



## Biodiversität, Klimakippeffekte und sozioökonomische Klimaindikatoren

### Endbericht

 Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

 Bundesministerium  
Bildung, Wissenschaft  
und Forschung



LAND  
OBERÖSTERREICH



umweltbundesamt<sup>U</sup>



### Auftraggeber

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie  
Klima- und Energiefonds  
Land Oberösterreich

### Administrative Projektkoordination

Umweltbundesamt GmbH

### Projektleitung

Herbert Formayer  
Institut für Meteorologie und Klimatologie  
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt  
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)  
Gregor-Mendel-Straße 33, 1190 Wien

### Redaktion

Herbert Formayer, Nikolaus Becsi, Mimi Amaichigh  
Institut für Meteorologie und Klimatologie, Universität für Bodenkultur

[www.startclim.at](http://www.startclim.at)

StartClim2023 wurde aus Mitteln des BMK, BMBWF, Klima- und Energiefonds  
und dem Land Oberösterreich gefördert.

Wien, November 2024

Druck, Dezember 2024

## Beiträge aus StartClim2023

### **StartClim2023.A: Agroforst - Wie Bäume auf dem Acker zur Lösung der Biodiversitäts- und Klimakrise beitragen können**

Forschungsinstitut für biologischen Landbau, FiBL

### **StartClim2023.B: Analyse der Auswirkungen von Photovoltaikanlagen auf Biodiversität unter Berücksichtigung der vielfältigen naturräumlichen Standortvoraussetzungen in Österreich**

Universität für Bodenkultur Wien - Institut für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung, Koordinationsstelle des Netzwerks Biodiversität,  
Technische Universität Wien - Institut für Raumplanung,  
Ressourcenmanagement - Weber

### **StartClim2023.C: Berücksichtigung von Biodiversitäts- und Naturschutzaspekten bei der Genehmigung von Erneuerbarer-Energien-Projekte**

Universität für Bodenkultur Wien - Institut für Rechtswissenschaften,  
Universität Graz - ClimLaw: Graz Forschungszentrum Klimaschutzrecht

### **StartClim2023.D: SNOWLINE - Untersuchung nichtlinearer Entwicklungen der Schneefallgrenze im Klimawandel in Österreich**

GeoSphere Austria

### **StartClim2023.E: Gletscherschmelze - Verlieren wir eine Methan-Quelle aber auch eine Kohlendioxid-Senke?**

Universität Innsbruck - Institut für Ökologie,  
Universität Innsbruck - Institut für Atmosphären- und Kryosphärenwissenschaften,  
Universität Kopenhagen - Institut für Geowissenschaften und natürliche Ressourcen

### **StartClim2023.F: Sozial UND ökologisch? Nachhaltigkeitsberichterstattung in NPOs: Herausforderungen, Hürden, Potenziale**

Wirtschaftsuniversität Wien - Kompetenzzentrum für Nonprofit Organisationen und Social Entrepreneurship,  
Universität für Bodenkultur Wien - Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit

### **StartClim2023.G: Indikator Finanzierte Flächeninanspruchnahme**

WWF Österreich,  
denkstatt GmbH,  
PwC Österreich,  
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH,  
Wirtschaftsuniversität Wien

### **StartClim2023.H: Perspektiven für den Streuobstanbau im Klimawandel**

Verein ARCHE NOAH,  
Universität für Bodenkultur Wien,  
Ingenieurbüro Büro Holler

### **Wissenschaftliche Leitung und Koordination**

Institut für Meteorologie und Klimatologie, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt  
Universität für Bodenkultur Wien  
Assoc. Prof. Dr. Herbert Formayer, Nikolaus Becsi

### **Wissenschaftlicher Beirat**

Dr. Jill Jäger, Independent Scholar  
Prof. Dr. Hartmut Graßl, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Universität Hamburg  
Dr. Roland Hohmann, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Schweiz  
Prof. Dr. Helga Kromp-Kolb, Universität für Bodenkultur

### **Koordinierungsgremium**

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie  
Klima- und Energiefonds  
Land Oberösterreich

### **Administrative Projektkoordination**

Umweltbundesamt GmbH

## Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung .....	6
Das Forschungsprogramm StartClim .....	10
StartClim2023.A: Agroforst - Wie Bäume auf dem Acker zur Lösung der Biodiversitäts- und Klimakrise beitragen können .....	11
StartClim2023.B: Analyse der Auswirkungen von Photovoltaikanlagen auf Biodiversität unter Berücksichtigung der vielfältigen naturräumlichen Standortvoraussetzungen in Österreich.....	13
StartClim2023.C: Berücksichtigung von Biodiversitäts- und Naturschutzaspekten bei der Genehmigung von Erneuerbarer-Energien-Projekte.....	16
StartClim2023.D: SNOWLINE - Untersuchung nichtlinearer Entwicklungen der Schneefallgrenze im Klimawandel in Österreich .....	16
StartClim2023.E: Gletscherschmelze - Verlieren wir eine Methan-Quelle aber auch eine Kohlendioxid-Senke? .....	18
StartClim2023.F: Sozial UND ökologisch? Nachhaltigkeitsberichterstattung in NPOs: Herausforderungen, Hürden, Potenziale .....	23
StartClim2023.G: Indikator Finanzierte Flächeninanspruchnahme .....	25
StartClim2023.H: Perspektiven für den Streuobstanbau im Klimawandel.....	25
Verweise.....	30

## Kurzfassung

Das Forschungsprogramm StartClim widmet sich seit 2008 dem Thema Anpassung an den Klimawandel. In StartClim2023 befassten sich die Projekte mit Fragestellungen verschiedener Themenbereiche: Agroforste, Auswirkungen von Photovoltaikanlagen auf Biodiversität, Biodiversitäts- und Naturschutzaspekten bei Genehmigungsverfahren, Entwicklungen der Schneefallgrenze im Klimawandel, Gletscherschmelze, Nachhaltigkeitsberichterstattung in NPOs, Indikator Finanzierte Flächeninanspruchnahme und Streuobstanbau im Klimawandel.

### Agroforst - Wie Bäume auf dem Acker zur Lösung der Biodiversitäts- und Klimakrise beitragen können

Agroforst vereint Landwirtschaft und die Kultivierung von Bäumen auf einer Fläche. Dabei wird auch von den Bäumen ein Ertrag erwirtschaftet, entweder Früchte oder wertvolles Holz oder sogar beides. Agroforstsysteme (AFS) sind also produktiv und können überdies gleichzeitig der Klima- und Biodiversitätskrise entgegenwirken. AFS binden CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre (je nach AFS etwa 1 - 4 t CO<sub>2</sub> pro Hektar und Jahr) und sind eine langfristige und dauerhafte betriebliche Klimawandel-Anpassungs-Strategie, indem die Baumreihen z.B. ein günstiges Kleinklima auf dem Acker schaffen, im Boden wertvollen Humus aufbauen und den Wasserhaushalt auf der Fläche günstig beeinflussen können. Sie sind also eine effiziente und kostengünstige Option für eine naturbasierte Abschwächung des Klimawandels und die Anpassung an den Klimawandel. Darüber hinaus bewerteten 10 Biodiversitäts-Expert:innen AFS als vorteilhaft für Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen gegenüber einem Acker ohne Bäume (je nach AFS 1.7-10.7 Punkte von 15 max. möglichen Punkten). Die entstandenen Illustrationen der fünf ausgewählten AFS und deren Ergebnisse hinsichtlich Klima- und Biodiversitätskrise, sollen einen Eindruck von AFS und deren Umweltleistungen vermitteln.

Die Ergebnisse zeigen die Multifunktionalität von Agroforstsystemen auf. Die Optimierung der Agroforstsysteme als Anpassungsstrategie an die Klimakrise und der Zusammenhang zur Biodiversität sind wichtige Aufgaben für die Zukunft, sowie auch die Schaffung von Anreizen für die Umsetzung in die Praxis (Förderwesen).

### Analyse der Auswirkungen von Photovoltaikanlagen auf Biodiversität unter Berücksichtigung der vielfältigen naturräumlichen Standortvoraussetzungen in Österreich

Die österreichische Bundesregierung hat gemäß Regierungsprogramm das Ziel, bis 2040 Klimaneutralität in Österreich zu erreichen. Einen wesentlichen Beitrag zum Erreichen der Klimaneutralität soll der österreichweite Ausbau von Photovoltaikanlagen leisten. Es müssen voraussichtlich auch erhebliche Mengen an Freiflächen für den bevorstehenden Ausbau von Photovoltaikanlagen genutzt werden, um die energiepolitischen Ziele zu erreichen. Der Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen stellt jedoch einen Eingriff in den Naturraum dar und kann die Biodiversität von sensiblen oder strukturreichen Standorten ungewollt negativ beeinflussen. Derzeit gibt es in Österreich kein bundesweit einheitliches Konzept, zur Planung und Administration des bevorstehenden Ausbaus von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen im Hinblick auf den Biodiversitätserhalt österreichischer Lebensräume. Dieses Projekt erstellte daher eine umfassende Zusammenschau vorhandener Wissensgrundlagen. Dazu erfolgte eine Literaturrecherche und eine Expert:innen-Befragung. Die Erhebungen in diesem Projekt fokussierten sich auf PV-Freiflächenanlagen auf Grünlandstandorten. Die Ergebnisse aus Literaturrecherche und Expert:innen-Befragung lassen erwarten, dass Bau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen auf naturschutzfachlich sensibleren Standorten, auf die Biodiversitätsindikatoren "Pflanzen- bzw. Habitat-Vielfalt", und bezüglich der Indikatororganismengruppen "Vögel" und "Insekten allgemein" überwiegend negative Wirkungen haben. Hingegen lässt der Bau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen auf intensiv genutzten Standorten / Regionen unter der Umsetzung eines standortangepassten naturschutzfachlichen Pflegekonzepts auf dieselben Biodiversitätsindikatoren überwiegend Vorteile erwarten. Für einige der untersuchten Indikatororganismengruppen (z. B. Orchideen, Säugetiere, Schmetterlinge, Arthropoden, Spinnentiere) sind die Ergebnisse aus Literaturrecherche und Befragung entweder zu heterogen gestreut, oder bezüglich Bewertungskontext zu speziell gestaltet, um generalisierte Wirkungen ableiten zu können. Hierfür sind weiterführende repräsentative Untersuchungen empfehlenswert. Die Ergebnisse erlauben die Schlussfolgerung, dass für den Bau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen eine strategische Flächenplanung auf allen Ebenen der Raumplanung zu empfehlen ist. Um Biodiversitätswirkungen zu verbessern, sollten der Bau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen immer unter Berücksichtigung standortangepasster naturschutzfachlicher Pflegemaßnahmen umgesetzt werden.

## Berücksichtigung von Biodiversitäts- und Naturschutzaspekten bei der Genehmigung von Erneuerbarer-Energien-Projekte

Österreich hat sich das politische Ziel gesetzt, dass bis 2030 im Strombereich der Gesamtverbrauch national bilanziell zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt wird. Um diese Ziele zu erreichen, ist ein wesentlich beschleunigter und intensivierter Ausbau erneuerbarer Energien erforderlich, mit dem allerdings auch nachteilige Auswirkungen auf die Biodiversität verbunden sein können. Durch zwei Rechtsakte der EU wurde der Rechtsrahmen für die Bewilligung von Erneuerbarer-Energien-Projekte wesentlich geändert, damit die Verfahren beschleunigt, und der Ausbau damit schneller vorangebracht werden kann. Eine wesentliche Beschleunigungsmaßnahme stellt dabei die Ausweisung von Beschleunigungsgebieten dar; dies sind Gebiete, die im Rahmen einer Potentialerhebung auf Landesebene und einer strategischen Umweltprüfung als besonders geeignet für bestimmte Arten von EE-Anlagen (z.B. Windkraftanlagen oder Photovoltaik) qualifiziert wurden. Für die Bewilligung einzelner Anlagen in diesen Gebieten findet anschließend keine umfassende Umwelt- bzw. Naturverträglichkeitsprüfung statt, auch erfolgt keine Beteiligung der Öffentlichkeit im Genehmigungsverfahren. Zwar werden im Umweltbericht der SUP potenzielle Auswirkungen thematisiert, hinsichtlich des Prüfumfanges und der Prüftiefe ist dieser jedoch nicht mit der konkreten Prüfung der Umweltauswirkungen eines Vorhabens im Rahmen einer Umweltverträglichkeits- bzw. einer naturschutzrechtlichen Prüfung zu vergleichen. Diese Konstruktion kann - abhängig von der Ausgestaltung - mit erheblichen Nachteilen für den Biodiversitätsschutz verbunden sein.

Es bedürfte entsprechender gesetzlicher Änderungen auf nationaler Ebene, etwa betreffend die Vorschreibung notwendiger Ausgleichsmaßnahmen, um dem entgegenwirken zu können. Bei der Umsetzung der RED III-Richtlinie im nationalen Recht gilt es deshalb, sicherzustellen, dass zwar im Sinne einer effizienteren Verfahrensführung „Doppelprüfungen“ der Auswirkungen auf Umwelt und Natur vermieden werden, aber dennoch eine inhaltliche Tiefe erreicht wird, die eine umfassende Beurteilung und Bewertung der Umweltauswirkungen und darauf aufbauend die Vorschreibung von Ausgleichsmaßnahmen ermöglicht. Aus der Analyse von best practice bzw. bad practice Beispielen im Umweltverfahren ergibt sich außerdem, dass sich die Durchführung eines konzentrierten UVP- Verfahrens im Vergleich zu sektoral begrenzten Bewilligungsverfahren (getrenntes wasser- und naturschutzrechtliches Verfahren) als deutlich zweckmäßiger erweist, und bei effizienter Verfahrensführung nicht zu Verzögerungen im Bewilligungsverfahren führt.

## SNOWLINE - Untersuchung nichtlinearer Entwicklungen der Schneefallgrenze im Klimawandel in Österreich

Die saisonale Schneedecke in Österreich ist entscheidend für Tourismus, Wasserressourcen und Infrastruktur. Diese Studie untersucht die sich verändernde Dynamik der Schneefallgrenze, der Höhe, in der Schnee zu Regen übergeht, und konzentriert sich auf die Auswirkungen der Niederschlagskühlung in einem sich verändernden Klima. Niederschlagskühlung ist ein Prozess, der zu einer Abkühlung der Atmosphäre während Niederschlagsereignissen führt.

Unter Abschätzung der Energiebilanz haben wir berechnet, wie viel Niederschlag benötigt wird, um die Höhe der Schneefallgrenze bis auf Bodenniveau zu senken. Diese Methode berücksichtigt die reale Topografie und den Effekt des reduzierten Luftvolumens in Tälern. Unsere Simulationen zeigten, dass selbst geringe Niederschlagsmengen die Schneefallakkumulation signifikant erhöhen können, insbesondere in Tälern. Die Ergebnisse deuten darauf, dass die Sensitivität der Schneefallgrenzen gegenüber Temperaturänderungen variiert. Schneefallereignisse, bei denen dieser Prozess der Niederschlagskühlung aktiv ist, können potenziell eine Pufferfunktion gegenüber steigenden Temperaturen aufweisen, indem sie Schneefall auf dem Talboden ermöglichen. Wenn jedoch steigende Temperaturen zu ungünstigen Bedingungen für die Niederschlagskühlung führen, sind starke Veränderungen in der Schneefallakkumulation zu erwarten.

Weitere Forschung ist erforderlich, um die Häufigkeit und Intensität von Niederschlagskühlungsereignissen zu verstehen. Das Verständnis dieser Prozesse ist für Sektoren, die auf saisonale Schneedecken angewiesen sind, von entscheidender Bedeutung. Die Quantifizierung der Schneemenge und der zu erwartenden Änderungen für einzelne Regionen in ganz Österreich kann für eine fundierte lokale Entscheidungsfindung entscheidend sein.

## Gletscherschmelze - Verlieren wir eine Methan-Quelle aber auch eine Kohlendioxid-Senke?

In hoch gelegenen Gebirgsregionen wie den Alpen sind die Auswirkungen der globalen Erwärmung durch die rasch schmelzenden Gletscher drastisch spürbar. Dieses Abschmelzen erschöpft nicht nur lebenswichtige Wasserreserven, sondern setzt auch erhebliche Mengen von gespeichertem Kohlenstoff frei, der zum Teil seit

Jahrtausenden im Gletschereis eingeschlossen war. Die Mobilisierung gelöster Kohlenstoffverbindungen ausschmelzenden Gletschern stimuliert flussab biologische Prozesse und kann potenziell die Konzentration von gelöstem Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) erhöhen. Während dadurch eine CO<sub>2</sub>-Anreicherung in Gletscherbächen auftreten kann, könnte die effiziente Verwitterung von Karbonat haltigen Sedimenten diesem Effekt entgegenwirken und atmosphärisches CO<sub>2</sub> binden. Zusätzlich kann organischer Kohlenstoff, der unter Gletschern gespeichert ist, unter anoxischen Bedingungen durch mikrobielle Aktivität in Methan (CH<sub>4</sub>) umgewandelt werden, welches durch das Schmelzwasser aus dem Gletscher ausgetragen und an die Atmosphäre abgegeben werden kann. Obwohl diese Phänomene in arktischen Gletschern beobachtet wurden, fehlen Untersuchungen zu den europäischen Alpen. In dieser Studie wollen wir das Treibhausgaspotenzial alpiner Gletscherbäche untersuchen. Wir haben Bäche von 26 Gletschern in den Ost- und Westalpen beprobt und umfassende Analysen von Gaskonzentrationen, Verwitterungskapazität und chemischen Parametern durchgeführt.

Während die CH<sub>4</sub>-Werte für einige Standorte unterhalb der Nachweisgrenze lagen, waren alle anderen Gletscherbäche im Vergleich zur Atmosphäre übersättigt mit CH<sub>4</sub>. Die Gletschergröße war dabei für die CH<sub>4</sub> Konzentration einer der ausschlaggebenden Parameter. Die Methankonzentration in unseren Gletscherbächen lag in der gleichen Größenordnung wie die Konzentrationen von alpinen Quellbächen ohne glaziales Einzugsgebiet und von Schmelzwasser anderer kleiner Berggletscher, aber um Größenordnungen niedriger als die Konzentrationen, die im Schmelzwasser großer arktischer Gletscher gemessen wurden. Dennoch sind unsere alpinen, gletschergespeisten Bäche eine Quelle für CH<sub>4</sub> an die Atmosphäre. Im Vergleich zu Emissionen aus arktischen Eismassen, die unsere alpinen Gletscher in Eisvolumen und Gletscherfläche bei weitem übertreffen, ist das Ausmaß der CH<sub>4</sub> Emissionen gering. Im Vergleich zu CH<sub>4</sub> war die CO<sub>2</sub>-Konzentration dynamischer, wobei einige Bäche als CO<sub>2</sub>-Senken und andere als CO<sub>2</sub>-Quellen fungierten. Zusätzlich scheinen – je nachdem, ob es sich um eine CO<sub>2</sub>-Quelle oder Senke handelt – unterschiedliche Mechanismen die CO<sub>2</sub>-Dynamik zu beeinflussen. Unsere Ergebnisse deuten auch darauf hin, dass im Schmelzwasser einiger Standorte CO<sub>2</sub> aktiv in Verwitterungsreaktionen verbraucht wurde. Diese Reaktionen mit frisch verwitterten Sedimenten waren demnach für eine Abnahme der CO<sub>2</sub>-Sättigung entlang des Bachlaufs mitverantwortlich. Für CO<sub>2</sub> lässt sich somit nicht eine allgemein gültige Aussage treffen, vielmehr sind lokale chemische und geologische Faktoren dafür verantwortlich, ob CO<sub>2</sub> ausgegast oder aufgenommen wird.

### **Sozial UND ökologisch? Nachhaltigkeitsberichterstattung in Nonprofit-Organisationen Treiber, Maßnahmen, Barrieren, Hilfestellungen**

Nonprofit-Organisationen (NPOs) spielen in Österreich eine wichtige gesellschaftliche Rolle, etwa in den Bereichen Soziales, Gesundheit, Kultur und Sport. Abhängig von ihrer Rechtsform und Größe sind durch die neue CSRD-Richtlinie (Corporate Sustainability Reporting Directive) manche von ihnen zur Nachhaltigkeitsberichterstattung (NBE) verpflichtet. Selbst NPOs die dies nicht sind, könnten jedoch künftig indirekt davon betroffen sein, weil Fördergeber oder andere Stakeholder Druck dahingehend ausüben, oder weil sie sich missionsbedingt verpflichtet fühlen, besonders nachhaltig zu agieren und dies entsprechend nachzuweisen. Dies stellt für viele NPOs eine große Herausforderung dar. Ziel der vorliegenden Studie war es, aktuelle Entwicklungen zur NBE bei NPOs aufzuzeigen. Anhand von qualitativen Interviews, Literaturrecherche und einer Aktionsforschungsveranstaltung wurde ermittelt, was NPOs zur NBE motiviert, welche Barrieren es dafür gibt und welche Maßnahmen bereits gesetzt werden. Weiters wurde nach Hilfestellungen gefragt, die NBE in NPOs unterstützen. Schließlich wurden Handlungsempfehlungen für NPOs und die öffentliche Hand abgeleitet.

Wichtige Treiber, die NPOs zur NBE motivieren, sind finanzielle Anreize, etwa Kosteneinsparungen und Förderbedingungen. NPOs haben meist eine starke Missionsorientierung, daher können auch ethische Beweggründe eine wichtige Rolle für NBE spielen. Diese soll außerdem die Glaubwürdigkeit und Legitimität der NPOs untermauern, es geht also auch um die Außenwirkung. Einige NPOs setzen schon erste Schritte in Richtung NBE. Dazu zählen ein gezielter Wissensaufbau und die Etablierung von Austauschgruppen. Teilweise werden bereits doppelte Wesentlichkeitsanalysen durchgeführt und auf anderen Formen der Berichterstattung aufgebaut. Die größte Barriere zur Berichterstattung bilden fehlende Ressourcen, insbesondere Personalknappheit. Weitere Barrieren können unklare Zuständigkeit und komplexe Organisationsstrukturen darstellen. Besonders wichtig für die erfolgreiche Umsetzung von NBE sind Commitment der obersten Führungsebene, die Verbesserung von internen Kommunikationskanälen und die Benennung von Verantwortlichen.

Empfehlungen an NPOs sind das zeitnahe Aufsetzen von IT-Infrastruktur, Wissensaufbau, die Klärung interner Zuständigkeiten und die Durchführung der doppelten Wesentlichkeitsanalyse. Ebenfalls empfehlenswert sind eine Stärkung von Kooperationen und gemeinsame Lobbyarbeit mit anderen NPOs. In einem themenspezifischen

Netzwerk können NPOs Best-Practice-Beispiele und Wissen austauschen und einen NBE-Leitfaden erarbeiten, der auf die Bedürfnisse und Gegebenheiten von NPOs angepasst ist. Auf Policy-Ebene erweisen sich klare, NPO-spezifische Richtlinien sowie Ausnahmen für NPOs, wie beispielsweise vergrößerte Abstände zwischen den Berichten oder weniger verpflichtende Indikatoren, als hilfreiche Faktoren, um NBE in NPOs zu erleichtern. Darüber hinaus wünschen sich NPOs öffentliche Fördergelder, um anfallende Kosten abzudecken. Das wäre auch für die öffentliche Hand von Vorteil: NPOs könnten somit bei NBE als Vorreiter:innen für For-Profit-Unternehmen agieren, und mehr Ressourcen für ihre eigentliche Missionserreichung verwenden.

### Indikator Finanzierte Flächeninanspruchnahme

Derzeit sind Flächen mit hohem Wert in Hinblick auf Landwirtschaft, Kohlenstoffspeicher oder Artenvielfalt besonders günstig. Flächen mit einer Widmung als Bauland oder Infrastruktur sind hingegen teuer. Dementsprechend hoch ist die Flächeninanspruchnahme durch Immobilien auf Flächen der ersten Kategorie. Bauvorhaben, die zu Flächeninanspruchnahme führen, sind überwiegend kreditfinanziert. Damit ergibt sich ein Ansatzpunkt für das Projekt „Indikator Finanzierte Flächeninanspruchnahme“ um dieses Problem zu entschärfen. Dazu wurde ein einfacher Indikator entwickelt, der die Schutzwürdigkeit von Grundstücken zeigt. Er vergibt Werte abhängig von der Nutzungskategorie. Höherwertige Nutzungen wie Wald oder Flächen mit naturschutzfachlichem Wert werden höher bewertet. Bei landwirtschaftlichen Nutzflächen geht die Ertragsmesszahl auf Basis der rechtskräftigen Bodenschätzungsergebnisse ein. Die Ergebnisse der zugehörigen Lehrveranstaltung an der Technischen Universität Wien haben gezeigt, dass der Indikator funktioniert und zuverlässig kennzeichnet, ob ein Projekt flächensparsam ist. Es gibt aber noch Verbesserungsbedarf bei der Berücksichtigung von Erschließungsflächen oder nur teilweiser Bebauung. Aus der Pilotstudie mit vier österreichischen Banken ergibt sich, dass die Grundstücksnummern nicht immer in der benötigten Form vorhanden waren. Für die Bewertung von ganzen Banken-Portfolios gibt es noch offene Fragen, aber für einzelne Projekte kann der Indikator schon verwendet werden. Er passt gut zu anderen Entwicklungen zum Schutz des Bodens, sowohl auf nationaler Ebene als auch auf internationaler Ebene. Außerdem wird darauf hingewiesen, dass auch die Finanzmarktaufsicht (FMA) und die EZB erkannt haben, dass Biodiversitätsindikatoren in die Bewertung von Bankenfinanzierung integriert werden müssen. Der aktuelle Ansatz, nur die genutzte Fläche zu bewerten, greift zu kurz.

### Perspektiven für den Streuobstanbau im Klimawandel

Für drei österreichische Modellregionen wurden obstbaurelevante Klimadaten analysiert: Amstetten Süd, Pöllauer Tal und Lungau. In die Untersuchung wurden Klimadaten der Perioden 1961-1990 und 1991-2020 sowie Szenarien für +2 °C und +3 °C Erderwärmung („global warming level“) einbezogen. Anpassungsmaßnahme und Empfehlungen basierend auf den Szenarien und Gesprächen mit lokalen Akteuren in den Regionen sowie einer Literatur- und Forschungsrecherche komplettieren die Studie.

Die Auswertung von Klimadaten und Szenarien für die Regionen trägt zur Versachlichung des Diskurses über die Auswirkungen des Klimawandels auf den Streuobstbau bei. Der Vergleich der Perioden 1961-1990 und 1991-2020 zeigt bereits deutliche klimatische Veränderungen, die sich mit fortschreitendem Klimawandel weiter verstärken werden. Besonders in Regionen, die bisher günstige Bedingungen für den Streuobstbau hatten, wird dieser zunehmend unter Druck geraten. Bei einer Erwärmung um +2 °C wird die Situation schwieriger, und bei +3 °C könnten die traditionelle Anbauformen gefährdet sein und massive Änderungen im Obstbau erforderlich werden. Lagen die bisher obstbaulich weniger geeignet waren, könnten vom Klimawandel profitieren, sofern die Erwärmung unter +2 °C bleibt. Das für viele Obstarten günstige Klima verlagert sich aufgrund der wärmeren Sommer und Winter sowie längeren Vegetationsperioden zunehmend in höhere Lagen und kleinräumige Standortbedingungen werden wichtiger, weshalb eine zukünftige Fokussierung auf diese Lagen eine sinnvolle Strategie sein kann. Strenge Winterfröste werden weniger problematisch, jedoch bleiben Schäden durch Spätfröste im Frühling auf Grund des früheren Vegetationsbeginns ein Risiko. Die Wasserverfügbarkeit im Sommer wird in tieferen Lagen zunehmend problematisch, was durch die örtliche Bodenbeschaffenheit verschärft werden kann. Sommerlicher Hitze- und Trockenstress sowie häufigere Extremereignisse wie Starkregen, Gewitter, Hagel und Dürre werden in allen Höhenlagen zunehmen. Szenarien mit einer Erwärmung von mehr als +2 °C sind mit größeren Unsicherheiten behaftet und könnten zu extremen Entwicklungen führen, die gezielte Anpassungen erschweren. Die Risiken und Unsicherheiten für die Obstproduktion werden voraussichtlich erheblich zunehmen. Ein aktiver Klimaschutz, der die globale Erwärmung auf unter +2 °C begrenzt, ist essenziell, um eine Zukunftsperspektive für den Streuobstbau in Österreich zu gewährleisten.

## Das Forschungsprogramm StartClim

Das Forschungsprogramm StartClim ist ein flexibles Instrument, welches durch seine kurze Laufzeit und die jährliche Vergabe von Projekten rasch aktuelle Themen im Bereich Klimawandel aufgreifen kann. Seit 2008 widmet sich StartClim Themen zur Anpassung an den Klimawandel. Seit StartClim2012 hat das Programm zum Ziel, die Umsetzung der nationalen Anpassungsstrategie für Österreich mit wertvollen wissenschaftlichen Beiträgen zu unterstützen.

StartClim2023 wird von einem Geldgeberkonsortium finanziert:

- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
- Klima- und Energiefonds
- Land Oberösterreich

Die hier vorgestellten Teilprojekte aus StartClim2023 behandeln verschiedene Aspekte, die für die Anpassung an den Klimawandel in Österreich von Bedeutung sind.

Im vorliegenden, zusammenfassenden Kurzbericht werden die Ergebnisse der Teilprojekte kurz und allgemein verständlich beschrieben. Dieser Bericht erscheint auch in englischer Sprache. Die ausführlichen Berichte der einzelnen Teilprojekte sind in einem eigenen Sammelband zusammengefasst, der ebenso wie die Teilprojekte auf der StartClim-Webpage ([www.startclim.at](http://www.startclim.at)) elektronisch erhältlich ist. Zusätzlich wird ein Folder mit einer Kurzzusammenfassung der Ergebnisse in beschränkter Auflage erstellt.

## StartClim2023.A: Agroforst - Wie Bäume auf dem Acker zur Lösung der Biodiversitäts- und Klimakrise beitragen können

Agroforstsysteme sind eine Form der Landwirtschaft, bei der auf einer Fläche zwei verschiedene Kulturen wachsen und beide genutzt werden: einerseits eine Ackerkultur<sup>1</sup> wie z.B.: Getreide, Gemüse, Sonnenblumen, Raps und andererseits Bäume (in Reihen) mit großen Laubbaumarten oder Obstbäumen wie z.B. Apfelbäume, Walnussbäume usw.. Um diese Agroforstsysteme modern mit großen Maschinen bewirtschaften zu können, stehen die Bäume in regelmäßigen Reihen in Abstand von 30m oder mehr. Außerdem haben diese einen hohen astfreien Stamm, damit der Traktor und andere landwirtschaftliche Maschinen knapp an ihnen vorbeifahren können (etwa 1m Abstand), ohne dass die Äste der Bäume diese behindern. Baumreihen am Acker erschweren also die maschinelle Bearbeitung und die Pflege der Bäume stellen einen zusätzlichen Abreitsaufwand für den Betrieb dar. Trotzdem interessieren sich immer mehr Landwirt:innen aus verschiedenen Gründen für die Umsetzung von Agroforstsystemen. Zum Beispiel aufgrund der windbremsenden Wirkung der Bäume, der Wirkung auf den Wasserhaushalt einer Fläche, der Wirkung auf Prozesse und Nährstoffkreisläufe im Boden aber auch aufgrund des Landschaftsbildes und dem Wunsch nach Struktur und Lebensraum für Kleinlebewesen in der Agrarlandschaft. Ebenso stellen Agroforstsysteme eine Diversifizierungsmöglichkeit für den Betrieb dar.

Im Zuge des StartClim Projekts wurde systematisch untersucht, ob Agroforstsysteme Vorteile hinsichtlich der großen beiden Menschheits-Krisen haben: der Klimakrise und dem Biodiversitätsverlust. Es wurde festgestellt, dass

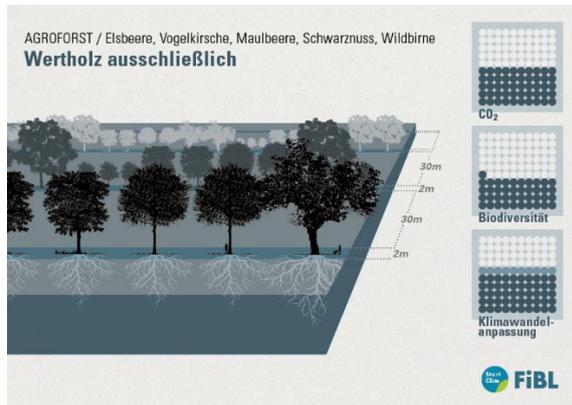
- fünf verschiedene Agroforstsysteme ein unvollständiges Bild für die gesamte Vielfalt aller Agroforstsysteme abgeben, die es in der Praxis in den Ackerbaugebieten in Österreich gibt. Im Projekt wurden folgende fünf verschiedene Agroforst-Typen festgelegt:
- Wertholzsystem: Wertholzproduktion (Edelholzproduktion) ist das Ziel; große oder wertvolle Bäume wie Walnuss, Schwarznuss, Vogelkirsche oder Eichen werden gepflanzt und ein langer astfreier Stamm angestrebt.
- Wertholz mit Frucht: Doppelnutzung ist das Ziel; Jährlicher Fruchtertrag und später auch Ernte eines wertvollen Holzes; Klassische Baumart ist die Walnuss.
- Kurzumtriebsplantage: Energieholzgewinnung ist das Ziel; vor allem Pappeln werden sehr dicht gepflanzt und mehrmals geerntet.
- Frucht intensiv: Obstnutzung ist das Ziel; Obstbäume werden gepflanzt, die Kultivierung und Pflanzdichte ist weniger intensiv als in den Obst-Plantagen.
- Mischsystem: Produktion von vielen verschiedenen Baumarten sowie deren Nutzung und Vielfalt ist das Ziel; Bäume, Sträucher, Beeren, werden gemeinsam gepflanzt.
- alle Agroforstsysteme CO<sub>2</sub> (ein wichtiges Treibhausgas) aus der Atmosphäre binden und somit Treibhausgase reduzieren. Und zwar das System #3 am meisten (etwa 4 t CO<sub>2</sub> pro Hektar und Jahr) und das System #4 am wenigsten (etwa 1 t CO<sub>2</sub> pro Hektar und Jahr), das ohne das Agroforstsystem (reines Ackersystem) nicht gebunden wäre. Die hohe CO<sub>2</sub>-Bindung von System #3 ist kurzfristig, weil durch die Verbrennung als Hackschnitzel das CO<sub>2</sub> wieder in die Atmosphäre gelangt. Ein Verdrängungseffekt von fossilem Erdgas durch Hackschnitzel wurde berechnet. Bei den anderen Systemen ist das CO<sub>2</sub> länger gebunden oder sogar dauerhaft der Atmosphäre entzogen (Verwendung des Holzes als Konstruktionsholz oder Möbelstück).
- alle fünf Agroforstsysteme durch die Einschätzung von 10 Biodiversitäts-Expert:innen einen Vorteil für Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen im Vergleich zu einem Acker ohne Baumreihen haben, und zwar das System #5 am meisten (10.7 Punkte von max. mögl. 15 Punkten) und das System #3 am wenigsten (1.7 Punkte von max. mögl. 15 Punkten).
- alle fünf Agroforstsysteme auch eine Möglichkeit für die Betriebe darstellen, bei fortschreitender Klimakrise Nahrungsmittel produzieren zu können. Diese Form der Landwirtschaft ist also eine Klimawandel-Anpassungs-Strategie, indem durch die Bäume 1) ein günstiges Kleinklima auf dem Feld

---

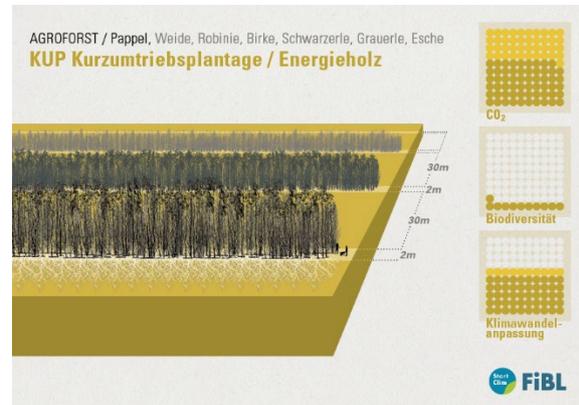
<sup>1</sup> Im StartClim Projekt wurde die Kombination von Acker und Bäumen behandelt. Es gibt auch Agroforstsysteme auf Wiesen und Weiden (u.a. Streuwiesen), die wir im Projekt nicht näher betrachtet haben.

geschaffen wird, 2) der Boden tiefer durchwurzelt ist und Wasser besser halten kann, 3) wertvoller Humus im Boden aufgebaut werden kann, 4) Ökosystemdienstleistungen bereitgestellt werden können usw. Es war jedoch sehr schwierig, aufgrund der vorhandenen wissenschaftlichen Literatur festzustellen, wie groß der Vorteil von Agroforstsystemen bei fortschreitender Klimakrise im Vergleich zur Ackerfläche ohne Baumreihen ist.

Alle fünf Agroforstsysteme wurden illustriert und mit den Ergebnissen ergänzt. Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen zwei der fünf Illustrationen.



**Abb. 1:** Illustriertes Agroforstsystem 1 "Wertholz ausschließlich" © Kristin Gyimesi.



**Abb. 2:** Illustriertes Agroforstsystem 3 "Kurzumtriebsplantage" © Kristin Gyimesi.

Die Ergebnisse zeigen deutlich weiteren Entwicklungs- und Forschungsbedarf zu Agroforstsystemen in Österreich. Dabei ist es äußerst sinnvoll verschiedene Fachrichtungen miteinander arbeiten zu lassen, weil Agroforstsysteme eine Wirkung auf viele Bereiche haben können (Boden, Wasser, Luft, Tiere, Pflanzen und Lebensräume) und das Wissen aus vielen Disziplinen erfordert (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Landschaft, Biodiversität und Naturschutz, Gesellschaft, Wirtschaft, Recht etc.). Vor allem die Erforschung der Agroforstsysteme als betriebliche Anpassungsstrategie an die Klimakrise und der Zusammenhang zur Biodiversität sind wichtige Aufgaben für die Zukunft. Weil Agroforstsysteme multifunktional sind und einen Beitrag zur Linderung beider Krisen leisten können, ist eine attraktive Verankerung im Förderwesen (sowohl Investitionsförderung als auch Flächenförderung) sinnvoll und wichtig, um Agroforstsysteme in der Praxis zu etablieren.

## **StartClim2023.B: Analyse der Auswirkungen von Photovoltaikanlagen auf Biodiversität unter Berücksichtigung der vielfältigen naturräumlichen Standortvoraussetzungen in Österreich**

Die österreichische Bundesregierung hat gemäß Regierungsprogramm das Ziel bis 2040 Klimaneutralität in Österreich zu erreichen. Einen wesentlichen Beitrag zum Erreichen der Klimaneutralität soll der österreichweite Ausbau von Photovoltaikanlagen leisten, deren jährliche Stromerzeugung bis 2030 gemäß "NIP-Szenario" des österreichischen Netzinfrastukturplans auf 21 TWh erhöht werden soll. Zum Erreichen dieses Ziels müssen voraussichtlich auch erhebliche Mengen an Freiflächen für den bevorstehenden Ausbau von Photovoltaikanlagen genutzt werden. Der Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen stellt jedoch einen Eingriff in den Naturraum dar und kann die Biodiversität von sensiblen oder strukturreichen Standorten ungewollt negativ beeinflussen. Derzeit gibt es in Österreich kein bundesweit anwendbares Konzept, welches den bevorstehenden Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen im Hinblick auf den Biodiversitätserhalt österreichischer Lebensräume optimiert. Dieses Projekt erarbeitete eine umfassende Zusammenschau des aktuellen Standes des Wissens. Aus den Ergebnissen wurden Empfehlungen für einen strategischen politischen Rahmen zum biodiversitätsverträglichen Ausbau von PV-Freiflächenanlagen abgeleitet.

Zu diesem Zweck erfolgte in einem ersten Schritt eine umfassende Literaturrecherche. Die Analyse und Auswertung aktuell vorhandener Literatur weist darauf hin, dass in intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen, durch eine fachgerechte Umsetzung von PV-Freiflächenanlagen, inklusive der Umsetzung eines standortangepassten naturschutzfachlichen Pflegekonzepts, potenziell eher Vorteile für die untersuchten Artengruppen gegeben sind. Für PV-Freiflächenanlagen, welche hingegen auf extensiven Grünlandflächen, bzw. in Regionen mit naturnahem Grünland errichtet wurden, weist die aktuell vorhandene Literatur eher auf potenziell negative Wirkungen bezüglich der untersuchten Artengruppen hin. Die Literaturrecherche zeigt, dass evidenzbasierte Feldstudien bezüglich der Wirkung auf Arten / Artengruppen in landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen, bzw. auf vormals ackerbaulich genutzten Flächen, vorhanden sind. Hingegen gibt es jedoch eher kaum Evidenz, bezüglich der Wirkung von PV-Freiflächenanlagen auf vormals extensiv bewirtschafteten bzw. naturnahem Grünland.

Aus diesem Grund wurde in einem zweiten Schritt eine umfassende Expert:innen-Befragung mittels Fragbogen durchgeführt. Aufgrund der Ergebnisse aus der Literaturrecherche lag der Fokus darin auf Grünlandflächen, welche nicht landwirtschaftlich intensiv genutzt werden und in der aktuellen Literatur bisher in geringerem Umfang behandelt sind. Es wurden gezielt Personen befragt, die im „Netzwerk Biodiversität“ registriert sind. Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass die Expertise der befragten Personen, bezüglich der Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf Grünlandhabitats, größtenteils auf einige Arten / Artengruppen fokussiert ist. Expert:innenwissen für Österreich scheint insbesondere für Wirkungen auf Gefäßpflanzen, extensive Grünlandhabitats und auf die Artengruppen „Vögel“ und „Insekten allgemein“ bzw. „Schmetterlinge“ vorhanden zu sein. Hingegen scheint für andere Artengruppen die Expertise sehr fokussiert bei einzelnen Expert:innen vorzuliegen. Diese kaum, bzw. nicht in der Befragung bewerteten Artengruppen betreffen z. B. Reptilien, Amphibien, Spinnentiere, Weberknechte, Regenwürmer, Springschwänze, oder weitere Bodentiere. Ergebnisse aus der Expert:innen-Befragung bezüglich der Wirkungen auf die besser untersuchten Biodiversitäts-Schutzgüter spiegeln grundsätzlich die Ergebnisse aus der Literaturrecherche wider: Der Ausbau auf naturschutzfachlich sensibleren Standorten (Extensiv-Grünland, Brach- und Ruderalflächen) hat grundsätzlich eher negative Auswirkungen auf die bewerteten Schutzgüter / Artengruppen.

Schlussendlich wurden auf Basis der Ergebnisse aus Literaturrecherche und ergänzender Expert:innen-Befragung Empfehlungen für den PV-Freiflächenausbau in Österreich, abgeleitet. Hierfür wurden die bisher besser untersuchten Biodiversitätsschutzgüter als Indikatorarten / -Artengruppen herangezogen. Allgemeine, für den biodiversitätsverträglichen Ausbau von PV-Freiflächenanlagen, abgeleitete Empfehlungen sind im Folgenden zusammengefasst dargestellt:

Auf allen Ebenen der Raumplanung sollte eine strategische Flächenplanung für den Bau- und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen vorgenommen werden.

- Bau- und Betrieb von PV-Freiflächenanlage sollten prioritär auf vollversiegelten Flächen oder in intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen (unter Umsetzung eines naturschutzfachlichen Pflegekonzepts) umgesetzt werden. Hingegen kann der Bau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen ohne Umsetzung eines naturschutzfachlichen Pflegekonzepts, generell nicht empfohlen werden.

- Für naturschutzfachlich sensiblere Standorte (Extensiv-Grünland bzw. auch für Brach- und Ruderalflächen), wird der Ausbau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen, aus Biodiversitätsperspektive, generell eher nicht empfohlen.
- Auf Landes-Ebene ist es zielführend, standortspezifische Eignungszonen und Ausschlusskriterien zu definieren. Vorschläge diesbezüglich wurden im gegenständlichen Bericht erarbeitet und sind im Projektendbericht als Empfehlungen angeführt. Außerdem ist es sinnvoll, regional abgestimmte Zonierungspläne in Zusammenarbeit mit Naturschutz-Experten: innen auszuarbeiten.
- Allgemein sollten Förderungen für PV-Freiflächenanlagen an die Einhaltung standortspezifischer naturschutzfachlicher Ausschlusskriterien bzw. standortspezifischer Eignung und die Umsetzung von naturschutzfachlichen Pflegemaßnahmen gekoppelt werden.

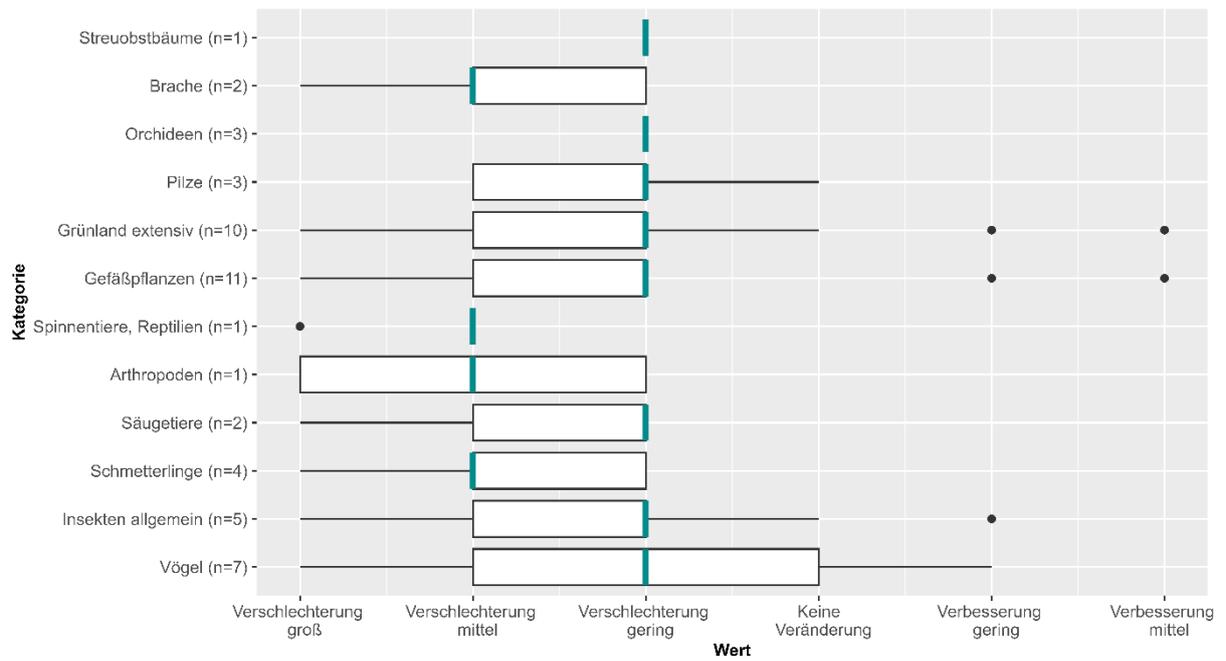
#### Empfehlungen zur Umsetzung eines standortangepassten, naturschutzfachlichen Pflegekonzepts:

- Bau und Betrieb einer PV-Freiflächenanlage sollten in jedem Fall unter Umsetzung eines fundierten naturschutzfachlichen Pflegekonzepts durchgeführt werden. Dies betrifft sowohl kleinere PV-Freiflächenanlagen als auch Projekte, welche im Rahmen der RED III, bzw. im Rahmen des Erneuerbaren-Ausbau-Beschleunigungsgesetzes, in Vorrangs- oder Eignungszonen errichtet werden.
- Die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage sollte naturschutzfachlich begutachtet, potenzielle Wirkungen geprüft, und standortangepasste naturschutzfachliche Pflegemaßnahmen entwickelt werden. Die Umsetzung derselben sollte im Bau und Betrieb begleitet und deren Wirkung evaluiert werden.
- Zur Unterstützung bei der Zusammenstellung eines naturschutzfachlichen Pflegekonzepts ist im Projektendbericht eine Auflistung und Priorisierung von empfohlenen Biodiversitätsmaßnahmen angeführt.

#### Empfehlungen bezüglich weiterführender Analysen:

- Bezüglich der Wirkungen auf einige Biodiversitätsschutzgüter gibt es bisher nur regional gültige bzw. keine Evidenz (dies betrifft z. B. repräsentative bzw. überregional gültige Felduntersuchungen bezüglich Wirkungen auf Orchideen, Säugetieren, Schmetterlingen, Reptilien, Amphibien, Spinnentiere, Weberknechte, Regenwürmer, Springschwänze, oder weitere Bodentiere). Diesbezüglich ist eine weiterführende, gezielte Forschung, insbesondere bezüglich repräsentativer (bzw. annähernd repräsentativer) Wirkung auf benötigte Indikatorarten / Artengruppen, im Kontext österreichischer Kulturlandschaften, zielführend.

Inhalt dieses Projekts ist es, die Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen aus Perspektive der Biodiversität zu bewerten und Handlungsempfehlungen abzuleiten. Für eine praxistaugliche Umsetzung der erarbeiteten Empfehlungen müssten jedoch sämtliche Landnutzungsinteressen in einem integrativen Ansatz analysiert werden. Letztendlich können nur durch eine interdisziplinäre Analyse und darauf aufbauende interdisziplinäre Planung, in der Praxis vorhandenen Landnutzungskonflikte (z. B. zwischen Biodiversität, Energieproduktion, Landwirtschaft, Ernährungssicherung, Gewerbe, Industrie, Freizeit und weiteren Interessen) abgestimmt und gestaltet werden.



**Abb. 3:** Übersicht über die in der Befragung abgegebenen Bewertungen zu den Wirkungen einer PV-Freiflächenanlage auf unterschiedliche Taxa und Habitate

## StartClim2023.C: Berücksichtigung von Biodiversitäts- und Naturschutzaspekten bei der Genehmigung von Erneuerbarer-Energien-Projekte

Österreich hat sich das politische Ziel gesetzt, dass bis 2030 im Strombereich der Gesamtverbrauch national bilanziell zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt wird. Um diese Ziele zu erreichen, ist ein wesentlich beschleunigter und intensiver Ausbau der Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien erforderlich, mit dem allerdings auch nachteilige Auswirkungen auf die Biodiversität verbunden sein können.

Die österreichischen Landes-Naturschutzgesetze sahen bis dato vor, dass eine naturschutzrechtliche Bewilligung auch dann erteilt werden kann, wenn ein Vorhaben zwar zu einer wesentlichen Beeinträchtigung von Naturschutzinteressen führen kann, aber ein hohes öffentliches Interesse an der Verwirklichung des Projektes besteht. Die Voraussetzung für die Erteilung der Bewilligung ist dabei, dass das öffentliche Interesse am Projekt höher zu bewerten ist als das durch das Vorhaben beeinträchtigte Rechtsgut (Landschaftsbild, Schutz gefährdeter Arten oder Lebensraumtypen).

Der Rechtsrahmen für die Bewilligung für Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien wurde in der jüngsten Vergangenheit durch zwei Rechtsakte der EU wesentlich geändert. Sowohl die EU-NotfallVO als auch die RED III sehen einschneidende Maßnahmen zur Beschleunigung der Genehmigungsverfahren vor.

Die Notfallverordnung sieht insbesondere vor, dass die Vermutung besteht, dass der Ausbau im überwiegenden öffentlichen Interesse liegt. Die Behörde hat folglich grundsätzlich davon auszugehen, dass ein solches Projekt zu genehmigen ist und die Belange des Naturschutzes nachrangig sind. Das Gewicht der oben beschriebenen Interessenabwägung wird damit zulasten der Biodiversität verschoben. Eine erste Judikaturanalyse auf nationaler Ebene bestätigte diesen Befund: obwohl ein grobes Missverhältnis zwischen den naturschutzrechtlichen Eingriffen und dem öffentlichen Interesse am Ausbau erneuerbarer Energien bestand, wurde ein Vorhaben unter Bezugnahme auf die entsprechende Regelung in der EU-Notfall-VO genehmigt.

Darüber hinaus sieht die EU-Notfall-VO vor, dass die Mitgliedsstaaten unter bestimmten Bedingungen Ausnahmen für Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien von der Pflicht zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung und den Vorgaben zum Artenschutz der Fauna-Flora-Habitat-RL und Vogelschutz-RL vorsehen können: Das Gebiet, in dem die Anlage errichtet werden soll, muss in einem speziell dafür ausgewiesenen Gebiet liegen, dass zuvor im Rahmen einer strategischen Umweltprüfung auf seine Eignung überprüft wurde. Es müssen dann nur geeignete und verhältnismäßige Minderungsmaßnahmen zum Schutz der Biodiversität ergriffen werden. Selbst wenn die Beeinträchtigungen der Naturschutzinteressen als gravierend anzusehen sind, ist dann eine Bewilligung zu erteilen.

Mit der RED III wurden neue Zielwerte für den Ausbau Erneuerbarer Energien festgelegt: der Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch der Union soll bis 2030 mindestens 42,5 % betragen; anzustreben ist ein Anteil von 45 %. Darüber hinaus sieht die RED III wesentliche Maßnahmen zur Beschleunigung der Genehmigungsverfahren im Zusammenhang mit Erneuerbaren Energien vor. Es handelt sich dabei zusammengefasst insbesondere um folgende Maßnahmen:

- Normierung des ‚überragenden‘ öffentlichen Interesses am Erneuerbaren-Ausbau
- Erhebung der Erneuerbaren-Ausbau-Potentiale
- Ausweisung von Beschleunigungsgebieten
- Festlegung von Fristen für die maximale Dauer des verwaltungsbehördlichen Genehmigungsverfahrens

Durch diese Maßnahmen erfolgt eine weitreichende Verlagerung der Prüfung der Umwelt- und Naturverträglichkeit von Erneuerbaren Energien-Projekten. Diese erfolgt nicht mehr in einem förmlichen Mehrparteienverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung, dass in einen bekämpfbaren Bescheid mündet. Die potentiellen Auswirkungen des Vorhabens werden vielmehr bereits bei der Ausweisung der Beschleunigungsgebiete im Rahmen einer strategischen Umweltprüfung erhoben und bewertet.

Diese Konstruktion kann - abhängig von der Ausgestaltung - mit erheblichen Nachteilen für den Biodiversitätsschutz verbunden sein:

- Ob und welche nachteiligen Auswirkungen ein Projekt auf geschützte Arten haben kann, wird nicht mehr einzelfallbezogen durch Sachverständige erhoben, sondern vorab im Rahmen einer SUP abstrakt bewertet. Darüber hinaus wird die Frage, ob Naturschutzinteressen oder die Interessen an der

Energiewende überwiegen, verrechtlicht und durch eine generelle Regelung beantwortet; eine konkrete am Einzelfall ausgerichtete Interessenabwägung entfällt.

- Bei der Verlagerung vom Genehmigungsverfahren zur SUP ist offen, wie notwendige Ausgleichsmaßnahmen (wie etwa Ersatzlebensräume) rechtsverbindlich erhoben und vorgeschrieben werden können. Im Rahmen einer SUP können diese nicht erzwungen werden. Insoweit müsste eine eigene gesetzliche Befugnis der Behörden vorgesehen werden, solche Minderungsmaßnahmen nachträglich vorzusehen.
- Der in der Aarhus-Konvention vorgesehene Rechtsschutz der Zivilgesellschaft zugunsten Umweltinteressen wird durch die beschriebenen Rechtsakte wesentlich beeinträchtigt bzw außer Kraft gesetzt.

Bei der Umsetzung der RED III-Richtlinie im nationalen Recht gilt es deshalb, sicherzustellen, dass zwar im Sinne einer effizienteren Verfahrensführung „Doppelprüfungen“ der Auswirkungen auf Umwelt und Natur vermieden werden, aber dennoch eine inhaltliche Tiefe erreicht wird, die eine umfassende Beurteilung und Bewertung der Umweltauswirkungen und darauf aufbauend die Vorschreibung von Ausgleichsmaßnahmen ermöglicht. Aus der Analyse von best practice bzw. bad practice Beispielen im Umweltverfahren ergibt sich, dass sich die Durchführung eines konzentrierten UVP-Verfahrens im Vergleich zu sektoral begrenzten Bewilligungsverfahren (getrenntes wasser- und naturschutzrechtliches Verfahren) als deutlich zweckmäßiger erweist. Bei effizienter Verfahrensführung (hohe Qualität der Einreichunterlagen und Daten, frühzeitige Koordination zwischen Projektwerber, Sachverständigen und der Behörde, frühzeitige Öffentlichkeitsbeteiligung) ist die Durchführung eines konzentrierten Verfahrens - wie in der UVP vorgesehen - auch mit vergleichsweise geringer Verfahrensdauer möglich, wie die best practice-Beispiele zeigen.

## StartClim2023.D: SNOWLINE - Untersuchung nichtlinearer Entwicklungen der Schneefallgrenze im Klimawandel in Österreich

Der saisonalen Schneebedeckung kommt in Österreich, auf Grund ihrer immensen Wichtigkeit für zahlreiche wirtschaftliche, ökologische und gesellschaftliche Sektoren, eine große Bedeutung zu. Die Schneefallgrenze - die Höhe, auf der der Phasenübergang zwischen Schneefall und Regen stattfindet - spielt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. Diese Studie untersucht mögliche nichtlineare Dynamiken der Schneefallgrenze und konzentriert sich hierbei insbesondere auf den Effekt der Niederschlagsabkühlung und dessen Auswirkungen in einem sich ändernden Klima. Während Klimaprojektionen steigende Schneefallgrenzen nahelegen, bleibt die Auswirkung der Niederschlagsabkühlung auf diesen Trend weitgehend unerforscht und unberücksichtigt.

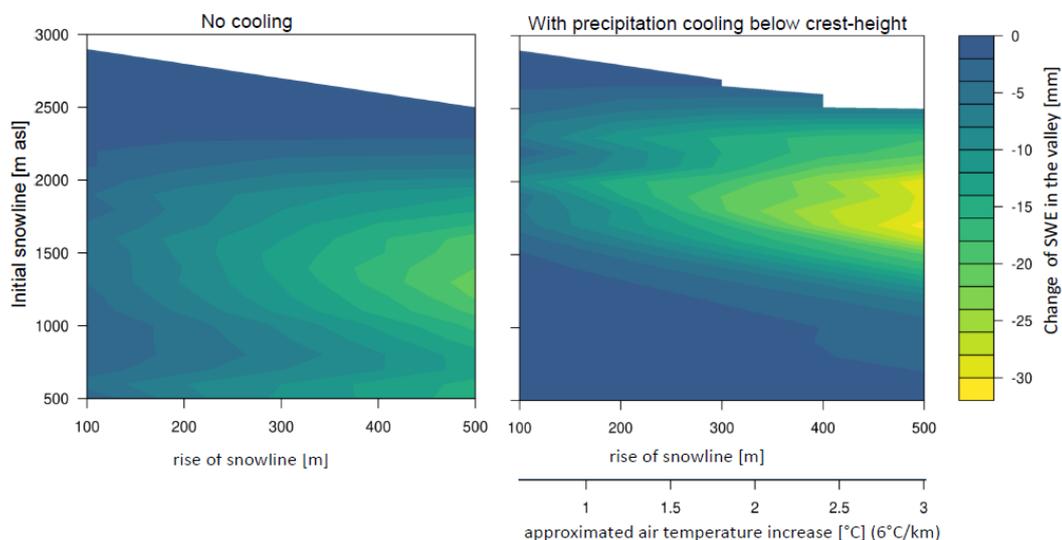
### Ziele und Methoden

Die Studie zielt darauf ab, den Effekt der Niederschlagsabkühlung zu erforschen, seinen Einfluss auf die Schneeakkumulation zu analysieren und potenzielle Veränderungen in einem wärmeren Klima zu untersuchen. Ursprünglich geplante Simulationen dieses Effekts in einem numerischen Schneemodell konnten auf Grund von Limitationen der verwendeten Datensätze nicht durchgeführt werden. Stattdessen wurde auf Grundlage theoretischer Überlegungen und einer idealisierten Energiebilanz der Absinkeffekt durch Niederschlagsabkühlung quantifiziert. Dies ermöglicht es, die Niederschlagsmenge abzuschätzen, welche in der Atmosphäre geschmolzen werden muss, um eine Schneefallgrenze von der Ausgangshöhe Höhe auf die Geländeoberfläche zu senken. Dabei wird mittels einem Topographieverstärkungsfaktor, der Effekt der realen Topographie berücksichtigt. Für Details wird auf den Langbericht verwiesen.

### Ergebnisse

Niederschlagsereignisse mit aktivem Absinkeffekt wurden anhand von Wetterstationsdaten und historischen Modellvorhersagen identifiziert. Obwohl diese Ereignisse vielversprechende Muster zeigten, offenbarte die Analyse auch Inkonsistenzen und Herausforderungen bei der Entwicklung und Validierung einer robusten Prozessparametrisierung. Unter Verwendung eines idealisierten Energiebilanzansatzes wurde daher die Menge an festem Niederschlag, die erforderlich ist, um die anfängliche Schneefallhöhe auf Talbodenniveau zu senken, berechnet. Unter Berücksichtigung des Effekts des reduzierten Luftvolumens in Tälern zeigte die Simulation, wie das Phänomen der Niederschlagsabkühlung die Schneefallverteilung in ganz Österreich beeinflusst. Die Ergebnisse zeigen, dass selbst moderate Niederschlagsraten, insbesondere in Tallagen, einen ausreichend starken Kühlungseffekt hervorrufen können, um die Schneeakkumulation signifikant zu erhöhen.

Als Beispielregion werden Ergebnisse aus dem Gailtal in Kärnten präsentiert. Wir zeigen den Einfluss der Niederschlagsabkühlung auf die Schneeakkumulationsmuster im Tal für verschiedene Ausgangsschneefallhöhen und untersuchen die Auswirkungen auf die Gesamtschneemasse. Im Kontext eines sich ändernden Klimas zeigen die Simulationsergebnisse unterschiedliche Sensitivitäten gegenüber steigenden Schneefallgrenzen, abhängig von der Ausgangslage (siehe Abbildung 4).



**Abb. 4:** Änderung der Schneeakkumulation mit zunehmenden Schneefallgrenzen (x-Achse) basierend auf den Ausgangsschneefallgrenze (y-Achse) im Gailtal.

Bei niedrigeren Ausgangsschneefallgrenzen zeigt sich trotz steigender Schneefallgrenzen lediglich eine geringe Reduzierung der Gesamtschneemasse im Tal. Dies weist auf eine geringe Sensitivität der Niederschlagsabkühlung gegenüber wärmeren Temperaturen hin. Bei höheren Ausgangsschneefallgrenzen, wie z.B. im Frühwinter und Frühling oft der Fall, wird eine erhöhte Sensitivität zu Temperaturerhöhungen deutlich. Wenn steigende Schneefallgrenzen sich dem Kammniveau nähern (und dieses überschreiten), wird durch die Annahme der erhöhten Durchmischung mit der freien Atmosphäre der Effekt der Niederschlagsabkühlung reduziert. So kann der Effekt nicht mehr zur Absenkung der Schneefallgrenze beitragen. Die durchgeführte Analyse zeigt, dass im Kontext der Niederschlagsabkühlung nichtlineare Entwicklungen der Schneeakkumulation bei steigenden Schneefallgrenze zu erwarten sind.

### Implikationen und Empfehlungen

Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse die Komplexität und Dynamik der Schneefallgrenze im Kontext sich ändernder klimatischer Bedingungen und betonen die Bedeutung der Niederschlagsabkühlung als Beitrag zu den beobachteten Schneefallmustern. Die Studie liefert erste wertvolle Einblicke in eine mögliche zukünftige nichtlineare Entwicklung der Schneefallgrenze. Allerdings bedarf es weiterer Forschung in diesem Bereich, um unser Prozessverständnis weiter auszubauen. Dabei könnten Feldbeobachtungen während dieser Niederschlagsereignisse, die Nutzung von Daten numerischer Wettervorhersagemodelle und Simulationsexperimente mit hochauflösenden Atmosphärenmodellen dabei helfen, die Häufigkeit, Intensität und räumliche Verteilung von Niederschlagsabkühlungsereignissen weiter zu quantifizieren.

#### Fazit

Während die gewählte Datengrundlage die Entwicklung einer vereinfachten Parametrisierung der Niederschlagsabkühlung nicht zuließ, lieferten theoretische Simulationen wertvolle Einblicke in die nichtlineare Dynamik der Schneefallgrenze. Besonders für enge Tallagen und Regionen mit hohen Niederschlagsintensitäten kann dem Effekt eine hohe Bedeutung für die Schneeakkumulation zukommen. In einem sich ändernden Klima ist das Verständnis dieser Dynamiken wichtig für fundierte Entscheidungsfindung in verschiedenen Sektoren, die auf eine saisonale Schneedecke angewiesen sind.

## StartClim2023.E: Gletscherschmelze - Verlieren wir eine Methan-Quelle aber auch eine Kohlendioxid-Senke?

Dieses Projekt beschäftigt sich mit den Auswirkungen der Klimawandel-bedingten Gletscherschmelze auf die Freisetzung der Treibhausgase CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>. Mit der Gletscherschmelze erschöpft sich nicht nur eine wichtige Wasserreserve, sondern es werden auch erhebliche Mengen von gespeichertem Kohlenstoff frei, der zum Teil seit Jahrtausenden im Gletschereis eingeschlossen war. Die Mobilisierung gelöster organischer Kohlenstoffverbindungen aus schmelzenden Gletschern stimuliert flussab biologische Prozesse und kann die Konzentration von gelöstem CO<sub>2</sub> erhöhen. Während dadurch eine CO<sub>2</sub>-Anreicherung in Gletscherbächen auftreten kann, könnte die Verwitterung von Karbonat-haltigen Sedimenten diesem Effekt entgegenwirken und atmosphärisches CO<sub>2</sub> binden. Zusätzlich kann organischer Kohlenstoff, der unter Gletschern gespeichert ist, unter anoxischen Bedingungen durch mikrobielle Aktivität in CH<sub>4</sub> umgewandelt werden, welches durch das Schmelzwasser aus dem Gletscher ausgetragen und an die Atmosphäre abgegeben werden kann. Beide Phänomene sind in arktischen Gletscherbächen beobachtet worden, aber Untersuchungen in den Europäischen Alpen sind ausständig. Dieses Projekt zielt darauf ab, erstmals die Rolle alpiner Gletscher bei der Speicherung und Freisetzung der Treibhausgase CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> zu untersuchen. Zwei zentrale Fragen sollen beantwortet werden: Sind alpine Gletscherflüsse Quellen von CH<sub>4</sub> und Senken von CO<sub>2</sub>? Welche geografischen oder chemischen Faktoren beeinflussen diese Prozesse?

Wir haben Bäche von 26 Gletschern in den Ost- und Westalpen im Zeitraum von Juni bis Juli 2023 einmalig beprobt und umfassende Analysen der Gaskonzentrationen, des Verwitterungspotentials und chemischer Parameter durchgeführt. Dabei wurde das Schmelzwasser so nah wie möglich am Gletschertor entnommen. Je nach Zugänglichkeit und Zeit wurden auch Wasserproben weiter flussabwärts genommen um die zu untersuchenden Prozesse quantifizieren zu können. Die zweite Probenstelle wurde basierend auf lokalen hydromorphologischen Gegebenheiten soweit flussab angesetzt, dass der Wasserkörper bereits genügend Austausch mit der Atmosphäre erfahren konnte um Konzentrationsänderungen erwarten zu können. Zusätzlich mussten die Stellen aufgrund von Sicherheits- und Zugänglichkeitsüberlegungen festgelegt werden. Höhenlage und Entfernung der Probenstellen wurden aus Google Earth entnommen und daraus die durchschnittliche Steigung zwischen den Standorten berechnet. Informationen zu Gletscherumrissen, Gletscherdicke und Fließgeschwindigkeit der Eismasse wurden aus online zugänglichen Datenbanken gewonnen.

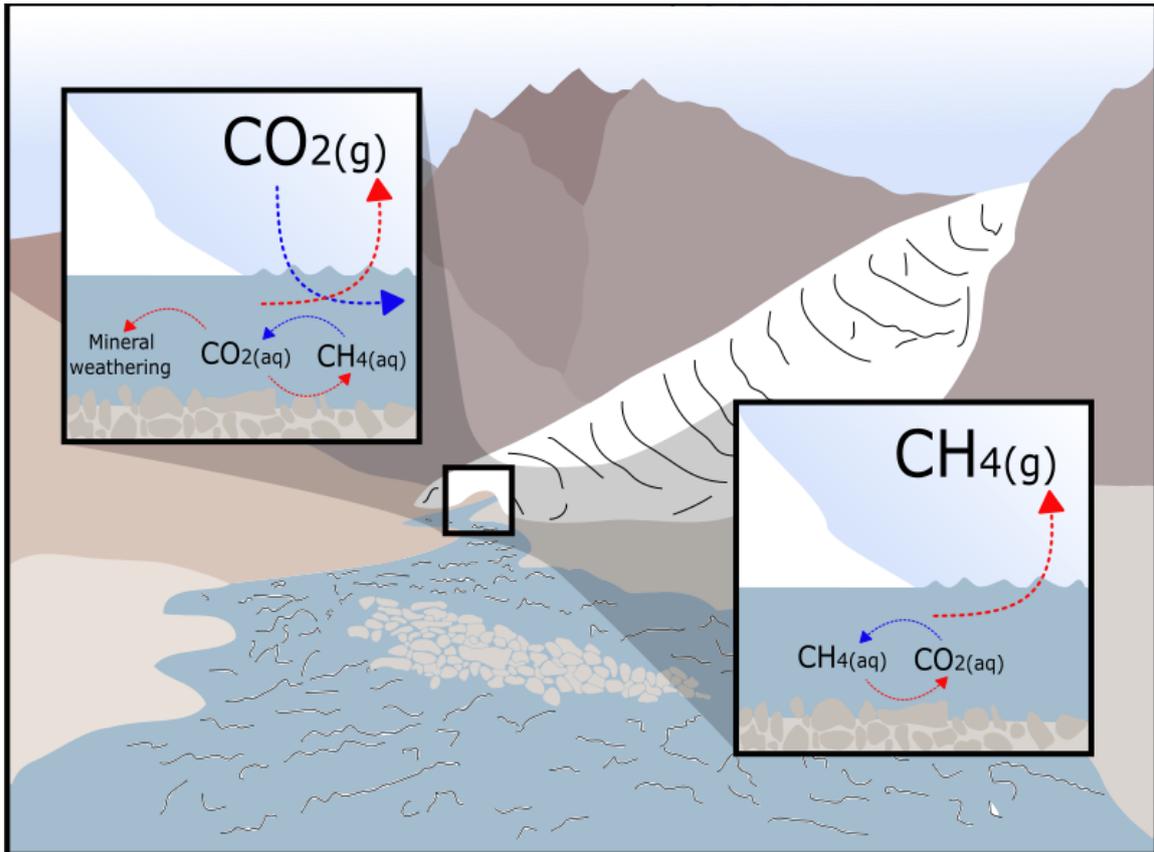
Um die Konzentration gelöster Gase messen zu können, muss die Wasserphase mit einer Gasphase ins Gleichgewicht gebracht werden. Anschließend kann diese equilibrierte Gasphase vermessen und daraus die gelöste Gaskonzentration berechnet werden. Vor Ort wurde das Phasengleichgewicht mit reinem, mitgebrachtem N<sub>2</sub> oder Umgebungsluft in 140 mL Spritzen erreicht und eine Probe der Gasphase in evakuierte Vials mit Überdruck überführt. Diese Proben wurden im Anschluss im Labor mit einem Gaschromatographen analysiert. Die Gassättigung wurde als Verhältnis zwischen tatsächlicher gelöster Gasmenge und Sättigungskonzentration bei vollständigem Gleichgewicht mit der Atmosphäre berechnet. Das chemische Verwitterungspotenzial der Sedimente ohne atmosphärischen Austausch wurde entlang des Längsgradienten des Baches mithilfe eines geschlossenen System-Ansatzes in Glasflaschen gemessen. Dabei wurde Schmelzwasser inkubiert um eine Verwitterung der Sedimente mit ausschließlich gelöstem CO<sub>2</sub> zu ermöglichen. Eine Messung des gelösten CO<sub>2</sub> nach Ablauf der Verwitterungsreaktionen ermöglicht es, das chemische Verwitterungspotential zu quantifizieren.

Die beprobten Gletscherbäche variierten in ihrem Durchfluss von 0,1 bis 25 m<sup>3</sup>/s. Die Gletscherabflüsse variierten auch stark in ihren hydraulischen Eigenschaften: von poolartigen bis hin zu schnell fließenden turbulenten Abschnitten. Auch die Strukturen des Bachbetts war unterschiedlich, von Grundgestein über ein Bachbett mit groben Felsbrocken bis hin zu Schotter und feinen Sedimenten. Insgesamt, aber lassen sich die beprobten Gletscherbäche als steil bis sehr steil klassifizieren. Aus der erheblichen Neigung resultieren schnell fließende, turbulente Bäche, die einen guten und effizienten Gasaustausch mit der Atmosphäre ermöglichen. Die Konzentration von gelöstem Sauerstoff war in allen untersuchten Bächen über oder nahe der Sättigung mit der atmosphärischen Konzentration. Dies deutet darauf hin, dass die turbulenten Gletscherflüsse bereits gut mit der Atmosphäre interagiert hatten. Dadurch konnte einerseits das Risiko eines signifikanten anoxischen subglazialen Beitrags ausgeschlossen werden, andererseits ist es aber auch ein Indiz dafür, dass Methan bereits vor der Probenahmestelle Oxidation oder Ausgasung unterlag. Die chemische Zusammensetzung des Schmelzwassers schwankt in den einzelnen Bächen, wobei Calcium und Hydrogencarbonat konsistent die dominierenden Kationen bzw. Anionen waren.

Die Methan-Konzentration war an 32% der Stellen nahe dem Gletschertor unter der Detektionsgrenze. Wenn jedoch CH<sub>4</sub> gemessen werden konnte, war die Konzentration stark übersättigt im Vergleich zum atmosphärischen Gleichgewicht. Die mittlere gelöste CH<sub>4</sub> Konzentration aller Gletscherbäche war  $0.02 \pm 0.02$   $\mu\text{mol L}^{-1}$  und ist somit in derselben Größenordnung wie Konzentrationen aus anderen, nicht glazial beeinflussten Hochgebirgsbächen oder dem Schmelzwasser von kleineren Berggletschern. Die extrem hohen CH<sub>4</sub> Werte, die im Schmelzwasser arktischer Gletscher gemessen wurden, konnten wir für unsere alpinen Gletscherbäche nicht bestätigen. Die Gletschergröße kristallisierte sich bei unseren Modellen als eine der wichtigsten Einflussgrößen auf die CH<sub>4</sub>-Konzentration heraus. Dies erklärt wiederum die deutlich niedrigeren CH<sub>4</sub>-Konzentrationen im Schmelzwasser alpiner Gletscher im Vergleich zu Schmelzwasser aus den deutlich größeren arktischen Eismassen. Wir schätzten den CH<sub>4</sub>-Export aus den untersuchten Gletschern als Produkt der gelösten CH<sub>4</sub> Konzentration und dem Durchfluss und berechneten, dass aus den untersuchten Gletschern pro Tag ein Betrag von etwa 1.85 kg CH<sub>4</sub> exportiert wird. Aufgrund der hohen Turbulenz in den Gletscherbächen erwarten wir, dass der Großteil davon an die Atmosphäre ausgegast wird. Diese Schätzung liegt dennoch mehrere Größenordnungen unter den geschätzten Exporten aus einzelnen Gletschern aus Island (mit 41 Tonnen CH<sub>4</sub> pro Tag) oder dem saisonalen Export eines einzelnen Gletschers aus Grönland (1.78 Tonnen CH<sub>4</sub>). Unsere Schätzung ist jedoch mit Vorsicht zu genießen, da die gemessenen Konzentrationen durch Oxidation und diffusive Ausgasung flussauf bereits beeinflusst worden sein könnte und daher der Methanexport unterschätzt wäre. Wir möchten auch darauf hinweisen, dass für genauere Schätzungen eine vollständige Bewertung der dynamischen Prozesse der Gletscherschmelze und eine damit verbundene Dynamik in der gelösten Gaskonzentrationen berücksichtigt werden müsste. So ist bisher nicht untersucht, ob die Methankonzentration, ähnlich wie der Durchfluss, einer saisonalen oder tageszeitlichen Schwankung unterliegt. Besonders saisonale Unterschiede, wie sie bei einigen arktischen Gletschern beobachtet wurden, kann man durch längere Verweilzeiten des Schmelzwassers im Winter nicht ausschließen.

Verglichen mit CH<sub>4</sub> war CO<sub>2</sub> in den beprobten Bächen variabler, wobei einige Bäche als CO<sub>2</sub>-Senken und andere als CO<sub>2</sub>-Quellen für die Atmosphäre wirkten. An 17 % der Standorte war die CO<sub>2</sub>-Konzentration untersättigt. Die Ergebnisse des geschlossenen System-Ansatzes deuten jedoch darauf hin, dass die Verwitterungsreaktionen zum Zeitpunkt der Probenahme noch nicht abgeschlossen waren. Tatsächlich wiesen 63 % der Probenstellen nach der Inkubation eine niedrigere CO<sub>2</sub>-Konzentration auf, was darauf hinweist, dass der CO<sub>2</sub>-Verbrauch durch Verwitterungsreaktionen noch vorstättig. Verwitterungsreaktionen werden auch durch die Ergebnisse einer Random Forest Analyse indiziert, die einen starken Einfluss von Ionen auf die Flascheninkubation feststellt. Tatsächlich hatten 67 % aller Bäche flussab eine geringere CO<sub>2</sub>-Sättigung. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration war hauptsächlich durch CH<sub>4</sub>-, Ionen- und DOC-Konzentrationen beeinflusst. Unsere Modellierungsergebnisse deuten jedoch auch auf unterschiedliche Einflussfaktoren für Bäche, die ein Senke, verglichen mit Bächen, die eine CO<sub>2</sub>-Quelle sind. Zusätzlich deutet unser Modell auch auf Wechselwirkungen zwischen CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> im Schmelzwasser hin. Dies könnte auf eine CO<sub>2</sub>-Reduktion zu CH<sub>4</sub> und/oder CH<sub>4</sub>-Oxidation zurückzuführen sein.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Gletscherbäche in den Alpen größtenteils mit CH<sub>4</sub> übersättigt sind und somit eine Quelle dieses starken Treibhausgases für die Atmosphäre darstellen. Im Vergleich zu größeren arktischen Gletschern und deren beträchtlichen CH<sub>4</sub>-Emissionen sind die Emissionen alpiner Gletscherbäche jedoch gering und liegen im Bereich anderer alpiner Quellbäche ohne vergletschertem Einzugsgebiet. Auch bei kleineren Gebirgsgletschern scheint die Gletschergröße ein wichtiger Faktor für die CH<sub>4</sub>-Konzentration zu sein. Im Gegensatz zu CH<sub>4</sub> ist der Trend in der CO<sub>2</sub>-Dynamik nicht so konsistent. An einigen Bächen verbrauchen Verwitterungsreaktionen CO<sub>2</sub> und infolgedessen wird CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre aufgenommen. Andere geben jedoch CO<sub>2</sub> ab. Ob die CO<sub>2</sub>-Aufnahme die ausgestoßene CH<sub>4</sub>-Menge ausgleicht, ist fraglich, insbesondere da das Erwärmungspotenzial von CH<sub>4</sub> 28-mal höher ist als jenes von CO<sub>2</sub>. Daher können wir annehmen, dass das Abschmelzen der Gletscher in den Alpen und die damit verbundene Freisetzung von Treibhausgasen eine positive Rückkopplungsschleife erzeugt. Die Auswirkungen des Gletscherschwunds und der damit einhergehenden Reduktion der Eismasse und -fläche auf das Erwärmungspotenzial sind jedoch unklar.



**Abb. 5:** Konzeptuelle Grafik zu den Prozessen die die gelöste Konzentration der Treibhausgase CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> in den Gletscherbächen beeinflusst. Prozesse, die dazu führen, dass die gelöste Gaskonzentration steigt, sind in blau markiert und jene, die die Konzentration mindern, in Rot.

## **StartClim2023.F: Sozial UND ökologisch? Nachhaltigkeitsberichterstattung in NPOs: Herausforderungen, Hürden, Potenziale**

Im Bereich der Nachhaltigkeitsberichterstattung (NBE) gab es noch nie eine so umfassende Reform wie durch die EU-Taxonomie und die CSRD-Richtlinie (Corporate Sustainability Reporting Directive). Einerseits wurde ein neuer Berichterstattungsstandard geschaffen, die European Sustainability Reporting Standards (ESRS), nach denen in Zukunft NBE in der EU durchgeführt werden muss. Andererseits wurde durch eine Anpassung der Betroffenheitskriterien die Anzahl an zur Berichterstattung verpflichteten Unternehmen und Organisationen erheblich gesteigert.

Diese Kriterien treffen auch auf einige Nonprofit-Organisationen (NPOs) zu. Somit werden in Zukunft einige österreichische NPOs zur NBE verpflichtet sein. Selbst NPOs die dies nicht sind, könnten jedoch künftig indirekt davon betroffen sein, weil Fördergeber oder andere Stakeholder Druck dahingehend ausüben, oder weil sie sich missionsbedingt verpflichtet fühlen, besonders nachhaltig zu agieren und dies entsprechend nachzuweisen.

NPOs spielen in Österreich eine wichtige gesellschaftliche Rolle, etwa in den Bereichen Soziales, Gesundheit, Kultur, Umweltschutz und Sport. Sie leiden oft unter Ressourcenknappheit und dem Druck, Ressourcen möglichst effektiv für den eigentlichen Zweck der Organisationen und weniger für die Verwaltung einzusetzen. Beispielsweise wird beim Spendengütesiegel bewertet, wie hoch der Anteil der Verwaltungsausgaben ist. Bei Förderungen der öffentlichen Hand werden Overheadkosten oft nur zu einem geringen Anteil unterstützt. Dies schränkt die Ressourcen für Maßnahmen, wie sie die NBE darstellt, stark ein. Erschwerend hinzu kommen mitunter auch komplexe Governance-Strukturen, in denen NPOs organisiert sind.

Angesichts dieser Herausforderungen stellt sich die Frage, wie NBE von NPOs mit begrenzten Ressourcen und in kurzer Zeit umgesetzt werden können. Ziel der durchgeführten Studie war es, aktuelle Entwicklungen zur NBE bei NPOs aufzuzeigen. Anhand von qualitativen Interviews, Literaturrecherche und einer Aktionsforschungsveranstaltung wurde ermittelt, was NPOs zur NBE motiviert, welche Barrieren es dafür gibt und welche Maßnahmen bereits gesetzt werden. Weiters wurde nach Hilfestellungen gefragt, die NBE in NPOs unterstützen. Die gefundenen Treiber, Barrieren, Maßnahmen und Hilfestellungen sind in der untenstehenden Grafik systematisch dargestellt. Schließlich wurden Handlungsempfehlungen für NPOs und die öffentliche Hand abgeleitet.

Wichtige Treiber, die NPOs zur Nachhaltigkeitsberichterstattung motivieren, sind finanzielle Anreize. Berichterstattung wird zunehmend eine bedeutende Voraussetzung für Finanzierung und Fördergelder. Zudem kann NBE für manche NPOs eine mögliche zukünftige Einnahmenquelle darstellen, einerseits, indem sie ihre Expertise für Umwelt und Soziales in Form von Beratungsdienstleistungen anbieten, andererseits durch eine erhöhte Spendenbereitschaft von berichtspflichtigen Unternehmen an jene NPOs, die einen Nachweis für die Wirksamkeit ihrer Tätigkeiten liefern können. Besonders wichtig sind für NPOs moralische Beweggründe zur Berichterstattung. Den Bezug zur Mission setzten NPOs durchaus unterschiedlich. Manche sehen ihre Spezialisierung auf etwa soziale Themen als Fokus und als Argument, ökologische Themen auf Minimalanforderungen zu beschränken. Andere sehen eine enge Verknüpfung zwischen sozialen und ökologischen Themen und ihre Mission als Auftrag, eine Vorreiter:innenrolle einzunehmen. Zusätzlich spielen Glaubwürdigkeit und Legitimität eine große Rolle, es geht also auch um Außenwahrnehmung.

Einige NPOs setzen schon erste Schritte in Richtung NBE. So passiert bereits gezielter Wissensaufbau und die Etablierung von Austauschgruppen. Einige bilden schon Nachhaltigkeitsteams, benennen Verantwortliche innerhalb der Organisation, oder kreieren neue Positionen für Nachhaltigkeitsbeauftragte. Teilweise werden schon doppelte Wesentlichkeitsanalysen durchgeführt und auf anderen Formen der Berichterstattung aufgebaut.

Fehlende Ressourcen bilden die größte Barriere zur Berichterstattung. Insbesondere Personalknappheit und unklare Zuständigkeiten führen dazu, dass Nachhaltigkeitsberichterstattung untergeordnet wird. Eine weitere Barriere kann die dezentrale oder föderale Organisationsstruktur von NPOs darstellen, die die zentralisierte Sammlung und Auswertung von Daten und Koordination von Nachhaltigkeitsmaßnahmen erschwert. Die derzeitigen Regulatorien zur NBE werden von NPOs oftmals als undurchsichtig, unklar und ungewiss wahrgenommen. Die Berichterstattungsrichtlinien sind für For-Profit Unternehmen gestaltet, NPOs müssen die Richtlinien somit für ihren Kontext neu interpretieren.

Das Commitment der obersten Führungsebene, die Verbesserung von internen Kommunikationskanälen und die Benennung von Verantwortlichen helfen NPOs schon jetzt bei der Durchführung von NBE. Weiters holen sich manche NPOs bereits externe Expertise von Consultants und Wirtschaftsprüfer:innen. Auch unterstützende Software wird vereinzelt getestet.

Aus den Ergebnissen lassen sich Handlungsempfehlungen an NPOs ableiten. Dazu zählen zum Beispiel das Aufsetzen von Arbeitsgruppen und Festlegung von Zuständigkeiten sowie nachhaltiger Wissensaufbau im Team. Desweiteren ratsam ist die Durchführung einer doppelten Wesentlichkeitsanalyse und Aufsetzen von IT-Infrastruktur. Ebenfalls empfehlenswert sind eine Stärkung von Kooperationen und gemeinsame Lobbyarbeit mit anderen NPOs. In einem themenspezifischen Netzwerk können NPOs Best-Practice-Beispiele und Wissen austauschen und einen NBE-Leitfaden erarbeiten, der auf die Bedürfnisse und Gegebenheiten von NPOs angepasst ist.

Auf Policy-Ebene wären klare, NPO-spezifische Richtlinien, sowie Ausnahmen für NPOs – etwa verlängerte Abstände zwischen den Berichten oder weniger verpflichtende Indikatoren – hilfreiche Faktoren, um NBE in NPOs zu erleichtern. Weiters wurde der Wunsch nach einer öffentlichen Servicestelle geäußert, die bei der Berichterstattung behilflich ist. Darüber hinaus wünschen sich NPOs öffentliche Fördergelder, um Kosten für Consulting, Software, oder Wesentlichkeitsanalyse abzudecken. Das wäre auch für die öffentliche Hand von Vorteil: NPOs könnten somit bei NBE als Vorreiter:innen für For-Profit-Unternehmen agieren, und mehr Ressourcen für ihre eigentliche Missionserreichung verwenden.

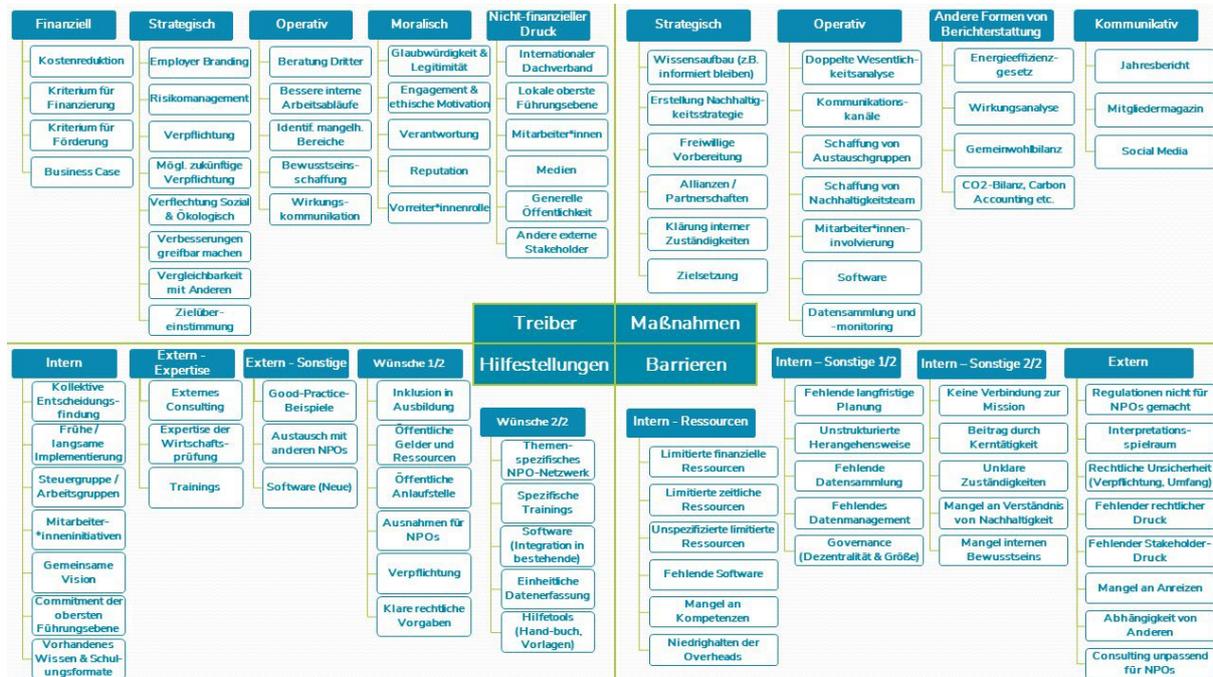


Abb. 6: Abbildung: Ergebnisse der Erhebungen

## StartClim2023.G: Indikator Finanzierte Flächeninanspruchnahme

Das StartClim 2023 Projekt „Indikator Finanzierte Flächeninanspruchnahme“ befasst sich mit der Problematik der Inanspruchnahme von Flächen, die hohen landwirtschaftlichen Wert, Kohlenstoffspeicherfähigkeiten oder Artenvielfalt aufweisen.

Die zunehmende Beanspruchung dieser Flächen führt zum Verlust ökologischer Funktionen und bedroht die biologische Vielfalt, erhöht das Hochwasserrisiko und verringert die landwirtschaftliche Produktivität. Laut dem österreichischen Regierungsprogramm 2020-2024 soll der jährliche Zuwachs der Flächeninanspruchnahme bis 2030 auf 25 ha pro Tag sinken, was eine Reduktion um ca. 80% bedeutet.

Derzeit sind diese aus ökologischer und landwirtschaftlicher Sicht besonders schützenswerten Flächen ökonomisch betrachtet besonders günstig. Flächen mit einer Widmung als Bauland oder Infrastruktur sind hingegen teuer. Dementsprechend hoch ist die Flächeninanspruchnahme durch Immobilien auf Flächen der ersten Kategorie. Bauvorhaben, die zu Flächeninanspruchnahme führen, sind überwiegend kreditfinanziert. Damit ergibt sich ein Ansatzpunkt für das Projekt „Indikator Finanzierte Flächeninanspruchnahme“ um dieses Problem zu entschärfen.

Als Basis für den Indikator wurde ein Maß gewählt, das leicht verfügbar ist, d.h. aus Projektunterlagen von Bauvorhaben leicht abgeleitet werden kann und parzellengenau ohne Zusatzmessungen verfügbar ist. Konkret angewandt wurden die Daten der österreichischen Finanzbodenschätzung, erweitert um die Kategorien der Raumordnung.

Die Ertragsmesszahl wird auf Basis der Bodenschätzungsergebnisse für jedes landwirtschaftlich genutzte Grundstück berechnet. Sie ist das Produkt aus der Fläche eines Grundstücks und der festgestellten Wertzahl. Die Bodenklimazahl wird ermittelt, indem die Ertragsmesszahl durch die Fläche dividiert wird. Dies ermöglicht einen Vergleich zwischen zwei Flächen hinsichtlich ihrer Bonität. Die Abgrenzung wertvoller landwirtschaftlicher Produktionsflächen erfolgt anhand der regionalen Bodenklimazahl, die das gewogene Mittel der Ertragsmesszahlen eines Kleinproduktionsgebietes darstellt.

Die Datensätze für den Indikator wurden auf Basis der Grundstücksnummern erstellt und ermöglichten eine einfache Nutzung zur Bewertung der Flächeninanspruchnahme.

Um den entwickelten Indikator einer Machbarkeitsprüfung zu unterziehen, wurden vier immobilienfinanzierenden Pilotbanken eingeladen. Auf eine namentliche Nennung der Institute wird an dieser Stelle bewusst verzichtet.<sup>2</sup> Insgesamt wurde die Initiative als positiv seitens der Banken aufgenommen, wenngleich auch noch technische Herausforderungen identifiziert wurden.

In das Projekt wurde ein Teil des Seminars "280.863 Bodenpolitik" an der TU Wien, Institut für Raumplanung integriert. Im Rahmen der Lehrveranstaltung wurde die Problemstellung erarbeitet und der Indikator im Rahmen von Projektarbeiten getestet. In allen Beispielen konnte der Indikator erfolgreich angewandt werden.

---

<sup>2</sup> Dies sollte den Banken eine unvoreingenommene und risikofreie Teilnahme am Projekt ermöglichen. Der Kontakt zu den beteiligten Instituten kann ggf. in gegenseitigem Einvernehmen über die Autorinnen hergestellt werden.

## VERGLEICH – WOHNBAUPROJEKTE



Abbildung 13: Szenario 1A

### Wohnpark (hohe Dichte):

168 Wohneinheiten  
10.960m<sup>2</sup> Fläche  
EMZ\_plus von 16.440



Abbildung 14: Szenario 1B

### Wohnpark (hohe Dichte):

168 Wohneinheiten  
11.663m<sup>2</sup> Fläche  
EMZ\_plus von 58.315



Abbildung 15: Szenario 2

### Wohnpark (mittlere Dichte):

~150 Wohneinheiten  
20.773m<sup>2</sup> Fläche  
EMZ\_plus von 27.577,54



Abbildung 16: Szenario 3

### Einfamilienhaus (sehr niedrige Dichte):

168 Wohneinheiten  
142.569m<sup>2</sup> Fläche  
EMZ\_plus von 43.433

**Abb. 7:** Projektarbeit aus der LV - Göll, Hochreither, Klinger, Sattlberger, Weingut, Zwettler (2024)

Es wurden aber auch im Rahmen der Lehrveranstaltung Schwächen identifiziert, wie z.B. die vorerst noch unzureichende Berücksichtigung des Versiegelungsgrades und der Erschließungsflächen.

Der finale Workshop fand im April 2024 statt und beinhaltete Präsentationen zu aktuellen Entwicklungen in der Finanzbodenschätzung und der Ermittlung der Flächeninanspruchnahme. Diese Entwicklungen sind für das Projekt StartClim bedeutsam. Es wurde betont, dass wertvolle landwirtschaftliche Produktionsflächen nicht verbaut werden sollen, um die landwirtschaftliche Produktivität zu sichern. In Tirol wurden bereits solche Flächen ausgewiesen und durch den Landtag geschützt.

Im Rahmen des Projekts „Indikator Finanzierte Flächeninanspruchnahme“ konnte ein Indikator zur Bewertung der Schutzwürdigkeit von Grundstücken entwickelt werden, der auf Projektebene bereits anwendbar ist. Dennoch bestehen noch Herausforderungen bei der Bewertung von ganzen Bankportfolios und der Berücksichtigung bestimmter Faktoren wie Versiegelungsgrad und Erschließungsflächen. Langfristig könnten solche Indikatoren dazu beitragen, die Flächeninanspruchnahme zu reduzieren und ökologisch wertvolle Flächen zu schützen.

## StartClim2023.H: Perspektiven für den Streuobstanbau im Klimawandel

Streuobstbestände sind vom Menschen geschaffene multifunktionelle Nutzökosysteme, die ökologische, ökonomische, landschaftskulturelle und soziale Funktionen erfüllen. Die Erhaltung der Bestände und ihrer Funktionalität kann nur durch eine zwischen ökonomischen und ökologischen Interessen ausgewogene Bewirtschaftung gewährleistet werden. Der Streuobstbau in Österreich ist stark rückläufig, von ca. 35 Mio. Bäumen 1930 auf ca. 4,2 Mio. im Jahr 2020. Mit dem Klimawandel ändern sich die Bedingungen für landwirtschaftliche Kulturen, was Anpassungen erfordert.

### Klimaszenarien für Modellregionen

Für drei österreichische Modellregionen wurden Auswertungen obstbaurelevanter Klimadaten differenziert nach Höhenstufen durchgeführt und mögliche Auswirkungen auf den Streuobstbau analysiert. Die Region Amstetten Süd ist Teil des Mostviertels, das Pöllauer Tal ist ein Naturpark, der an das oststeirische Tafelobstbaugesbiet angrenzt. In beiden Regionen spielt Streuobst historisch und aktuell eine große Rolle. Der Lungau ist ein inneralpines Hochtal in dem aktuell der Streuobstbau klimatisch bedingt eine geringe Bedeutung hat. In die Untersuchung wurden Klimadaten der Perioden 1961-1990 und 1991-2020 sowie Klimaszenarien für eine durchschnittliche globale Erwärmung von +2 °C und +3 °C (global warming level (gwl) +2 °C bzw. +3 °C) einbezogen. In der bisherigen Diskussion über die Auswirkungen des Klimawandels auf den Streuobstbau dominieren pauschale qualitative Einschätzungen. Die Studie soll zur Versachlichung dieses Diskurses beitragen.

### Klimaentwicklung und die Folgen

Die Auswertungen für die repräsentativen Modellregionen zeigen die Bandbreite der unterschiedlichen Herausforderungen und Chancen für den Streuobstanbau in Österreich durch den Klimawandel.

Der Vergleich der Perioden 1961-90 und 1991-20 zeigt bereits deutliche klimatische Veränderungen in den Regionen. Mit fortschreitendem Klimawandel, der mit den Szenarien gwl +2 °C und gwl +3 °C abgebildet wird, werden sich diese Entwicklungen fortsetzen.

Charakteristisch für alle Höhenlagen sind deutlich wärmere Sommer und Winter, längere Vegetationsperioden und ein früherer Vegetationsbeginn. Diese Entwicklung wird sich in Zukunft weiter fortsetzen.

Es zeigt sich, dass der Streuobstbau in Lagen, die bisher besonders günstige klimatische Bedingungen für den Obstbau aufwiesen, durch den Klimawandel zunehmend unter Druck gerät und sich diese Entwicklung beim Szenario gwl +2 °C noch verschärfen wird. Klimatische Verhältnisse, wie sie sich beim Szenario gwl +3 °C abzeichnen, stellen in diesen Lagen die Fortführung des Streuobstbaus in der traditionellen Form in Frage, massive Änderungen der Kulturform könnten hier notwendig werden.

Lagen bzw. Regionen, die bisher nur bedingt für den Streuobstanbau geeignet waren, dürften hingegen vom Klimawandel profitieren, sofern die Erwärmung auf unter +2 °C begrenzt bleibt. Bei einer globalen Erwärmung von +3 °C dürften sich die günstigen Entwicklungen in diesen Regionen zum Teil verstärken, gleichzeitig ist aber auch mit einer weiteren Zunahme von Extremereignissen (Hitze, Dürre, Starkregen, Gewitter, Hagel) und Folgeerscheinungen, (z.B. Muren, Hangrutschungen) zu rechnen. Die damit verbundenen Risiken und Unsicherheiten für die Obstproduktion sind erheblich und relativieren die klimawandelbedingten Chancen deutlich.

Strenge Winterfröste werden für die traditionellen Obstarten des Streuobstbaus in Zukunft kein limitierender Faktor mehr sein. Die Anzahl der monatlichen Tage mit Spätfrösten im Frühling wird zwar abnehmen, aber durch den gleichzeitigen früheren Vegetationsbeginn bleibt die Gefahr der dadurch verursachten Schäden bestehen oder kann sogar zunehmen.

Die mangelnde Wasserverfügbarkeit im Sommer wird insbesondere in den tieferen Lagen ein zunehmendes Problem darstellen. Diese Entwicklung kann durch die Bodenverhältnisse (seichtgründig, durchlässig) zusätzlich verschärft werden. Es ist zu erwarten, dass sommerlicher Hitze- und Trockenstress in allen Höhenlagen zunehmen wird. Die tieferen Lagen werden davon besonders betroffen sein.

Das für den Obstbau günstige Klima verschiebt sich also zunehmend in deutlich höhere Lagen, weshalb eine künftige streuobstbauliche Fokussierung auf höhere Lagen aus regionaler Sicht eine mögliche Strategie darstellt. Die Beachtung der kleinräumigen Standortvoraussetzungen für den Obstanbau wird noch wichtiger als in der Vergangenheit.

### Maßgeschneiderte Anpassungsmaßnahmen

Den Herausforderungen des Klimawandels kann nur mit regional, lokal und individuell angepassten Konzepten für den Streuobstanbau begegnet werden. Regionalität bedeutet, dass sich die Konzepte auf die regional zu erwartenden Klimaänderungen beziehen, die aus Klimamodellen und -szenarien abgeleitet werden. Auf lokaler Ebene müssen Konzepte entwickelt werden, die auf die kleinräumigen Standortbedingungen zugeschnitten sind. Dabei sind die Bodenverhältnisse und das Mikroklima zu berücksichtigen. Individuelle Konzepte müssen auf die betrieblichen bzw. persönlichen Verhältnisse und Ziele der Streuobstbauer:innen zugeschnitten sein.

### **Auswahl und Pflanzung von Obstbäumen**

Eine vielfältige Bepflanzung mit unterschiedlichen Obstarten und -sorten fördert das ökologische Gleichgewicht und unterstützt die Ökosystemleistungen der Streuobstwiesen. Dies trägt nicht nur zur Resilienz bei, sondern erhöht durch die Diversifizierung der Einkommensquellen auch die wirtschaftliche Stabilität. Betriebswirtschaftliche Aspekte sind für eine nachhaltige Bewirtschaftung von großer Bedeutung und müssen gleichermaßen berücksichtigt werden. Die Neupflanzung von Obstbäumen in Zeiten des Klimawandels erfordert besondere Überlegungen, um deren Gesundheit und Produktivität langfristig zu sichern. Nur vitale Bäume mit regelmäßigen Erträgen erhalten die nötige „Wertschätzung“ und Pflege, um Früchte und Ökosystemleistungen zu erbringen. Der Schnittpflege kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Obstbaumpflanzaktionen sind ein wichtiger Hebel, um klimaangepasste und langlebige Obstbäume in die Landschaft und Gärten zu bringen. Erfolgsfaktoren sind ein die Aktion steuerndes Management, qualitativ hochwertiges Pflanzgut und eine obstbaufachliche Begleitung.

### **Aktives Handeln und nachjustieren von Anbaustrategien**

Die Implementierung der empfohlenen Anpassungsstrategien erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Forscher:innen, Obstbauer:innen und -bauern sowie politischen Entscheidungsträger:innen.

Das vorhandene Potenzial an Obstarten, -unterlagen und -sorten muss auf breiter Basis gesichtet, genutzt und durch Züchtung und Selektion an die Bedürfnisse des Streuobstanbaus angepasst werden. Diese langfristige Aufgabe bedarf einer interdisziplinären Zusammenarbeit und Finanzierung. Der Bericht macht deutlich, dass proaktives Handeln und eine kontinuierliche Entwicklung und Überprüfung von Anbaustrategien notwendig sind, damit der Streuobstbau auch in Zukunft ein wichtiger Bestandteil der regionalen Landwirtschaft und Träger der ökologischen Vielfalt bleiben kann.

### **Zukunftsperspektiven für den Streuobstbau mit Klimaschutz**

Szenarien mit einer Erwärmung von mehr als +2 °C sind in jedem Fall mit größeren Unsicherheiten behaftet, da dann die Wahrscheinlichkeit hoch ist, dass Kipppunkte zu völlig anderen bzw. noch extremeren Entwicklungen führen und gezielte Anpassungen kaum möglich sind. Daher muss auch aus Sicht des Streuobstbaus der Fokus auf einem aktiven Klimaschutz liegen, mit dem Ziel, die globale Erwärmung auf unter +2 °C zu begrenzen. Wenn dieses Ziel erreicht werden kann, gibt es auch eine Zukunftsperspektive für den Streuobstbau in Österreich. Die regionale Produktion mit Ressourcen schonenden Bewirtschaftungsmethoden, wie dies der Streuobstanbau ist, ist ein Beitrag zum Klimaschutz.



**Abb. 8:** Streuobstbestand im Naturpark Eisenwurz (Steiermark).

## Verweise

Die vollständigen Endberichte von StartClim2023 stehen auf der StartClim Website zur Verfügung

<https://startclim.at/projektliste>

Bei Fragen zum Forschungsprogramm StartClim besuchen Sie die Website

<https://www.startclim.at>

oder kontaktieren Sie uns

### Redaktion

Nikolaus Becsi

Institut für Meteorologie und Klimatologie, Universität für Bodenkultur

Email: [startclim@boku.ac.at](mailto:startclim@boku.ac.at)

Telefon: +43 1 47654-81418

Mimi Amaichigh

Institut für Meteorologie und Klimatologie, Universität für Bodenkultur

Email: [startclim@boku.ac.at](mailto:startclim@boku.ac.at)

Telefon: +43 1 47654-81437

Herbert Formayer

Institut für Meteorologie und Klimatologie, Universität für Bodenkultur

Email: [herbert.formayer@boku.ac.at](mailto:herbert.formayer@boku.ac.at)

Telefon: +43 1 47654-81415