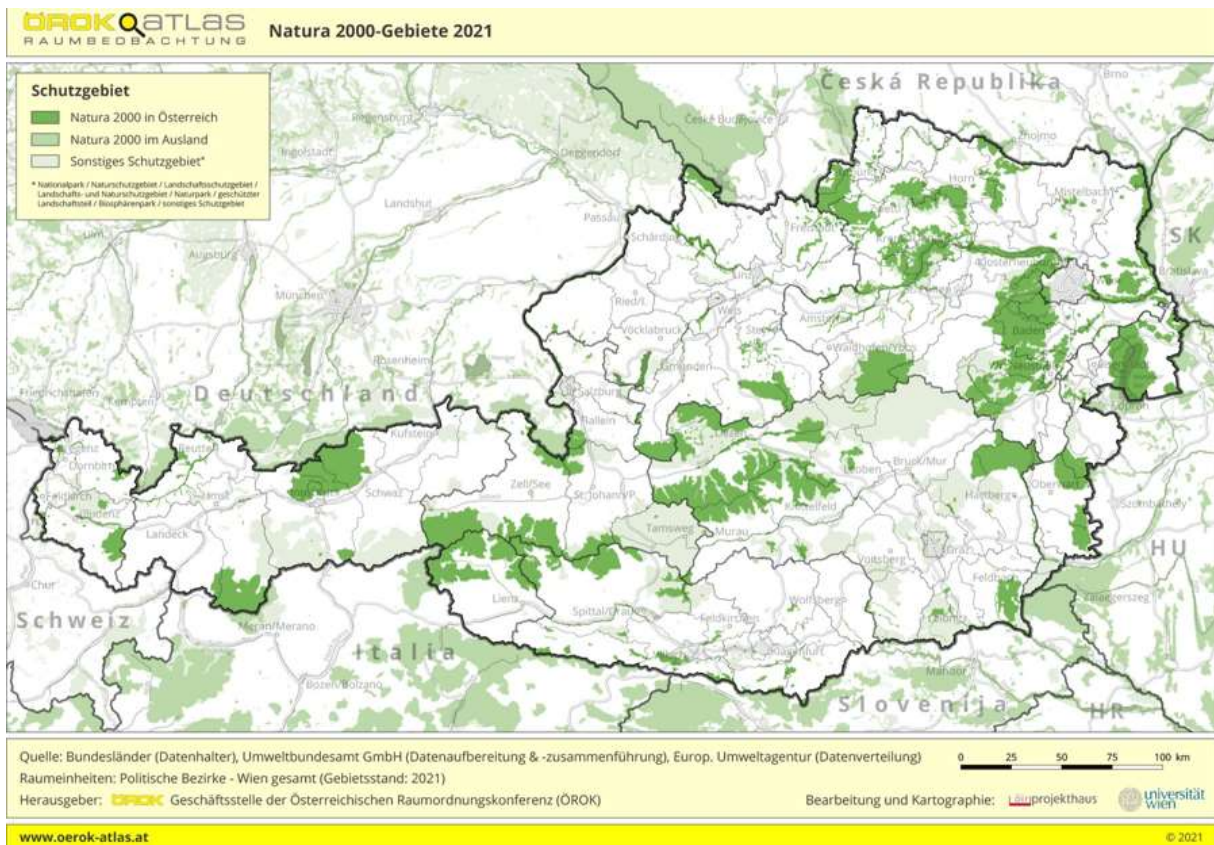
- Schutzgebiete 2021 (Nationalparks, Natura 2000-Gebiete, Naturschutzgebiete,...)
- Natura 2000-Gebiete 2021
- Naturschutzgebiete 2021
- Nationalparks 2021
- Sonstige Schutzgebiete 2021

Exposés:

- Schutzgebiete 2021







Schutzgebiete in Österreich / Anteil der Schutzflächen an der Gesamtfläche

(Quellen: Kartendarstellungen: Bundesländer/Umweltbundesamt GmbH/Europäische Umweltagentur (Datenhalter / Datenaufbereitung und -zusammenführung / Datenverteilung); Text: Umweltbundesamt GmbH)

Naturschutzrechtlich geschützte Gebiete in Österreich

Zu den Säulen eines umfassenden Naturschutzes zählen der Gebietsschutz, der Artenschutz und die ökologisch nachhaltige Nutzung. Schutzgebiete sollen die biologische Vielfalt unserer Natur- und Kulturlandschaften sowie die abiotischen Ressourcen schützen. Von den Naturschutzabteilungen der Bundesländer werden per Verordnung Teile von Natur und Landschaft als Schutzgebiete ausgewiesen.

In Österreich wurden zahlreiche Schutzgebietskategorien definiert, die Festlegung der Schutzgebietskategorien erfolgt in den jeweiligen Naturschutzgesetzen der Länder. Die Schutzbestimmungen für die Schutzgebietskategorien wie auch die Auflagen für jedes einzelne Gebiet, die in den jeweiligen Gebietsverordnungen festgelegt sind, sind unterschiedlich. Die Land- und Forstwirtschaft sowie Jagd und Fischerei sind bspw. selbst in den Schutzgebieten meist „im bisherigen Umfang“ gestattet. Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete sowie Naturdenkmäler gibt es österreichweit. Andere Kategorien, wie beispielsweise „Geschützter Landschaftsteil“ oder „Naturpark“, bestehen nur in einigen Bundesländern.

In Österreich sind ca. 3 Prozent der Bundesfläche **streng geschützte (IUCN: I+II)** und ca. 14 Prozent **geschützte Gebiete (IUCN: III+IV)**. Die Natura 2000-Gebiete, Nationalparks und Naturschutzgebiete werden in der Karte getrennt dargestellt.

Hinzu kommen **teilweise bzw. eingeschränkt geschützte Gebiete (IUCN: V+VI)**, die einander oft überlagern, wie z.B. Landschaftsschutzgebiet und Geschützte Landschaftsteile. Auf diese Gebiete entfallen insgesamt rund 12 Prozent der Bundesfläche (Überlagerungen von Schutzgebieten unterschiedlicher Kategorien herausgerechnet). Die weniger streng geschützten Gebiete werden (aufgrund der Überlagerungen) in der Karte zusammengefasst dargestellt.

Insgesamt sind somit **28,8% der Fläche Österreichs** geschützt (siehe Tabelle 1).

Schutzgebiete	Anzahl	Fläche in km²	Anteil an der Bundesfläche (%)
Nationalparks	6	2.382	2,8
Europaschutzgebiete (verordnete Natura 2000-Gebiete)**	254	12.869	15,3
Naturschutzgebiete	478	3.028	3,6
Landschaftsschutzgebiete	249	12.825	15,3
Naturparke	50	4.214	5,0
Geschützte Landschaftsteile	329	86	0,1
Biosphärenparks***	5	2.898	3,5
Sonstige Schutzgebiete (außer Naturdenkmäler)	60	1.567	1,9
Summe	1.431	24.160*	28,8*

* Summenangabe mit den bereits herausgerechneten Überlagerungen von Schutzgebieten unterschiedlicher Kategorien.

**100 weitere Europaschutzgebiete / Natura 2000-Gebiete nominiert.

*** Vier weitere Biosphärenparks bzw. Biosphärenreservate sind rechtlich nicht verordnet bzw. von der UNESCO nicht anerkannt.

Quellen: Umweltbundesamt GmbH, Ämter der Landesregierungen Österreichs, Stand: Dezember 2019

Darüber hinaus hat Österreich mit 2 Standorten Anteil am **UNESCO-Weltnaturerbe "Alte Buchenwälder und Buchenurwälder der Karpaten und anderer Regionen Europas"**. Diese Standorte sind bereits in bestehenden Schutzgebieten integriert. Seit Juli 2017 zählen das Wildnisgebiet Dürrenstein und Teile des Nationalparks Kalkalpen zu diesem transnationalen UNESCO-Weltnaturerbe. Insgesamt sind in 12 Ländern 78 Buchenwald-Teilgebiete am Weltnaturerbe beteiligt (UNESCO 2017).

Gesetzliche Grundlagen

Natur- und Landschaftsschutzgesetze:

In Österreich sind für den Natur- und Landschaftsschutz die Bundesländer zuständig, die jeweils eigene Naturschutzgesetze haben. Die darin enthaltenen Bestimmungen legen den Schutz der Natur (Ausweisung von Schutzgebieten) und bestimmter Arten fest (Tier- und Pflanzenschutzverordnungen). In einigen Bundesländern sind ausgewählte Lebensräume, wie z.B. Moore und Feuchtgebiete, Gewässer, alpine Regionen oder Gletscher, generell geschützt.

Nationalparkgesetze:

Auch für die Einrichtung und den Betrieb von Nationalparks sind in Österreich die Bundesländer zuständig. Bis auf Vorarlberg hat jedes Bundesland eine entsprechende gesetzliche Regelung. Die Nationalparkziele sind im jeweiligen Nationalparkgesetz festgelegt, die Zonierung der Nationalparks und die Erstellung von Managementplänen wird in Verordnungen geregelt. Der rechtliche Rahmen für die finanzielle Unterstützung der Länder durch den Bund bei Errichtung und Betrieb der Nationalparks sind Vereinbarungen gemäß Artikel 15a der Bundesverfassung.

Sonstige:

Als Mitgliedstaat der Europäischen Union muss Österreich auch im Naturschutz EU-Richtlinien, nämlich die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, die Vogelschutzrichtlinie sowie die Wasserrahmenrichtlinie verbindlich umsetzen. Weiters ist das Management organischer Böden (Moorböden, Anmoorböden, etc.) ein wichtiger Bestandteil der Umsetzung der gemeinsamen Agrarpolitik.

Auf internationaler Ebene hat Österreich einige Abkommen und Konventionen ratifiziert (Alpenkonvention, Berner Konvention, Biodiversitätskonvention, Bonner Konvention, Europäische Landschaftskonvention, Paneuropäische Strategie, Ramsar-Konvention*, Übereinkommen zum Schutz der Donau, Übereinkommen zur Regelung des Walfanges, Washingtoner Artenschutzabkommen, Weltkultur- und Naturerbe).

** Bedeutung auch im Zusammenhang mit der Klima- und Biodiversitätsstrategie des European Green Deal*

IUCN-Kategorien

Als internationale Referenz für die nationale Klassifizierung von Schutzgebieten dient das IUCN-System. Das IUCN Protected Areas Categories System der International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) dient zur Klassifizierung sämtlicher Schutzgebiete der Erde in sechs Managementkategorien (I bis VI). Die Einteilung in die Kategorien erfolgt nach dem Schutzziel, den Schutzmaßnahmen und dem Gebietsmanagement.

❑ **Kategorie Ia / Ib: Strict Nature Reserve / Wilderness Area** (Strenges Naturreservat / Wildnisgebiet)

Schutzgebiet, das hauptsächlich für Zwecke der Forschung oder zum Schutz großer, unbeeinflusster Wildnisareale verwaltet wird

❑ **Kategorie II: National Park** (Nationalpark)

Schutzgebiet, das hauptsächlich zum Schutz von Ökosystemen und zu Erholungszwecken verwaltet wird

❑ **Kategorie III: Natural Monument or Feature** (Naturdenkmal)

Schutzgebiet, das hauptsächlich zum Schutz einer besonderen Naturerscheinung verwaltet wird

❑ **Kategorie IV: Habitat/Species Management Area** (Biotop-/Artenschutzgebiet mit Management) Schutzgebiet, für dessen Management gezielte Eingriffe erfolgen

❑ **Kategorie V: Protected Landscape/Seascape** (

❑ **Kategorie VI: Protected area with sustainable use of natural resources** (Ressourcenschutzgebiet oder Kulturlandschaft mit Management)

Gebiet, dessen Management der nachhaltigen Nutzung natürlicher Ökosysteme und Lebensräume dient

Schutzgebietskategorien mit strengem Schutz (IUCN: I+II) sowie normalem Schutz (IUCN: III+IV) (getrennte Darstellung in der Karte):

Nationalparks:

Aus ökologischer Sicht sind Nationalparks besonders wertvolle Schutzgebiete, hier sollen natürliche Entwicklungen möglichst ungestört ablaufen. Nationalparks sind dadurch sehr gut geeignete Forschungsräume für Bestandsaufnahmen, ökologische Langzeituntersuchungen und Dauerbeobachtung (Monitoring) und letztlich auch für die Regionalentwicklung von Bedeutung, da sie sich immer mehr zu Leitprojekten in den Regionen entwickeln.

Die österreichischen Nationalparks werden nach den Kriterien der Welt-Naturschutzunion IUCN für Kategorie II („Nationalpark“) ausgerichtet und in unterschiedlichen Zonen gemanagt: „Ein Nationalpark ist ein natürliches Landgebiet oder marines Gebiet, das ausgewiesen wurde, um die ökologische Unversehrtheit eines oder mehrerer Ökosysteme im Interesse der heutigen und kommenden Generationen zu schützen, um Nutzungen oder Inanspruchnahmen, die den Zielen der Ausweisung abträglich sind, auszuschließen, und um eine Basis für geistig-seelische Erfahrung sowie Forschungs-, Bildungs- und Erholungsangebote für Besucher zu schaffen. Sie alle müssen umwelt- und kulturverträglich sein.“

Natura 2000-Gebiete:

Innerhalb der Europäischen Union ist die die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) eine wesentliche rechtliche Grundlage des Biotop- und Artenschutzes. Hauptziel der FFH-Richtlinie ist der Aufbau des europaweiten Schutzgebietsnetzes „Natura 2000“, mit dem die natürlichen Lebensräume Europas dauerhaft gesichert werden.

Österreich hat insgesamt 254 rechtlich verordnete Natura 2000-Gebiete, sie nehmen mehr als 15% der Bundesfläche ein (Stand Ende 2019), wobei die Gebietsauswahl aufgrund der Rechtslage in Österreich durch die neun Bundesländer erfolgte.

Naturschutzgebiete:

Der Schutzgebietstyp „Naturschutzgebiet“ zählt zu den wichtigsten Kategorien des Flächenschutzes in Österreich, es handelt sich dabei um weitgehend natürliche oder naturnahe Gebiete, die sich durch das Vorhandensein schützenswerter Lebensräume und/oder das Vorkommen seltener bzw. gefährdeter Tier- und Pflanzenarten auszeichnen. Zu den am strengsten geschützten Gebieten zählen die mit der IUCN-Kategorie Ia (Strenges Naturreservat) und Ib (Wildnisgebiet) ausgewiesenen Gebiete zum Beispiel in entlegenen Zonen des Nationalpark Hohe Tauern.

Land- und forstwirtschaftliche Nutzungen sind in Naturschutzgebieten im Allgemeinen „im bisherigen Umfang“ gestattet, auch wenn grundsätzlich jeder Eingriff in die Natur verboten ist. Dies kann in bestimmten Fällen zu Interessenskonflikten führen.

Schutzgebietskategorien mit geringerem Schutz (IUCN: V+VI) (zusammengefasste Darstellung in der Karte):

Landschaftsschutzgebiete:

Landschaftsschutzgebiete sind in Österreich unter den Schutzkategorien flächenmäßig am weitesten verbreitet, es handelt sich dabei um Gebiete mit besonderem Charakter, hohem

ästhetischen Wert oder Erholungswert der Landschaft.

Der primäre Schutzzweck dieser Kategorie liegt in der Erhaltung des Landschaftsbildes, die besondere Bedeutung des Gebietes für die Bevölkerung oder den Fremdenverkehr soll gesichert werden. Daher kann in Landschaftsschutzgebieten die Durchführung von Maßnahmen, die eine erhebliche Beeinträchtigung der Landschaft bewirken, in einem behördlichen Verfahren verhindert werden.

Naturparke:

Naturparke umfassen Landschaftsräume, die sich aufgrund ihrer landschaftlichen Voraussetzungen für die Erholung oder für die Vermittlung von Wissen über die Natur besonders gut eignen. „Naturpark“ ist keine Schutzkategorie im eigentlichen Sinn, sondern vielmehr ein Prädikat, das an Naturschutzgebiete oder Landschaftsschutzgebiete zusätzlich vergeben wird, um diese Gebiete für die Regionalentwicklung in Wert zu setzen. Derzeit (Stand: Dezember 2019) gibt es in Österreich 50 Naturparke.

Geschützte Landschaftsteile:

Im Gegensatz zu den in der Regel meist großflächigen Landschaftsschutzgebieten ist ein geschützter Landschaftsteil ein kleinräumiger, geschützter Ausschnitt der Landschaft. Der Schutz von Teilen von Natur und Landschaft kann aus wissenschaftlichen Gründen oder zur Erhaltung der Seltenheit, Eigenart oder Schönheit dieser Gebiete erfolgen, auch hier spielen der Schutz des Landschaftsbildes sowie der Erhalt des Erholungspotenzials eine Rolle.

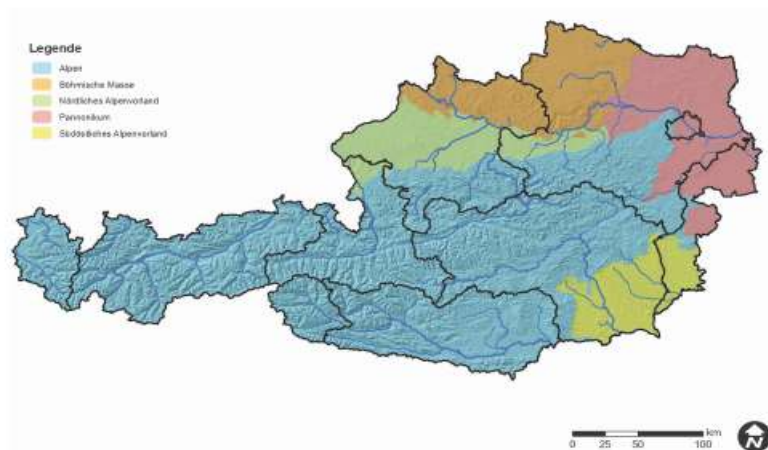
Biosphärenparks:

Biosphärenparks wurden von der UNESCO 1976 eingeführt. Sie sollen dazu beitragen, in allen Teilen der Welt großflächige, repräsentative Ausschnitte von Natur- und Kulturlandschaften zu erhalten. In Biosphärenparks sollen gemeinsam mit der lokalen Bevölkerung Konzepte zum Schutz und zur nachhaltigen Entwicklung der Region erarbeitet und umgesetzt werden.

10.4 Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (2022)

(Quelle: Schratt-Ehrendorfer et.al., 2022)

https://www.zobodat.at/pdf/Stapfia_0114_0001-0357.pdf [21.11.2022]



STAPFIA114 | Rote Liste

Tab. 1a: Anzahl aller Arten- und Unterarten in den verschiedenen Gefährdungskategorien, ausgewiesen für Österreich insgesamt und seine Bundesländer (Nord- und Osttirol getrennt ausgewiesen).

	Österreich	Vorarlberg	Nordtirol	Osttirol	Salzburg	Kärnten	Steiermark	Ober- österreich	Nieder- österreich	Wien	Burgenland
Gesamtanzahl (exkl. ? und n)	3.462	1.754	1.968	1.644	1.893	2.268	2.328	2.033	2.498	1.560	1.812
RE + RE?	66	14 (+84)	14 (+48)	8 (+56)	8 (+52)	12 (+53)	18 (+56)	14 (+97)	36 (+50)	15 (+91)	22 (+60)
CR	235	24	43	13	28	41	47	41	116	22	69
EN	369	62	88	33	70	120	128	106	260	125	202
VU	488	132	192	104	162	241	267	216	370	269	304
G	116	37	43	21	27	39	41	37	47	24	26
NT	304	145	172	137	163	218	244	206	261	201	218
LC	1.829	1.233	1.347	1.259	1.359	1.522	1.508	1.300	1.327	800	890
DD	55	23	21	13	24	22	19	16	31	14	21
?	11	2 (+54)	4 (+34)	0 (+39)	1 (+30)	0 (+49)	1 (+30)	1 (+63)	1 (+23)	1 (+15)	0 (+44)
n	378	194 (+190)	233 (+223)	200 (+135)	251 (+276)	235 (+149)	277 (+139)	291 (+196)	315 (+49)	282 (+128)	227 (+34)
Anzahl der Rote-Liste-Arten (RE bis G)	1.274	353	428	235	347	506	557	511	879	546	683
Anteil der Rote-Liste-Arten (RE bis G)	37 %	20 %	22 %	14 %	18 %	22 %	24 %	25 %	35 %	35 %	38 %

Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf Taxa, die zwar nicht österreichweit als RE + RE?, fraglich bzw. neophytisch gelten, wohl aber im jeweiligen Bundesland. RE+ RE?: Ausgestorbene bzw. verschollene sowie vermutlich ausgestorbene bzw. verschollene Arten — CR: Vom Aussterben bedrohte Arten — EN: Stark gefährdete Arten — VU: Gefährdete Arten — G: In unbekanntem Ausmaß gefährdete Arten — NT: Vorwarnstufe — LC: Ungefährdet — DD: Gefährdung unzureichend bekannt — ? : für Österreich fragliche Art — n: Eingebürgerte Neophyten

Tab. 1b: Anzahl der Arten- und Unterarten in den verschiedenen Gefährdungskategorien, ausgewiesen für Österreich insgesamt und seine Bundesländer (Nord- und Osttirol getrennt ausgewiesen) exklusive derjenigen Apomikten, die in der 2. Auflage der Roten Liste nicht eingestuft wurden.

	Österreich RL2	Österreich RL3	Vorarlberg	Nordtirol	Osttirol	Salzburg	Kärnten	Steiermark	Ober- österreich	Nieder- österreich	Wien	Burgenland
Gesamtanzahl (exkl. ? und n)	ca. 2.950	3.054	1.616	1.803	1.538	1.748	2.075	2.131	1.867	2.301	1.505	1.713
RE + RE?	36	49	12 (+79)	11 (+43)	7 (+50)	6 (+50)	11 (+45)	12 (+54)	11 (+91)	31 (+47)	14 (+66)	18 (+59)
CR	172	186	15	26	11	20	31	33	32	100	15	55
EN	348	350	60	85	33	66	115	120	98	251	122	198
VU	465	468	127	185	100	156	235	259	204	357	263	294
G	—	76	26	25	13	19	20	31	28	37	23	23
NT	—	299	144	170	135	161	215	242	201	257	199	216
LC	—	1.593	1.138	1.244	1.180	1.252	1.389	1.362	1.167	1.202	773	835
DD	—	33	15	14	9	18	14	18	15	19	10	15
?	—	6	1 (+52)	3 (+34)	0 (+39)	0 (+29)	0 (+44)	0 (+28)	1 (+62)	1 (+19)	0 (+14)	0 (+38)
n	—	374	192 (+90)	231 (+221)	198 (+135)	249 (+276)	232 (+149)	275 (+139)	288 (+196)	313 (+49)	280 (+127)	225 (+34)
Anzahl der Rote-Liste-Arten (RE bis G)	1.021	1.129	319	375	214	317	457	509	464	823	523	647
Anteil der Rote-Liste-Arten (RE bis G)	35 %	37 %	20 %	21 %	14 %	18 %	22 %	24 %	25 %	36 %	35 %	38 %

Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf Taxa, die zwar nicht österreichweit als RE + RE?, fraglich bzw. neophytisch gelten, wohl aber im jeweiligen Bundesland. RE+ RE?: Ausgestorbene bzw. verschollene sowie vermutlich ausgestorbene bzw. verschollene Arten — CR: Vom Aussterben bedrohte Arten — EN: Stark gefährdete Arten — VU: Gefährdete Arten — G: In unbekanntem Ausmaß gefährdete Arten — NT: Vorwarnstufe — LC: Ungefährdet — DD: Gefährdung unzureichend bekannt — ? : für Österreich fragliche Art — n: Eingebürgerte Neophyten.

Tab. 2: Kriterien für die Festlegung des Indikators „Aktuelle Bestandessituation“.

Indikator	Häufigkeit der Vorkommen	Anzahl der besetzten Quadranten
0	Kein aktueller Nachweis	0
1	Sehr selten	1–30
2	Selten	31–80
3	Zerstreut	81–300
4	Mäßig verbreitet	301–1000
5	Verbreitet	> 1000

Tab. 3: Kriterien für die Festlegung des Indikators „Bestandesentwicklung“.

Indikator	Beschreibung	Definition
-3	Massiver Rückgang	Ehemals verbreitete Sippen, die heute kaum bzw. nicht mehr vorkommen, oder Sippen, die einen massiven Populationsrückgang zu verzeichnen haben. Das Verbreitungsgebiet und/oder die Populationen sind um mindestens 50 % zurückgegangen.
-2	Starker Rückgang	Die Fundorte/Populationen einer Sippe sind stark abnehmend. Das Verbreitungsgebiet und/oder die Populationen sind zwischen 25 und 50 % zurückgegangen.
-1	Leichter Rückgang	Erkennbare Abnahme an lokalen Fundorten und/oder Populationen. Das Verbreitungsgebiet und/oder die Populationsgröße sind zwischen 10 und 25 % zurückgegangen.
0	Kein Rückgang feststellbar	Die Fundorte/Populationen sind annähernd gleichgeblieben und weisen Schwankungen von maximal $\pm 10\%$ auf. Arten, die sich durch stark fluktuierende Bestandesschwankungen auszeichnen, ohne dass es ein Anzeichen auf einen tatsächlichen Rückgang gibt, sind ebenfalls hier einzuordnen.
+1	Sippe in Ausbreitung	Die Fundorte/Populationen haben um mindestens 10 % zugenommen. Bloß scheinbare Zunahmen auf Grund ehemals unzureichender Kenntnis eines Taxons wurden bei der Beurteilung ausgeklammert.
?	Datenlage ungenügend	Die vorliegenden Erkenntnisse reichen nicht aus, um die Bestandesentwicklung bewerten zu können.

Tab. 4: Kriterien für die Festlegung des Indikators „Risikofaktoren“.

Indikator	Beschreibung	Definition
+1	Keine Risikofaktoren erkennbar	Aufgrund der derzeitigen Umweltbedingungen sind keine Risikofaktoren zu erkennen. Das Verbreitungsgebiet und/oder die Populationen werden deutlich zunehmen.
0	Keine Risikofaktoren erkennbar	Aufgrund der derzeitigen Umweltbedingungen sind keine Risikofaktoren zu erkennen. Das Verbreitungsgebiet und/oder die Populationen werden weitgehend stabil bleiben.
-1	Leichte Risikofaktoren erkennbar	Eine künftige (weitere) Abnahme des Verbreitungsgebiets und/oder der Populationen um 10–25 % ist auf Basis der aktuellen Umweltbedingungen wahrscheinlich.
-2	Mäßige Risikofaktoren erkennbar	Eine künftige (weitere) Abnahme des Verbreitungsgebiets und/oder der Populationen um über 25–50 % ist auf Basis der aktuellen Umweltbedingungen wahrscheinlich.
-3	Massive Risikofaktoren erkennbar	Eine künftige (weitere) Abnahme des Verbreitungsgebiet und/oder der Populationen um über 50 % ist auf Basis der aktuellen Umweltbedingungen wahrscheinlich.
?	Datenlage ungenügend	Die derzeitigen Erkenntnisse reichen nicht aus, um eine zuverlässige Bewertung der Risikofaktoren abgeben zu können.

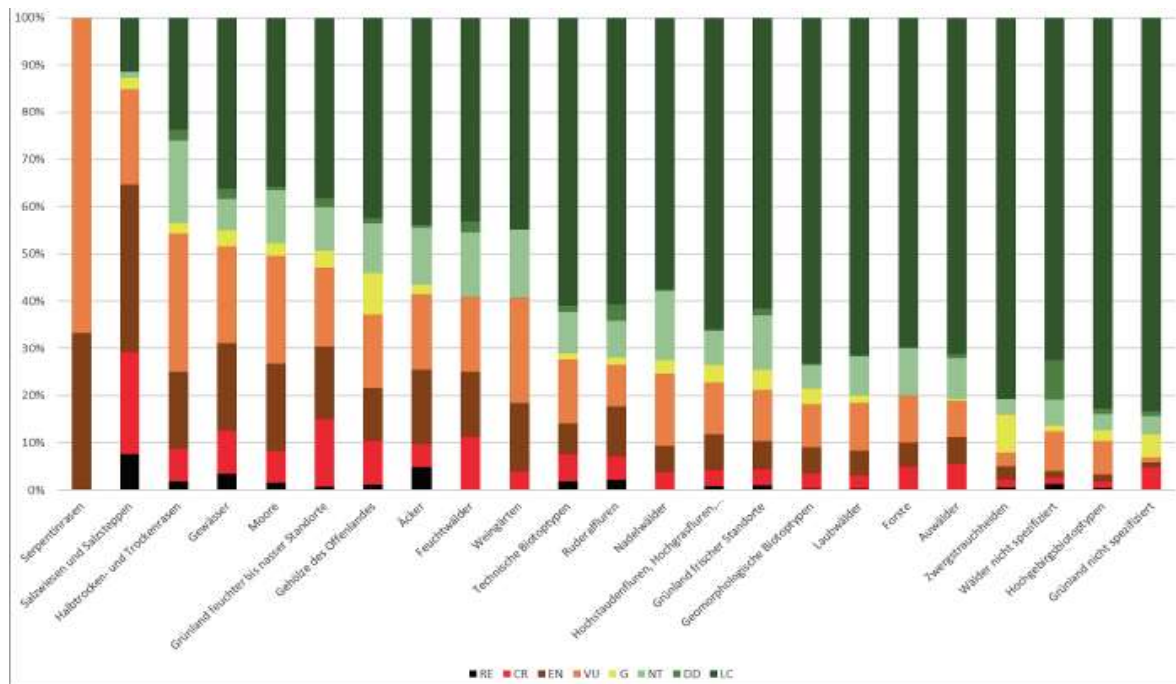


Abb. 1: Prozentuelle Verteilung der Farn- und Blütenpflanzen verschiedener Gefährdungsstufen nach Biotoptypen, wobei Taxa bis zu drei Biotoptypen zugeordnet sein können.

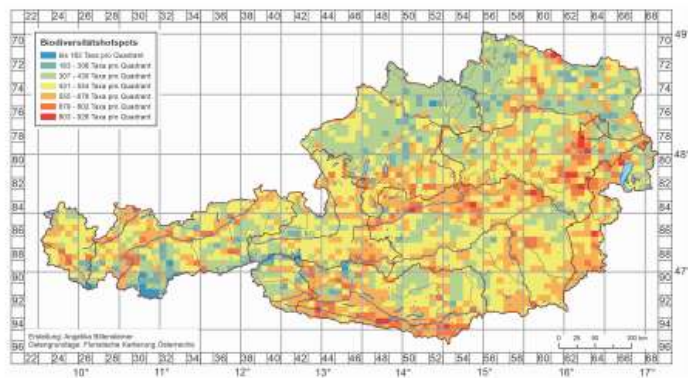


Abb. 2: Biodiversitätshotspots Österreichs

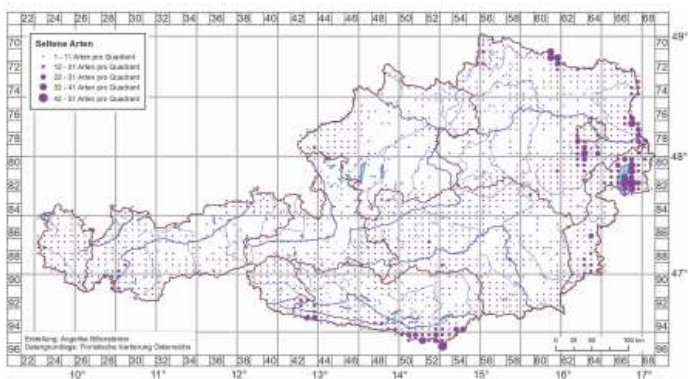


Abb. 3: Seltene Farn- und Blütenpflanzen in Österreich.

Tab. 5: Gefährdungskategorien der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs.

RL-Kategorie	RL 1999	Beschreibung	Definition
RE	0	Ausgestorben oder verschollen (Regionally Extinct)	Das Taxon gilt als ausgestorben bzw. verschollen. Es liegt kein konkreter Nachweis mehr vor und/oder die Wahrscheinlichkeit ist sehr hoch, dass diese Art ausgestorben ist.
RE?		Ausgestorben oder verschollen (Regionally Extinct)	Ob das Taxon ausgestorben bzw. verschollen ist, konnte nicht restlos geklärt werden.
RE*		Ausgestorben oder verschollen (Regionally Extinct)	Das Taxon gilt als ausgestorben bzw. verschollen. Das Indigenat des Taxons im Gebiet ist nicht restlos geklärt.
RE*, n		Ausgestorben oder verschollen (Regionally Extinct)	Das Taxon gilt als ausgestorben bzw. verschollen. Das Indigenat des Taxons im Gebiet ist nicht restlos geklärt. Neophytisch ist das Taxon im Gebiet rezent nachgewiesen.
CR	1	Vom Aussterben bedroht (Critically Endangered)	Sehr seltene Arten, die massiv bedroht sind und in absehbarer Zeit aussterben werden, wenn die gegenwärtigen, erheblichen Bedrohungen fortbestehen.
EN	2	Stark gefährdet (Endangered)	Seltene Arten sowie etwas weiter verbreitete Arten mit geringen Populationsgrößen, die starke Bestandeseinbrüche hinnehmen mussten. Durch die menschlichen Aktivitäten unterliegen sie erheblichen Gefährdungen und werden unter den gegebenen Bedingungen in absehbarer Zeit in die Kategorie "CR" aufrücken.
VU	3	Gefährdet	Etwas weiter verbreitete Arten mit deutlich erkennbaren Rückgängen sowie seltene Arten mit vergleichsweise geringeren Risikofaktoren.
NT		Vorwarnstufe (Near Threatened)	Arten mit deutlichen Rückgängen, die aber heute noch weit verbreitet und/oder häufig sind und somit nicht als gefährdet zu betrachten sind.
G		Gefährdung unbekannten Ausmaßes	Arten, über deren aktuelle Verbreitung und Gefährdung zu wenige Informationen vorhanden sind, so dass keine präzise Bewertung möglich ist. Im Gegensatz zu den Arten der Kategorie "DD" liegt jedoch eindeutig eine Gefährdung vor.
LC	-	Ungefährdet (Least Concern)	Verbreitete oder seltenere Arten, die sich in den letzten hundert Jahren ausbreiten oder ihr Areal und Häufigkeit mehr oder weniger halten konnten und somit aus heutiger Sicht als ungefährdet zu betrachten sind.
DD		Datenlage unzureichend (Data Deficient)	Das Taxon ist taxonomisch problematisch, oder über die Verbreitung und/oder Ökologie ist zu wenig bekannt, so dass eine Einstufung (derzeit) nicht möglich ist.
?		Fragliches Vorkommen	Das Vorkommen dieser Art im Gebiet ist fraglich.
n		Neophyt (Not Evaluated)	Etablierter Neophyt.

Tab. 8: Kriterien für die Festlegung der Verantwortlichkeit Österreichs.

Zeichen	Beschreibung	Definition
D	Disjunkte Verbreitung	Die österreichischen Teilvorkommen eines Taxons sind vom Hauptareal räumlich deutlich getrennt.
E	Österreichischer Endemit	Das Verbreitungsgebiet eines Taxons liegt vollständig in Österreich.
S	Subendemit	Mehr als 70 % des Verbreitungsgebiets eines Taxons liegt in Österreich.
V	Verantwortung	Österreich trägt aus anderen Gründen eine besondere Verantwortung für das Überleben des Taxons.

Anm.: Disjunkte Taxa und jene mit einer besonderen Verantwortung aus anderen Gründen wurden nicht vollständig erfasst.

10.5 Checkliste nach Tichelmann (2014)

(Quelle: Tichelmann 2014 <https://theses.univie.ac.at/detail/30878> [25.10.2022])

	Checked
<u>Legal situation</u>	
What is the international legal basis for assisted migration?	☐
Is the implementation of assisted migration regulated by law?	☐
Is there any other political or legal regulation?	☐
<u>Risk assessment</u>	
Is it a (highly) threatened species?	☐
Is it expected to carry dangerous pests or parasites?	☐
Was it used in any other conservation project?	☐
Is the species a weed in any other part of the world?	☐
Can the species be dangerous to any other species or to the ecosystem?	☐
Has the species the potential to be invasive?	☐
- Is it a specialist or generalist?	☐
- Is it fast or slow growing?	☐
- How does it reproduce?	☐
- How does it disperse?	☐
How well has the species been studied?	☐
<u>Habitat selection</u>	
Does the habitat offer what the species requires?	☐
Are the resources sufficiently accessible to the introduced species?	☐
Can appropriate conditions be restored?	☐
How far is the selected target habitat from the species recent range?	☐
What is surrounding the selected habitat?	☐
Is the target habitat persistent or will it be degraded during the next one hundred years?	☐
<u>Genetic considerations</u>	
What is the genetic structure between and within populations?	☐
How often and how many individuals should be released to establish a population?	☐
Where does the material selected for translocation originate?	☐
Is hybridization a risk?	☐
<u>Socio-economic aspect</u>	
Is an economic loss or gain predicted?	☐
- Can it be estimated and financially compensated?	☐
Does the introduced species have an effect on local people?	☐
Is the species charismatic and can the project be easily communicated?	☐
<u>Implementation</u>	
Can the target habitat be reached?	☐
Is enough plant material available?	☐
How much will the project cost and who will fund it?	☐
Is the local community involved with the project's implementation?	☐
<u>Monitoring and research</u>	
What are the targets and when are they reached?	☐
Who will pay for and perform the monitoring and for how long?	☐
When is an intervention necessary?	☐
Will all data be publically available?	☐

10.6 Zusammenfassung

Die unterstützte Ansiedlung (Assisted migration/colonisation) ist eine Erhaltungsumsiedlung einer Art an einen Ort, der außerhalb ihres heimischen Verbreitungsgebiets liegt. Umsiedlungen zu Erhaltungszwecken werden heute als wirksame Methoden gegen den Verlust der Biologischen Vielfalt allgemein anerkannt und gewinnen vor dem Hintergrund der Klimaerwärmung immer mehr an Bedeutung. Daher wird in dieser Masterarbeit den verschiedenen Formen von Translokationen zur Erhaltung (Conservation Translocations) und den damit verbundenen Risiken besondere Beachtung geschenkt. Am Beginn der Arbeit werden die Entstehung der Biologischen Vielfalt in Verbindung mit den erdgeschichtlichen Klimaveränderungen, die Ursachen und Folgen der derzeitigen Klimaerwärmung und mögliche künftige Klimaszenarien erörtert. Im Zentrum der Betrachtungen stehen die Bedeutung der Biodiversität für eine intakte Lebensräume, die Gründe und Folgen ihrer Gefährdung und mögliche Maßnahmen zum Schutz der Biologischen Vielfalt. In diesem Rahmen wird auch die Rolle der Botanischen Gärten näher betrachtet, die zum einen als Bindeglied zwischen ex-situ- und in-situ-Erhaltung dienen, zum anderen – an der Schnittstelle von Wissenschaftlern, Praktikern und Öffentlichkeit liegend – die Kommunikation und den Informationsaustausch) zwischen den Akteuren ermöglichen.

Die Auswahl der entsprechenden Erhaltungsmaßnahme(n) ist im Einzelfall zu treffen und sollte nach den Prinzipien eines adaptiven Managements (Checkliste) dem aktuellen Wissenstand entsprechen. Dadurch wird sowohl die Berücksichtigung der für die Beurteilung wichtigen Aspekte wie Ethik, Recht, Sozioökonomie und Biologie garantiert, als auch die Planung, die Durchführung und das Monitoring des Projekts nachvollziehbar dokumentiert. In jedem Fall ist der Nutzen der Umsiedlung gegen die Kosten und Risiken des Projekts, beziehungsweise der alternativen Erhaltungsmaßnahmen, abzuwiegen. Dies gilt insbesondere für unterstützte Umsiedlungen, die potentiell risikoreiche Projekte darstellen.

Assisted Migration kann aber nach entsprechender Risikobewertung durchaus die Methode der Wahl zur Erhaltung einer Art/Population sein.

Schlagworte:

Biodiversität, Klimawandel, Unterstützte Erhaltungsumsiedlung, Adaptives Management (Checkliste)

10.7 Abstract

Assisted migration/colonization is a conservation translocation of a species to a location outside its native range. Relocations for conservation purposes are now widely recognized as effective methods to combat biodiversity loss and are becoming increasingly important in the context of global warming.

Therefore, this Master's thesis pays special attention to the different forms of conservation translocations and the associated risks. At the beginning of the thesis, the origin of biodiversity in relation to climate changes in the Earth's history, the causes and consequences of current climate warming, and possible future climate scenarios are discussed. The focus is on the importance of biodiversity for intact habitats, the reasons and consequences of its endangerment, and possible measures to protect biodiversity. In this framework, the role of botanic gardens is also considered in more detail, which on the one hand serve as a link between ex-situ and in-situ conservation, and on the other hand - lying at the interface of scientists, practitioners and the public - enable communication and information exchange between stakeholders.

The selection of the appropriate conservation measure(s) should be made on a case-by-case basis and should reflect the current state of knowledge according to the principles of adaptive management (checklist). This will guarantee both, the consideration of aspects important to the assessment, such as ethics, law, socioeconomics, and biology, and the documentation of planning, implementation, and monitoring of the project in a comprehensible manner. In each case, the benefits of translocation must be weighed against the costs and risks of the project, or alternative conservation measures. This is especially true for assisted migration, which may be potentially high-risk projects. However, assisted migration may well be the method of choice for conserving a species/population after appropriate risk assessment.

Keywords: Biodiversity, Climate Change, Assisted Migration, Adaptive Management (Checklist)