

Publizierbarer Endbericht

Gilt für Studien aus der Programmlinie Forschung

A) Projektdaten

Allgemeines zum Projekt	
Kurztitel:	CHESS
Langtitel:	Managing climate CHange impacts on land use and EcoSystem Services
Zitiervorschlag:	Managing climate change impacts on land use and ecosystem services
Programm inkl. Jahr:	ACRP 11th Call for Proposals
Dauer:	01.09.2019 bis 30.04.2023
KoordinatorIn/ ProjekteinreicherIn:	Umweltbundesamt GmbH
Kontaktperson Name:	Dipl. Geogr. Peter Tramberend
Kontaktperson Adresse:	Spittelauer Lände 5 1090 Wien
Kontaktperson Telefon:	+43-(0)664 8568 168
Kontaktperson E-Mail:	peter.tramberend@umweltbundesamt.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	Umweltbundesamt GmbH (Lead) University of Applied Life Sciences Vienna (BOKU)
Schlagwörter:	Klimawandel, Landnutzung, Ökosystemleistungen, Landwirtschaft
Projektgesamtkosten:	249,999 €
Fördersumme:	249,999 €
Klimafonds-Nr:	KR18AC0K14615
Erstellt am:	08.08.2024

B) Projektübersicht

1 Kurzfassung

Die Anpassung an den Klimawandel erfordert ein Überdenken der Paradigmen und Strategien des Landnutzungsmanagements und Vorschläge zur Änderung bestehender Praktiken, um deren Funktionalität unter zukünftigen Umweltbedingungen zu gewährleisten.

Das Projekt CHESSE kombinierte ein agentenbasiertes Modell (ABM) für feinskalige klimabedingte Landnutzungsänderungen mit quantitativen indikatorbasierten Bewertungen und kartografischen Darstellungen wichtiger Ökosystemleistungen in Österreich. Für zwei Fallstudienregionen in Zentral- (2239 km²) und Ostösterreich (2879 km²) wurde das agentenbasierte Modell SECLAND adaptiert und mit drei zugrundeliegenden sozioökonomischen Szenarien für die Jahre 2017 bis 2050 implementiert. Die Modelle lieferten Prognosen für die Landnutzung in sehr hoher räumlicher Auflösung (Flurstücke). Im Rahmen der Modellentwicklung wurden Interviews und ein Workshop durchgeführt, um Expertenwissen direkt in den weiteren Prozess zu integrieren. Es wurden relevante Landnutzungskategorien für die Bereitstellung von Ökosystemleistungen identifiziert. Zur Vorbereitung der Szenarienerstellung in AP2 wurde eine Kombination aus Klima- und sozioökonomischen Szenarien entwickelt und Verknüpfungen zwischen den Szenarien und politischen Instrumenten definiert.

Die Veränderungen in der Landnutzung wurden in Veränderungen bei neun Ökosystemleistungen umgerechnet (landwirtschaftliche Flächen mit hohem Naturwert, Lebensräume und Arten, Fragmentierung von Lebensraumtypen, Bodenerhaltung, Insektenbestäubung, Kohlenstoffbindung im Boden, Bodenfruchtbarkeit, landwirtschaftliche Produktion und Trinkwasser). Politische Instrumente zur Landnutzung und gezielte Empfehlungen zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Systems und zur Behebung des Verlusts von Ökosystemleistungen wurden durch politische Analysen und Workshops mit Expertinnen und Experten sowie Interessensvertreterinnen und -vertretern ermittelt.

Ergebnisse des Projekts

Das Projekt hat eine Reihe von Erkenntnissen erbracht, die Aufschluss über den Wandel der Landschaft und der landwirtschaftlichen Dynamik in den untersuchten Regionen geben. Insbesondere ist in beiden Untersuchungsregionen ein erheblicher Verlust an landwirtschaftlichen Flächen und Betrieben zu verzeichnen, wobei dieser Trend in der östlichen Region stärker ausgeprägt ist. Dieser Verlust geht einher mit einer bemerkenswerten Zunahme sowohl der neu bewaldeten Flächen als auch der aufgegebenen Flächen. Auch die Nutzung von extensiv bewirtschaftetem Grünland hat zugenommen, wenn auch in begrenztem Umfang.

Hinsichtlich des Einkommens und des Arbeitsaufwandes in den Betrieben zeigt sich, dass die Landwirte in der Untersuchungsregion West auch bei reduzierten Subventionen eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, ein ausreichendes Einkommen zu erzielen, indem sie dies durch höhere Erträge und einen höheren

individuellen Arbeitsaufwand kompensieren. Umgekehrt haben die Landwirte in der Untersuchungsregion Ost größere Schwierigkeiten, ihr Einkommen zu stabilisieren und den Arbeitsaufwand zu bewältigen, insbesondere im Szenario SSP5.

Eine wichtige Beobachtung ist die prognostizierte relative Zunahme des ökologischen Landbaus. In absoluten Zahlen wird jedoch ein Rückgang des ökologischen Landbaus erwartet. Die Studie zeigt auch einen Rückgang der landwirtschaftlichen Flächen mit hohem Naturwert (HNV), was potenzielle ökologische Auswirkungen hat.

Die Auswirkungen auf die Ökosystemleistungen sind erheblich. Der Rückgang der Anbauflächen wird sich voraussichtlich negativ auf die Produktion von pflanzlichen Rohstoffen auswirken, die für Nahrungs- und Futtermittel wichtig sind. Ein weiterer Trend zeigt sich bei den Erträgen von Pflanzen, die von der Bestäubung durch Insekten abhängig sind. Diese Erträge stagnieren entweder (westliche Studienregion) oder gehen zurück (östliche Studienregion), was auf ökologische Störungen der Bestäubungsdynamik hindeuten könnte. Die prognostizierten Trends sind auch für die Grundwasserqualität besorgniserregend. Geringere Niederschläge und die daraus resultierende geringere Nitratverdünnung im Sickerwasser sowie geringere landwirtschaftliche Erträge stellen ein erhebliches Risiko der Überschreitung von Nitratgrenzwerten im Grundwasser dar. Dieses Risiko ist in der östlichen Region besonders ausgeprägt. Eine positive Folge der veränderten Flächennutzungsmuster ist die erwartete Zunahme der Maschenweite (*effective mesh size*) und der Vernetzung, die mit der Aufgabe von Flächen in Verbindung mit neuen bewaldeten Gebieten zusammenhängt. Darüber hinaus sind die positiven Auswirkungen dieser Veränderungen auf den Bodenschutz, die Kohlenstoffbindung und die Bodenfruchtbarkeit bemerkenswert.

Schlussfolgerungen, Zusammenfassung und Ausblick

Das CHES-Projekt hat relevante Vorhersagen für Landnutzungsänderungen und Veränderungen im Angebot von Ökosystemleistungen geliefert. Die meisten politischen Strategien auf EU-Ebene und auf nationaler Ebene stimmen in Bezug auf die Herausforderungen, die sie zu bewältigen versuchen, mit den Projektergebnissen überein (siehe Kapitel „Projekthalt und Ergebnisse“). Ihre gründliche Umsetzung ist jedoch entscheidend für die Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen sowie für die ökologische und sozioökonomische Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel in den nächsten Jahrzehnten. Um ganzheitliche Lösungen zu entwickeln, die über einzelne Herausforderungen hinausgehen, ist eine sektorübergreifende Zusammenarbeit zwischen Akteuren aus den Bereichen Landwirtschaft, Erhaltung der biologischen Vielfalt und Klimawissenschaft erforderlich. Um das Verständnis zu verbessern und wirksame Lösungen zu entwickeln, sollte sich die künftige Forschung auf integriertes Landnutzungsmanagement, bestäuberabhängige Landwirtschaft, klimaresistente Landwirtschaft, Management erneuerbarer Ressourcen und sektorübergreifende Zusammenarbeit konzentrieren. Darüber hinaus sollte die Forschung alternative Rohstoff - Quellen und die Grundsätze der Kreislaufwirtschaft bearbeiten, um dem Rückgang der pflanzlichen Rohstoffproduktion aufgrund der sich verändernden Landschaften zu begegnen.

2 Executive Summary

Adaptation to climate change requires rethinking of land use management paradigms and strategies and proposing changes to existing practices to guarantee their functionality under future environmental conditions.

The project CHES combined an agent-based model (ABM) for fine-scale climate-induced land use change with quantitative indicator-based assessments and cartographic representations of key ecosystem services in Austria. For two case study regions in central (2239 km²) and eastern (2879 km²) Austria, the agent-based model SECLAND was adapted and implemented applying three underlying socio-economic scenarios for the years 2017 to 2050. The models provided predictions for land use at very high spatial resolution (land parcels). As part of the model development, interviews and a workshop were conducted to integrate expert knowledge directly into the rest of the process. Relevant land use categories for ecosystem service provision were identified. In preparation for scenario building in WP2, a combination of climate and socio-economic scenarios was developed and linkages from scenarios to policy instruments were defined.

The changes in land use were converted into changes in nine ecosystem services (high nature value agricultural land, habitats and species, habitat type fragmentation, soil conservation, insect pollination, soil C sequestration, soil fertility, agricultural production, and drinking water). Land use policy tools and targeted recommendations to increase system resilience and address ecosystem service loss were identified by policy analyses and expert and stakeholder workshops.

Project results

The project has produced a number of findings that shed light on the changing landscape and agricultural dynamics in the regions studied. In particular, there is a significant loss of agricultural land and farms in both study regions, although this trend is more pronounced in the eastern region. This loss has been accompanied by a notable increase in both newly forested areas and abandoned land. There has also been an increase, albeit limited, in the use of extensively managed grassland.

With regard to income and labour input on the farms, it can be seen that farmers in the study region West have a higher probability of achieving a sufficient income, even with reduced subsidies, by compensating for this with higher yields and a higher individual labour input. Conversely, farmers in the study region East have greater difficulties in stabilising their income and coping with the workload, especially in scenario SSP5.

A relevant observation is the projected relative increase in organic farming practices. However, in absolute terms, organic farming is expected to decline. The study also shows a decline in the area of High Nature Value (HNV) farmland, which has potential ecological implications.

The impacts on ecosystem services are significant. The decline in arable land is expected to have a negative impact on the production of plant-based raw materials essential for food and fodder. Another trend is seen in the yields of crops that depend on insect pollination. These yields are either stagnating (Western study

region) or declining (Eastern study region), which may indicate ecological disturbances in pollination dynamics. The projected trends are also worrying for groundwater quality. Lower precipitation and the resulting lower nitrate dilution in leachate as well as reduced agricultural yields pose a significant risk of exceeding nitrate limits in groundwater. This risk is particularly pronounced in the Eastern Region. A positive consequence of changing land use patterns is the expected increase in effective mesh size and connectivity, related to land abandonment coupled with new forested areas. Furthermore, positive effects of these changes on soil protection, carbon sequestration and soil fertility are noteworthy.

Conclusions, summary and outlook

The CHES project yielded relevant predictions for land use change and changes in the supply of ecosystem services. Most political strategies at EU level and national level are in line with the project results in terms of the challenges they are trying to overcome (see chapter on project results), however their thorough implementation will be crucial for a maintenance of biodiversity and ecosystem services, and an ecological and socioeconomic resilience during the next decades of climate change. Cross-sectoral collaboration between stakeholders from agriculture, biodiversity conservation and climate science is required to develop holistic solutions that go beyond individual challenges. To improve understanding and develop effective solutions, future research should focus on integrated land-use management, pollinator-dependent agriculture, climate-resilient agriculture, renewable resource management and cross-sectoral collaboration. In addition, research should explore alternative sources and circular economy principles to address the decline in plant raw material production due to changing landscapes.

3 Hintergrund und Zielsetzung

Ökosystemleistungen (ÖSL) sind für das menschliche Wohlergehen von entscheidender Bedeutung und bieten eine Reihe von Lebensgrundlagen wie fruchtbare Böden, sauberes Trinkwasser und Kohlenstoffbindung. Die weltweit steigende Nachfrage nach Ressourcen, die durch das Bevölkerungswachstum und die wirtschaftliche Expansion angetrieben wird, hat jedoch zu einer Verschlechterung des Zustandes natürlicher Landschaften, deren Fragmentierung, dem Verlust der biologischen Vielfalt und einem Rückgang der Ökosystemleistungen geführt. Diese Bedrohungen sind miteinander verknüpft, wobei der Klimawandel und Landnutzungsänderungen zwei wichtige Triebkräfte sind, die zusammenwirken und erhebliche Auswirkungen auf Ökosysteme und deren Leistungen haben.

Insbesondere der Klimawandel wird dazu führen, dass Landwirte ihre gegenwärtigen Landnutzungsentscheidungen überdenken, einschließlich der Auswahl von Feldfrüchten, der Tierhaltung und der möglichen Nutzungsaufgabe oder Umstellung von Grünland- auf Forstwirtschaft. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Ökosysteme werden in Regionen mit intensiver Landnutzung, wie den Kulturlandschaften Mitteleuropas, stärker ausgeprägt sein. Allerdings ist das Wissen über das Ausmaß, die Richtung und die Pfade dieser systemischen Rückkopplungen und ihrer Auswirkungen auf Ökosystemleistungen auf wenige Regionen begrenzt.

Der Klimawandel erfordert ein Überdenken von Paradigmen und Strategien des Landnutzungsmanagements, um sich an zukünftige Umweltbedingungen anzupassen. Im Rahmen von CHES haben wir ein agentenbasiertes Modell des klimabedingten Landnutzungswandels mit quantitativen indikatorbasierten Bewertungen wichtiger Ökosystemleistungen in Österreich integriert. Ziel war es, Veränderungen in der lokalen Bereitstellung von Ökosystemleistungen unter drei sozioökonomischen Szenarien bis zum Jahr 2050 vorherzusagen. Basierend auf den Ergebnissen (z.B. Angebot an Ökosystemleistungen in jedem Szenario) konnten wir landnutzungspolitische Instrumente und gezielte Empfehlungen zur Verbesserung der Resilienz von Ökosystemen und zum Umgang mit Verlusten und Veränderungen im Angebot an Ökosystemleistungen ableiten.

4 Projektinhalt und Ergebnisse

Das CHES-Projekt kombinierte ein feinskaliges agentenbasiertes Modell (ABM) für klimabedingte Landnutzungsänderungen mit quantitativen indikatorbasierten Bewertungen mit den wichtigsten landwirtschaftsbezogenen Ökosystemleistungen in Österreich. Das von der BOKU entwickelte agentenbasierte Modell SECLAND wurde modifiziert und auf zwei Fallstudienregionen in Zentral- (2239 km²) und Ostösterreich (2879 km²) unter drei zugrundeliegenden sozioökonomischen Szenarien für die Jahre 2017 bis 2050 angewendet. Die Modelle generierten Landnutzungsprojektionen mit einer sehr hohen räumlichen Auflösung. Im Rahmen der Modellentwicklung wurden Interviews und ein Workshop durchgeführt, um Experteninformationen unmittelbar in den weiteren Prozess einfließen zu lassen. Es wurden Landnutzungskategorien identifiziert, die für die Bereitstellung von Ökosystemleistungen relevant sind.

Vor der Szenarienentwicklung in AP2 wurde eine Kombination aus Klima- und sozioökonomischen Szenarien erstellt, und Verknüpfungen zwischen Szenarien und politischen Instrumenten definiert.

Neun Ökosystemleistungen - landwirtschaftliche Nutzflächen mit hohem Naturwert, Lebensräume und Arten, Fragmentierung von Lebensraumtypen, Bodenerhaltung, Bestäubung durch Insekten, Kohlenstoffbindung im Boden, Bodenfruchtbarkeit, landwirtschaftliche Produktivität und Trinkwasser - wurden als Folge von Landnutzungsänderungen untersucht. Es wurden politische Studien, Experten- und Stakeholder-Workshops und gezielte Vorschläge zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Systems und zur Abschwächung des Verlusts von Ökosystemleistungen ermittelt.

Studienregion

Für das Projekt wurden zwei Untersuchungsregionen ausgewählt (Abbildung 1), die ein Höhengradienten vom montanen Bergland zum Tiefland mit hohem Anteil an landwirtschaftlicher Nutzung aufweisen, aber zwei unterschiedliche Klimaregime repräsentieren. Die Untersuchungsregion West (2239 km²) in Zentralösterreich, die zur kontinentalen Klimazone gehört, besteht aus den österreichischen Bezirken Steyr und Kirchdorf/Krems (Oberösterreich). Die Untersuchungsregion Ost (2879 km²), mit deutlichem pannonischem und illyrischem Klimaeinfluss, umfasst die Bezirke Oberpullendorf (Burgenland), Neunkirchen und Wiener Neustadt (Niederösterreich).

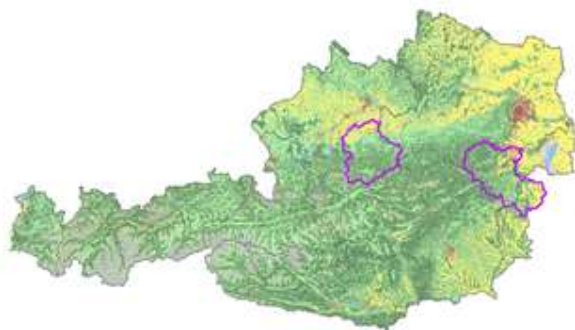


Abbildung 1: Überblick über die Lage der Studienregion Ost (Neunkirchen, Wiener Neustadt Land, beide Niederösterreich und Oberpullendorf, Burgenland) und der Studienregion West (Steyr-Kirchdorf, Oberösterreich) in Österreich.

Agentenbasiertes Modell

Das Landnutzungsmodell SECLAND wurde entwickelt, um räumlich explizite Landnutzungsszenarien auf der Landschaftsebene zu modellieren (Dullinger et al. 2020). Das agentenbasierte Modell (ABM) ermöglicht die Integration einer breiten Palette von Datenquellen in ein Landnutzungsmodell. Das ABM basiert auf quantitativen Erhebungsdaten (räumlich explizite Parzellen- und Volkszählungsdaten). Diese wurden durch qualitative Daten (halbstrukturierte Interviews mit Landwirten, Regionalplanern und Entscheidungsträgern) ergänzt, um die Entscheidungsfindung des Agenten zu kalibrieren und zu verfeinern. Für eine vollständige Beschreibung des SECLAND-Modells siehe Dullinger et al. (2020) und Egger et al. (2022), die hier verwendete und aktualisierte Version des ABM (Egger et al., 2023) wird gemäß dem ODD-Protokoll (Müller et al., 2013) beschrieben.

Ergebnisse AP1 - Modellierung von Landnutzungsänderungen & AP2 - Szenarien

Für alle drei Szenarien konnten starke agrarstrukturelle Veränderungen in beiden Untersuchungsregionen vorhergesagt werden. Für die Untersuchungsregion West zeigt das BAU-Szenario einen Rückgang der aktiven landwirtschaftlichen Betriebe bis 2052 zwischen -24% (SSP1) und -27% (SSP5). Für die Untersuchungsregion Ost werden noch stärkere Rückgänge prognostiziert, die im BAU-Szenario zwischen -30% (SSP1) und -37% (SSP5) liegen. Interessant ist, dass das SSP5-Szenario für die Untersuchungsregion West die größte Varianz bei den aktiven Betrieben aufweist, während das SSP1-Szenario für die Untersuchungsregion Ost die größte Varianz aufweist. Für beide Untersuchungsregionen wurden Umstellungen von konventioneller auf ökologische Produktion vorhergesagt, wobei diese Umstellungen in der Untersuchungsregion West häufiger auftraten.

Die Landnutzungsänderungen waren in allen drei Szenarien für die Untersuchungsregion West sehr ähnlich, mit einem Rückgang der Acker- und Grünlandflächen zwischen -15% und -19%. Die Studienregion Ost zeigte eine stärkere Entwicklung, der Rückgang der Ackerfläche lag in allen Szenarien zwischen -22 % und -28 %, der Rückgang der Grünlandfläche zwischen -32 % und -35 %. In beiden Untersuchungsregionen wird eine Zunahme des Waldanteils prognostiziert, in der Untersuchungsregion Ost wird der Wald im Jahr 2052 in allen Szenarien eine größere Fläche einnehmen als das Grünland. Interessant ist, dass die Brachflächen in allen Szenarien und in beiden Untersuchungsregionen kontinuierlich zunehmen, obwohl Brachflächen nach dem SECLAND ABM-Modell nach 5 Jahren als Vorläufer von Wald gelten und daher in den Zahlen nicht enthalten sind.

Tabelle 2: Szenarienvergleich für die wichtigsten Ergebnisse in Bezug auf landwirtschaftliche Betriebe und Landnutzungsmuster für die Untersuchungsregionen Ost und West

WEST		2015	BAU 2052	Diff	SSP1 2052	Diff	SSP5 2052	Diff
Farms	active	3.058	2.293	-25%	2.324	-24%	2.232	-27%
	% organic	16%	42%	26%	42%	27%	37%	21%
	% extensive	20%	30%	10%	30%	10%	28%	9%
	% Intermediate	72%	59%	-13%	59%	-13%	60%	-12%
	% Intensive	8%	11%	3%	11%	3%	12%	4%
Area [ha]	cropland	31.206	26.127	-16%	26.428	-15%	26.035	-17%
	grassland	41.217	34.352	-17%	35.071	-15%	33.515	-19%
	forest		11.944		10.923		12.873	
	% forest	0%	16%	16%	15%	15%	18%	18%

EAST		2015	BAU 2052	Diff	SSP1 2052	Diff	SSP5 2052	Diff
Farms	active	2.990	2.059	-31%	2.086	-30%	1.874	-37%
	% organic	20%	34%	14%	34%	14%	29%	9%
	% extensive	25%	34%	9%	34%	8%	31%	6%
	% Intermediate	68%	56%	-12%	57%	-11%	57%	-11%
	% Intensive	6%	10%	3%	9%	3%	11%	5%
Area [ha]	cropland	63.847	49.690	-22%	51.041	-20%	46.054	-28%
	grassland	23.699	16.202	-32%	16.026	-32%	15.514	-35%
	forest		21.653		20.478		25.978	
	% forest	0%	25%	25%	23%	23%	30%	30%

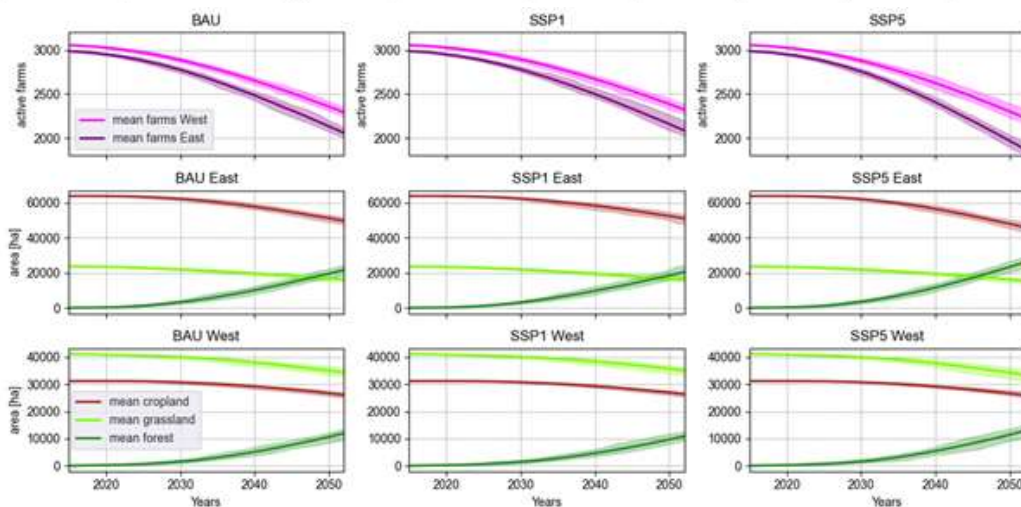


Abbildung 3: Aggregierte Monte-Carlo-Ergebnisse für die Entwicklung der landwirtschaftlichen Betriebe und die Landnutzungsänderung zwischen 2015 und 2052 für die Untersuchungsregionen Ost und West: Jede Abbildung zeigt den jeweiligen Monte-Carlo-Mittelwert und den Bereich der minimalen/maximalen Ergebnisse (farbige Bereiche) Die Ergebnisse verdeutlichen den starken Rückgang der aktiven landwirtschaftlichen Betriebe, während die Landnutzungsentwicklung überwiegend einen Waldübergang zeigt.

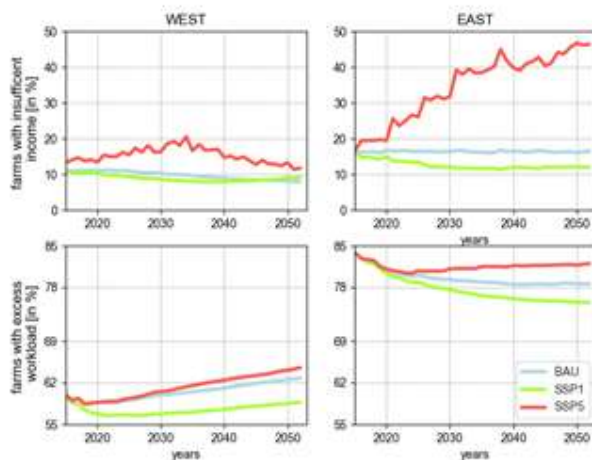


Abbildung 4: Szenarienvergleich für die Entwicklung des Anteils von Betrieben mit unzureichendem Einkommen (oben) und Betrieben mit Arbeitsüberlastung (unten) als Haupttreiber von Landnutzungsentscheidungen im ABM SECLAND zwischen 2015-2052 für die Untersuchungsregionen Ost und West".

Mit den Zufriedenheitskriterien Arbeitsbelastung und Einkommen berücksichtigt SECLAND ABM das Wohlbefinden der Landwirte als zentralen Faktor für ihre Entscheidungen. Die Trajektorien in Abbildung 4 zeigen die Entwicklung des Anteils der Betriebe, die die Einkommenskriterien nicht erfüllen bzw. mehr als 1.800 Arbeitsstunden pro Vollarbeitskraft und Jahr leisten. Der Quervergleich in Abbildung 4 macht zwei Dinge deutlich. Erstens haben die Szenariobedingungen einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung des Wohlbefindens der Landwirte und zweitens gibt es einen deutlichen Unterschied zwischen den Regionen Ost und West, insbesondere hinsichtlich der Arbeitsbelastung.

Bezüglich des Einkommens bleibt in beiden Regionen der Anteil der Betriebe mit unzureichendem Einkommen in den BAU-Szenarien über die Zeit stabil, während die günstigen Bedingungen der SSP1-Szenarien diesen Anteil leicht verringern. Im Gegensatz dazu steigt der durchschnittliche Anteil der Betriebe mit unzureichendem Einkommen in den SSP5-Szenarien in beiden Regionen an, wobei die Entwicklung regional sehr unterschiedlich verläuft. Während die Kurve in der Region West um 2035 mit rund 20 % ihren Höhepunkt erreicht und danach wieder abnimmt, ist in der Region Ost keine ähnliche Entwicklung zu beobachten und der Anteil der Betriebe, die mit ihrem Einkommen unzufrieden sind, steigt kontinuierlich an und erreicht 2052 fast 50 %.

Die Entwicklung des Arbeitsaufwandes der Landwirte (Abbildung 4, unten) zeigt je nach Szenario ähnliche Tendenzen, jedoch auf regional unterschiedlichem Niveau. In beiden Regionen ist die Arbeitsbelastung im Jahr 2015 bereits hoch, wobei der Anteil der Betriebe, die Zugang zu Arbeitskräften haben, in der Region West bei 60 % und in der Region Ost bei 83 % liegt. Daher streben die Betriebe in allen Szenarien zunächst eine Verringerung der Arbeitsbelastung an. Dieser Trend hält in der Region Ost bis etwa 2025 an, in der Region West kehrt er sich etwas früher um. Ab diesem Zeitpunkt wirken sich die Szenariobedingungen nachhaltig aus. Für die Region West zeigen die Trajektorien eine ähnliche Entwicklung, allerdings je nach Szenario auf unterschiedlichem Niveau, und erreichen im Jahr 2053 Anteile von Betrieben mit Arbeitsüberlastung zwischen 58 % (SSP1) und 65 % (SSP5). In

der Region Ost zeigt dagegen nur das Szenario SSP5 eine steigende Entwicklung, während die Szenarien BAU und SSP1 eine sinkende bzw. stagnierende Entwicklung aufweisen.

Dieser Vergleich zeigt zwei wesentliche regionale Unterschiede. Selbst bei den extremen Subventionskürzungen im Szenario SSP5 gelingt es der Mehrheit der Betriebe in der Region West, ein ausreichendes Einkommen zu halten und das geringere Subventionsvolumen durch höhere Erträge zu kompensieren. Die Entwicklung des Arbeitsaufwandes der Betriebe zeigt jedoch, dass die Betriebe dies auch durch eine Erhöhung des individuellen Arbeitsaufwandes kompensieren. Im Gegensatz dazu sind die Landwirte in der Region Ost von den Bedingungen des Szenarios SSP5 (Subventions- und Ertragsrückgang) stark negativ betroffen und können ihre Einkommenssituation nicht stabilisieren. Darüber hinaus ist die hohe Arbeitsbelastung der Betriebe in dieser Region eine starke Triebfeder für die Entscheidungsfindung der Betriebe, da der Anteil der Betriebe mit Überlastung in allen Szenarien im Vergleich zu 2015 abnimmt.

Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung

In der Untersuchungsregion West ergeben sich für alle Szenarien die gleichen Vorhersagen für die Umwandlung der Nutzungsintensität, wobei sich die Betriebe von den mittleren Intensitätsgruppen (IL2-IL4) und in geringerem Maße von der intensiven Gruppe (IL5) zur extensiven Gruppe (IL1) verschieben, was einen Schritt in Richtung Betriebsaufgabe darstellt. Auch in der Untersuchungsregion Ost werden nur die extensiven Betriebe (IL1) an Fläche zunehmen, während alle anderen Intensitätsgruppen bis 2052 stark abnehmen (Abbildung 5; Tabelle 2).

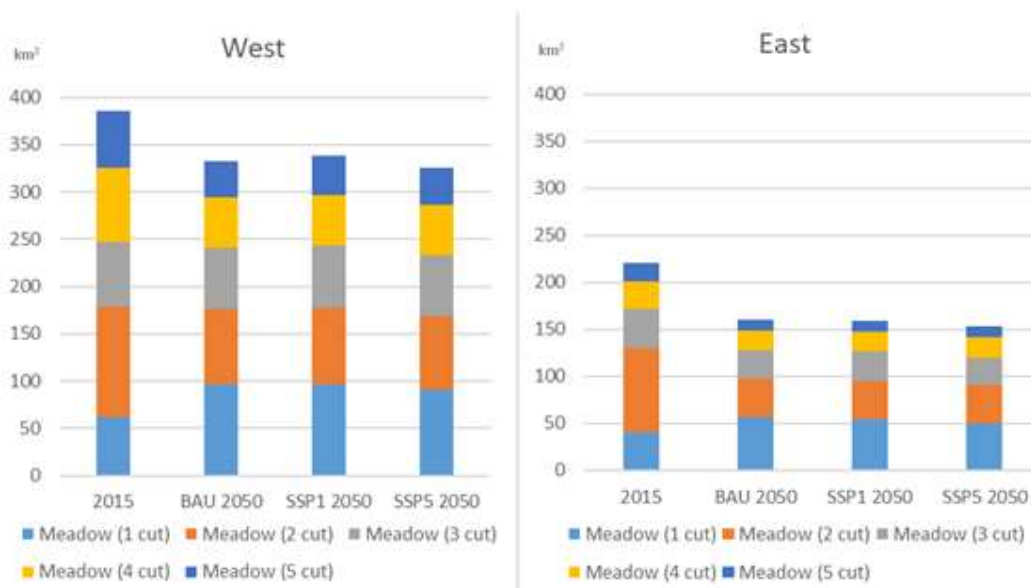


Abbildung 5: Intensität der Wiesen in den Untersuchungsregionen (West und Ost) im Vergleich zwischen 2015 und 2050 (drei Szenarien).

Ökologischer Landbau

In der Untersuchungsregion West wird für alle Szenarien, auch für SSP5, eine deutliche Zunahme der ökologisch bewirtschafteten Fläche prognostiziert (Abbildung 6). In der Studienregion Ost wird in den Szenarien BAU und SSP1 ebenfalls eine Zunahme prognostiziert, wenn auch weniger deutlich. Im Szenario

SSP5 ist jedoch ein Rückgang der ökologisch bewirtschafteten Fläche zu beobachten.

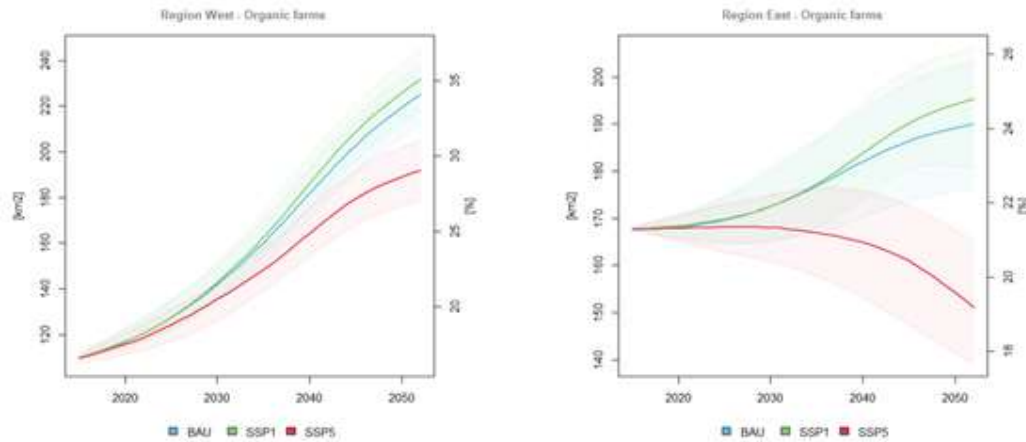


Abbildung 6: Entwicklung des ökologischen Landbaus (km²) in den drei verschiedenen Szenarien. Anmerkung: Die Diagramme zeigen eine Regression über die Mediane und, separat, die 5%- und 95%-Quantile.

Unter Berücksichtigung des in allen drei Szenarien prognostizierten Rückgangs der landwirtschaftlichen Nutzfläche insgesamt zeigt sich in beiden Untersuchungsregionen über alle Szenarien hinweg eine deutliche relative Zunahme der ökologisch bewirtschafteten Fläche im Vergleich zu den konventionell bewirtschafteten Flächen (Abbildung 7). Dieser relative Trend gilt sowohl für den Ackerbau als auch für die Grünlandbewirtschaftung.

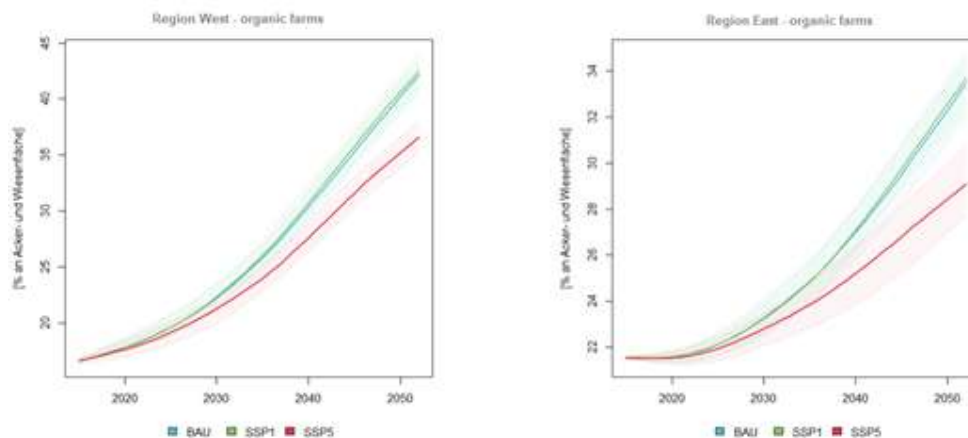


Abbildung 7: Relative Entwicklung der Biobetriebe im Vergleich zu den konventionellen Betrieben.

Unter den Bedingungen des SSP5-Szenarios kommt es im Westen zu einer deutlich geringeren Zunahme und im Osten vor allem nach 2040 sogar zu einem absoluten Rückgang der Biofläche. Dieses Muster stimmt gut mit dem Auslaufen der Agrarsubventionen in SSP5 überein, das sich im ackerbaulich geprägten Osten

stärker auswirken dürfte, während die Grünlandbewirtschaftung im Westen wirtschaftlich widerstandsfähiger sein dürfte.

Ergebnisse von AP3 - Ökosystemleistungen

Landwirtschaftliche Biodiversität - Landwirtschaftliche Flächen mit hohem Naturwert (HNV)

Landwirtschaftliche Flächen mit hohem Naturwert (HNV) beziehen sich auf landwirtschaftliche Flächen, die aufgrund ihrer reichen biologischen Vielfalt und des Vorhandenseins nachhaltiger Bewirtschaftungsmethoden einen bedeutenden ökologischen Wert besitzen. Dies ist ein wichtiger Indikator für Biodiversität als Ökosystemleistung (siehe Anhang *Indikator für landwirtschaftliche Flächen mit hohem Naturwert* für weitere Einzelheiten zu HNV und der im CHES-Projekt verwendeten Methodik).

Aufgrund des allgemeinen Rückgangs der landwirtschaftlichen Nutzfläche wird die Fläche mit hohem Naturwert in der Untersuchungsregion Ost voraussichtlich stärker abnehmen als in der Untersuchungsregion West (Abbildung 8; West: BAU-Rückgang um ca. 10 % bis 2052; Ost: BAU-Rückgang um ca. 7 % bis 2052). In beiden Regionen ist ein stärkerer Rückgang der HNV-Fläche bei SSP5 zu beobachten. Die Unterschiede zwischen BAU und SSP1 sind im Westen gering und im Osten nicht vorhanden.

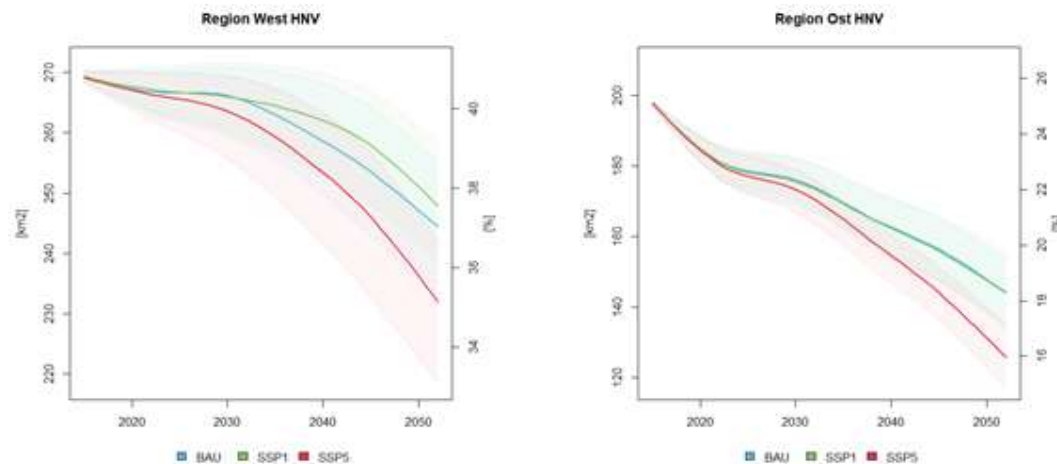


Abbildung 8: Entwicklung der HNV-Flächen in der westlichen und östlichen Projektregion im Verhältnis zur gesamten landwirtschaftlichen Fläche. Zur Glättung der Kurve wurde ein natürlicher kubischer Spline mit 5 Knoten verwendet. Da die Lage der Kurve für ein bestimmtes Jahr von den Nachbarjahren abhängt, sind diese Regressionen im Allgemeinen analog zu einem laufenden Mittelwert.

Im Allgemeinen nimmt die HNV-Fläche weniger stark ab als die landwirtschaftliche Fläche insgesamt, d. h. der Anteil der HNV-Fläche an der landwirtschaftlichen Fläche nimmt im Westen in allen Szenarien über die Jahre stetig zu (Abb. 9; von ca. 40 % im Jahr 2015 auf ca. 46 % im Jahr 2052 im BAU-Szenario).

Im Osten zeigt der Anteil der HNV-Fläche keinen eindeutigen Trend, sondern eher geringe Schwankungen bis 2052. Die niedrigeren HNV-Prognosen im SSP5-Szenario sind vermutlich auf das Auslaufen der Agrarsubventionen in diesem Szenario zurückzuführen.

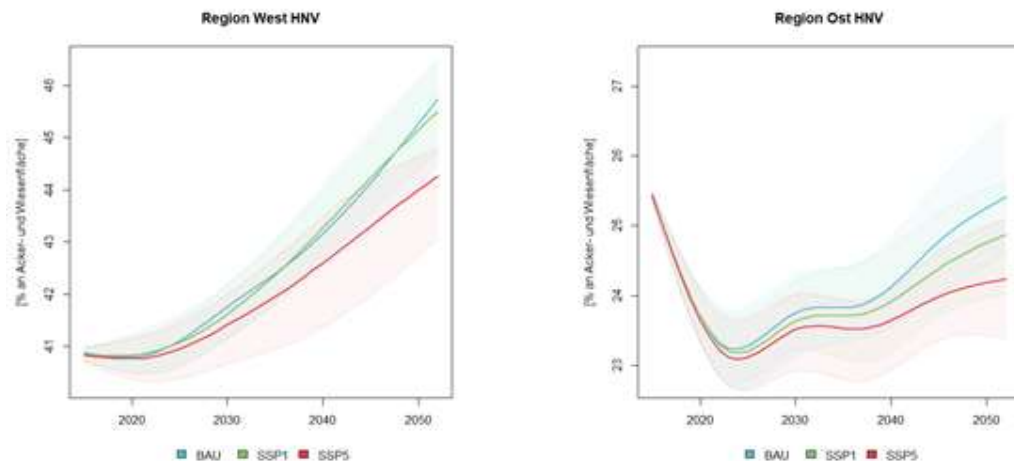


Abbildung 9: Entwicklung der HNV-Flächen in der westlichen und östlichen Projektregion im Verhältnis zur übrigen landwirtschaftlichen Fläche. Zur Glättung der Kurve wurde ein natürlicher kubischer Spline mit 5 Knoten verwendet. Da die Lage der Kurve für ein bestimmtes Jahr von den Nachbarjahren abhängt, sind diese Regressionen im Allgemeinen analog zu einem gleitenden Mittelwert.

Lebensräume und Arten

Es ist offensichtlich, dass der Rückgang der Biodiversität auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Österreich und anderen Teilen Mitteleuropas stark mit dem Rückgang von extensiv bewirtschafteten Wiesen und Weiden zusammenhängt (z.B. Schindler et al., 2016). Aus diesem Grund wurde die Fläche extensiv bewirtschafteter Wiesen (1-2 Schnitte pro Jahr) und extensiv bewirtschafteter Weiden als Indikator für die Biodiversität auf landwirtschaftlichen Flächen im Untersuchungsgebiet gewählt. Die Ergebnisse zeigen einen leichten absoluten Rückgang der extensiv genutzten Grünlandfläche in der Untersuchungsregion West, was relativ gesehen eine leichte Zunahme dieser Landnutzungen bedeutet, wenn die Ackerfläche oder die Fläche mit Ackernutzung (Acker und Grünland) als Referenz herangezogen wird (Abbildung 10). In der Untersuchungsregion Ost hingegen bedeutet ein starker Rückgang der absoluten Fläche des extensiven Grünlands einen konstanten Anteil dieser Landnutzung, wenn die Ackerfläche oder die Fläche mit Ackernutzung (Acker und Grünland) als Referenz verwendet wird. Die Unterschiede zwischen den drei Szenarien sind gering, wobei SSP5 in beiden Untersuchungsregionen zu einem absoluten Verlust an extensivem Grünland führt. Würde jedoch zusätzlich zum extensiven Grünland auch die potenzielle Waldfläche berücksichtigt, könnten sich die Auswirkungen auf die Biodiversität drastisch ändern. Potenzielle Waldflächen sind aufgegebene landwirtschaftliche Flächen, sowohl Grünland als auch Ackerland, die aufgeforstet oder der Sukzession überlassen werden können. In jedem Fall würde sich die Aufgabe und Aufforstung von extensiv genutztem Grünland in der Regel negativ auf die Biodiversität auswirken. Umgekehrt würde die Aufgabe von Ackerflächen zu einer Vergrößerung der Fläche von Lebensräumen mit geringer Beeinträchtigung führen, was sich häufig positiv auf die biologische Vielfalt auswirken würde. Die Zunahme dieser potenziellen Waldflächen wird in beiden Regionen als sehr groß prognostiziert und könnte daher enorme positive Auswirkungen auf die biologische Vielfalt haben.

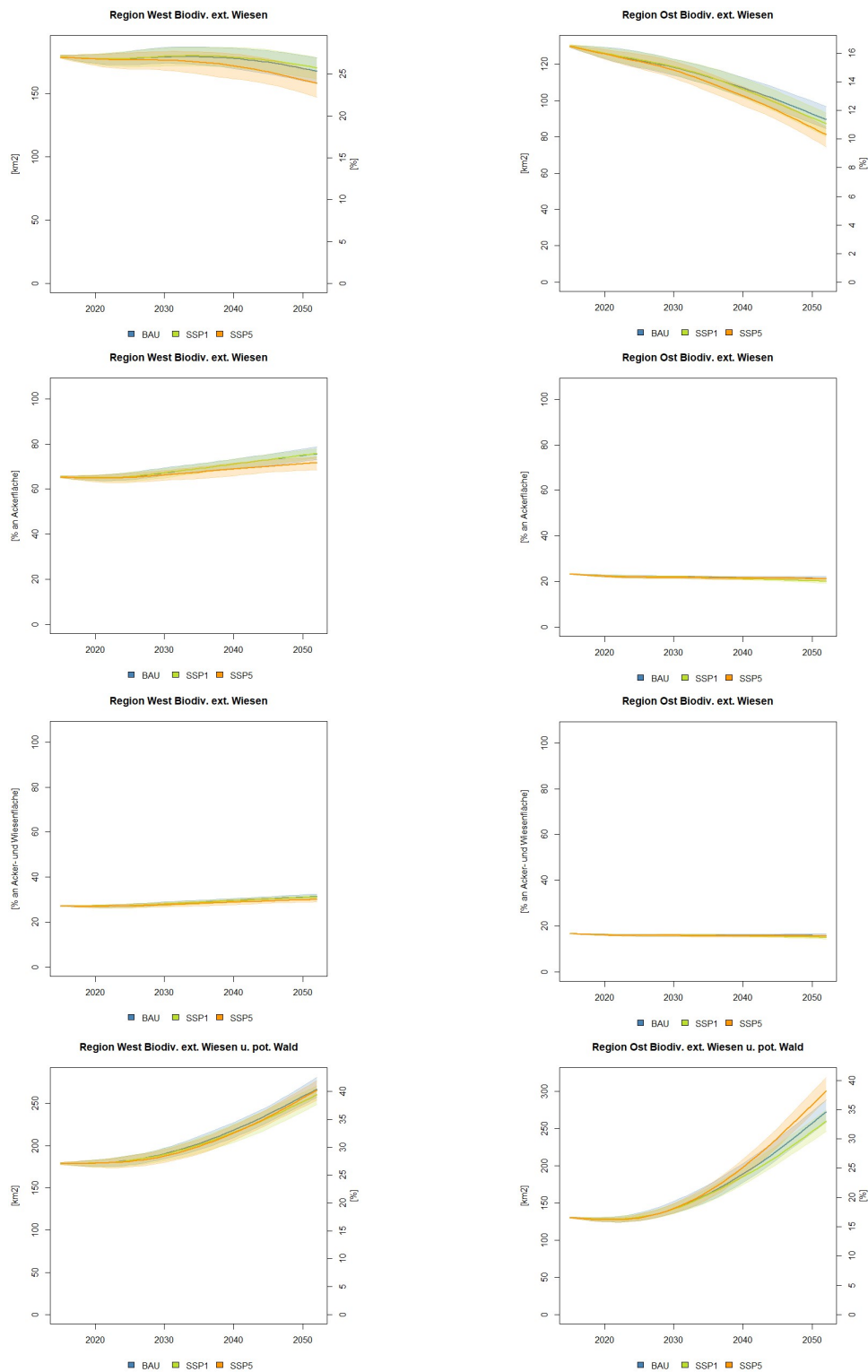


Abbildung 10: Fläche der extensiv bewirtschafteten Wiesen und Weiden als Indikator für die Biodiversität auf landwirtschaftlichen Flächen in den Untersuchungsregionen Ost und West für 2015 und 2052 (drei Szenarien, BAU, SSP1 und SSP5). Ein natürlicher kubischer Spline mit 5 Knoten wurde

zur Glättung der Kurve verwendet. Da die Position der Kurve für ein bestimmtes Jahr von den Nachbarjahren abhängt, sind diese Regressionen im Allgemeinen mit einem laufenden Mittelwert vergleichbar.

Fragmentierung von Lebensraumtypen

Die anthropogene Fragmentierung von Landschaften wird als eine der Hauptursachen für den Artenverlust in den Industrieländern angesehen, da Straßen, Schienen, die Ausdehnung von Siedlungsgebieten usw. die Ausbreitung von Schadstoffen und Lärm verstärken und sich auf die lokalen klimatischen Bedingungen, den Wasserhaushalt, das Landschaftsbild und die Landnutzung sowie auf die Vernetzung von Pflanzen- und Tierpopulationen in Landschaften auswirken (Jaeger, 2000).

Effective mesh size (MESH) ist ein Maß für den Vernetzungsgrad und ist definiert als die durchschnittliche Fläche einer Landschaft mit einer bestimmten Landschaftskategorie. Sie kann als Summe der Flächenquadrate aller Flächen des entsprechenden Flächentyps geteilt durch die Gesamtfläche der Landschaft berechnet werden (Jaeger, 2000), ein ähnliches Maß wie die flächengewichtete mittlere Flächengröße. MESH ist intensiv und flächenproportional additiv, d.h. es bleibt konstant, wenn die analysierte Region vergrößert wird, behält aber seine Struktur bei und kann für die Kombination von zwei oder mehr Regionen aus den effektiven Maschengrößen durch Bildung flächengewichteter Mittelwerte berechnet werden (Jaeger, 2000).

In CHES wurden die Landnutzungstypen Wald, Grünland und Brache für alle 3 Szenarien auf einem 2500 m x 2500 m Raster aggregiert und die *effective mesh size* nach Jaeger (2000) berechnet. Die Ergebnisse zeigen deutlich eine Vergrößerung der *effective mesh size*, d.h. eine geringere Fragmentierung, in den überwiegend landwirtschaftlich genutzten Teilen beider Untersuchungsgebiete (Abb. 11), was den Landnutzungswandel von Ackerland zu Brachland und Wald widerspiegelt. Die Unterschiede zwischen den drei Szenarien lassen sich in den vorliegenden Analysen und Darstellungen nicht ohne weiteres darstellen.

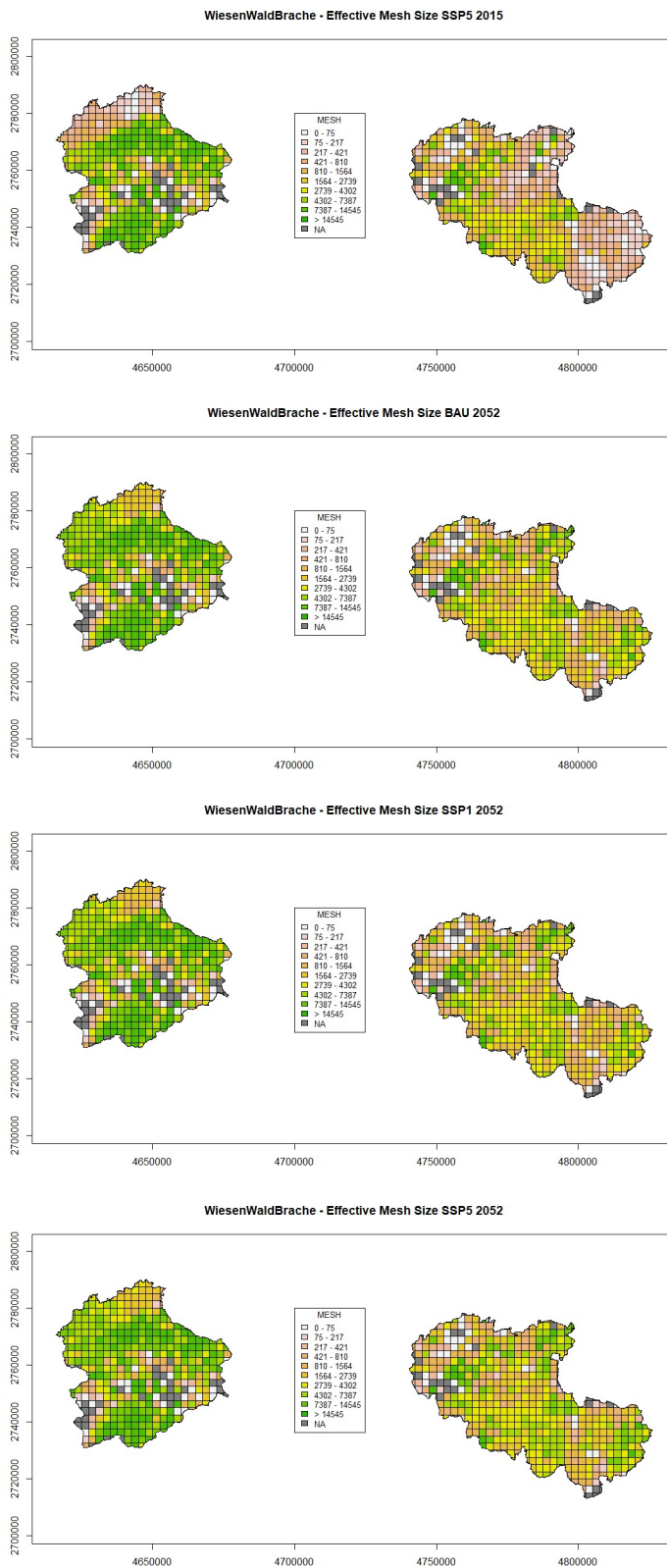


Abbildung 11: Effective mesh size als Maß für die Konnektivität für die Untersuchungsregionen Ost und West für 2015 und 2052 (drei Szenarien, BAU, SSP1 und SSP5).

Von Insektenbestäubung abhängige Erträge

Insektenbestäubung (S4) als Ökosystemleistung wird hauptsächlich von wildlebenden Insektengemeinschaften (Bienen, Schwebfliegen usw.) und von Honigbienenvölkern in menschlicher Obhut erbracht. Der Bestäubungsprozess ist sowohl für die Erhaltung der biologischen Vielfalt als auch für die landwirtschaftliche Produktion von Bedeutung. Die Ergebnisse der Bestäubung durch Insekten werden hier in Tonnen Trockenmasse angegeben. In CHES wurde ein bestäubungsabhängiger Ertragsanteil von 25% für Ackerbohnen und Sojabohnen und von 65% für Raps angenommen.

Die Ergebnisse für die Untersuchungsregion West zeigen einen konstanten Verlauf der bestäubungsabhängigen Erträge über alle drei Szenarien, was angesichts des prognostizierten Rückgangs der Anbaufläche einen leichten relativen Anstieg impliziert (Abbildung 12). Im Gegensatz dazu zeigt die Untersuchungsregion Ost einen schwankenden, aber deutlich abnehmenden Trend der absoluten bestäubungsabhängigen Erträge. Die Unterschiede zwischen den drei Szenarien sind marginal, aber der rückläufige Trend im Osten ist in SSP5 am stärksten. Alle Trends, einschließlich des Rückgangs im Osten, werden hauptsächlich durch Raps verursacht, während Ackerbohne und Sojabohne eindeutig eine untergeordnete Rolle spielen.

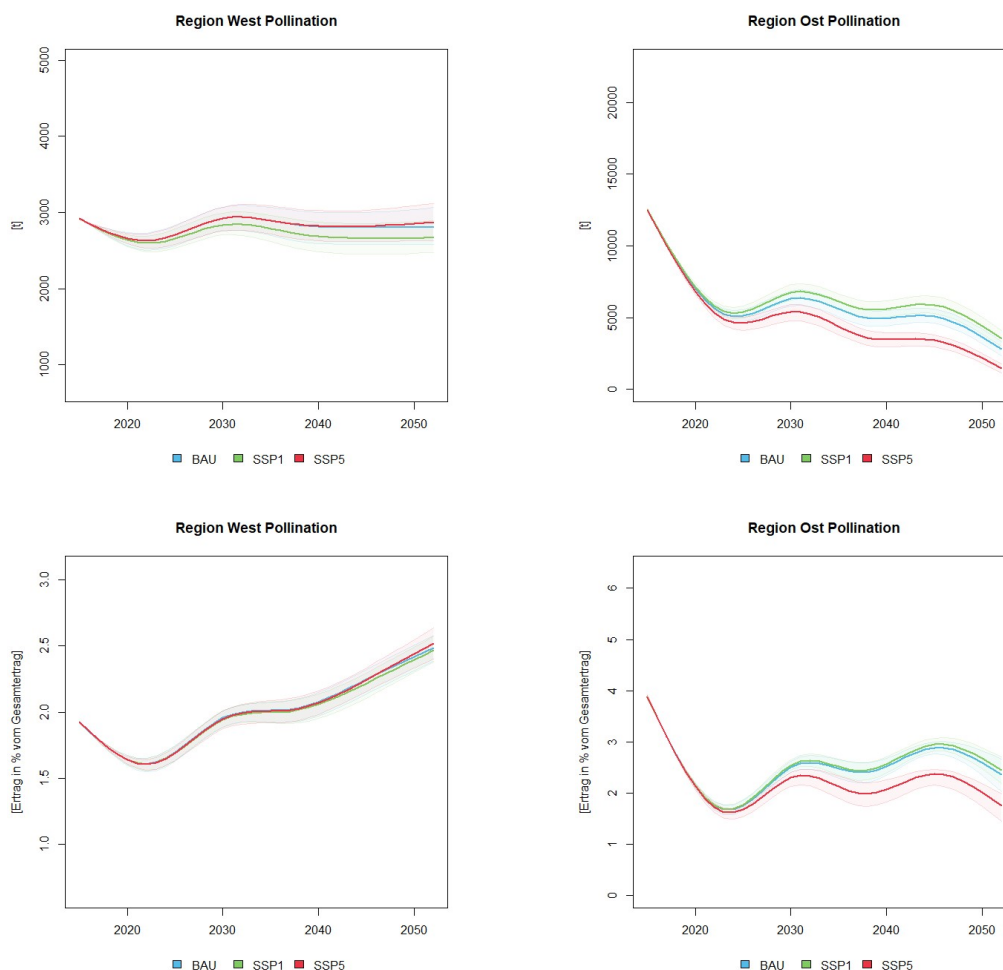


Abbildung 12: Bestäubungsabhängiger Ertrag in Tonnen und in Prozent des Gesamtertrags. Ein natürlicher kubischer Spline mit 5 Knoten wurde zur Glättung der Kurve verwendet. Da die Lage der Kurve für ein bestimmtes Jahr von den Nachbarjahren abhängt, sind diese Regressionen im Allgemeinen mit einem laufenden Mittelwert vergleichbar.

Schutz des Bodens

In CHESSE wurde die Erosionsanfälligkeit des Bodens als Indikator für den Bodenschutz verwendet. Eine Likert-Skala von 1 bis 4 wurde verwendet, um die Erosionsanfälligkeit des Bodens in Bezug auf Landnutzungsänderungen zu klassifizieren. Die Skala reicht von L1 (geringer Bodenschutz = sehr hohe Erosionsanfälligkeit) bis L4 (hoher Bodenschutz = keine Erosionsanfälligkeit).

Landnutzungsänderungen haben erhebliche Auswirkungen auf das Erosionsrisiko und den Bodenschutz. Grünland, das durch Beweidung und häufiges Mähen bewirtschaftet wird, weist eine geringe bis keine Erosionsgefährdung auf (Stufe 3 bis 4). Wälder weisen die höchste Bodenschutzwirkung auf und sind nicht erosionsgefährdet. Kulturen wie Winterweizen, Wintergerste, Wintererbsen, Mais, Ackerbohnen, Sojabohnen und Zuckerrüben weisen dagegen eine mittlere bis hohe Erosionsgefährdung auf (Stufe 1 bis 2). Die Anbauintensität, die Hangneigung und der ökologische Landbau können das Erosionsrisiko dieser Kulturen beeinflussen.

Unsere Prognosen zeigen, dass die Bodenerosion in beiden Untersuchungsgebieten aufgrund der Flächenstilllegung und der damit verbundenen Umstellung von landwirtschaftlicher auf forstwirtschaftliche Nutzung abnehmen wird (Abbildung 13).

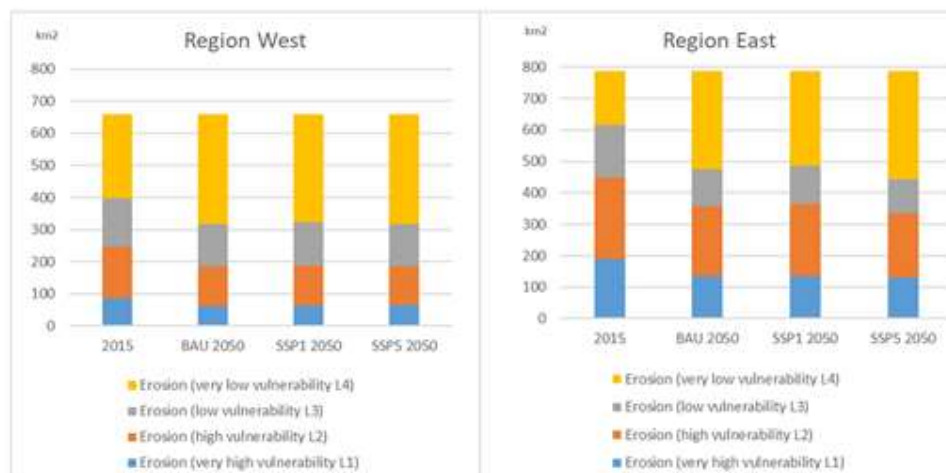


Abbildung 13: Erosionsanfälligkeit der Böden als Indikator für den Bodenschutz. Die Abbildung zeigt, dass in allen Szenarien Flächen mit hoher Erosionsanfälligkeit abnehmen und Flächen mit geringer Erosionsanfälligkeit zunehmen. Dies ist vor allem auf die Kombination von abnehmender landwirtschaftlicher Nutzfläche, zunehmender Wald- und Brachfläche sowie zunehmendem Grünland zurückzuführen.

In CHESSE wurde in allen Szenarien eine Zunahme des Bodenschutzniveaus sowohl in den westlichen als auch in den östlichen Untersuchungsregionen festgestellt. Den größten Einfluss auf diesen Trend hat die Kombination aus Abnahme der landwirtschaftlichen Nutzfläche, Zunahme von Wald und Brachland und Zunahme von Grünland. Die anteilige Zunahme von ökologischem Landbau und HNV hat zusätzliche positive Effekte.

Bindung von Kohlenstoff im Boden

Als größter terrestrischer Kohlenstoffspeicher und eine der wichtigsten natürlichen CO₂-Quellen in der Atmosphäre spielen Böden eine entscheidende Rolle bei der Kohlenstoffbindung und haben einen erheblichen Einfluss auf den Klimawandel. Landnutzung und Klima sind wichtige Determinanten der Kohlenstoffspeicherung und -freisetzung in Böden. Die 1-4 Likert-Skala misst den Einfluss der Landnutzung auf die Kohlenstoffbindung, wobei die Werte von 1 bis 4 reichen. Feldfrüchte wie Mais, Zuckerrüben, Ackerbohnen und Sojabohnen haben eine geringe Kohlenstoffbindung, während Grünland und Wälder eine hohe Kohlenstoffbindung aufweisen. Winterweizen, Wintergerste und Winterraps erreichen Werte zwischen 1 und 3, abhängig von Faktoren wie Intensität, Hangneigung und ökologischem Landbau. Sommerweizen, Gerste und Raps haben eine mäßige bis geringe Kohlenstoffbindung.

Unsere Ergebnisse deuten auf eine Abnahme der Flächen mit geringer Kohlenstoffspeicherung (Werte 1 und 2) hin, die mit einer Zunahme von Wäldern, Wiesen und Brachflächen zusammenhängt (Abbildung 14). Der Anteil der Flächen mit hoher Kohlenstoffspeicherung (Werte 3 und 4) ist aufgrund der Zunahme von Wald, Grünland und Brachflächen konstant geblieben. Die Szenarien unterscheiden sich nicht wesentlich.

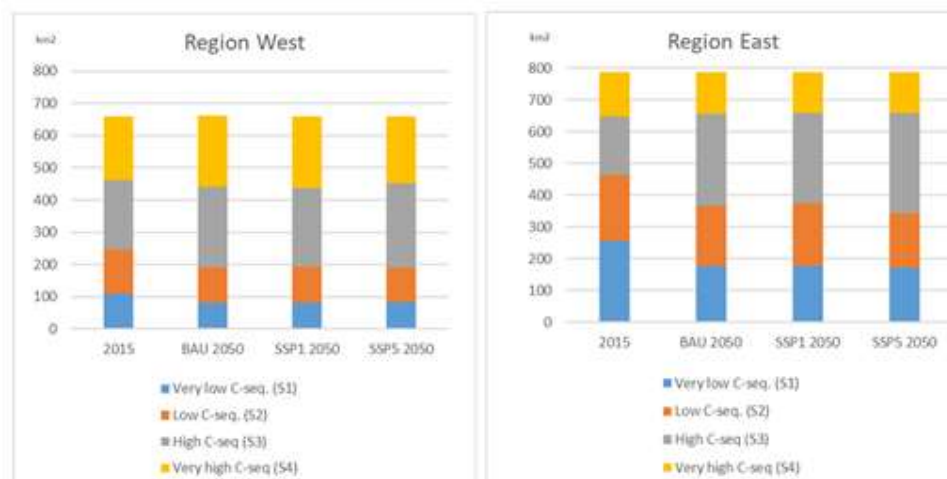


Abbildung 14: Kohlenstoffspeicherung im Boden. In allen Szenarien nehmen die Flächen mit hoher Kohlenstoffbindung bis 2050 zu und die Flächen mit geringer Kohlenstoffbindung ab. Der Hauptgrund für diesen Trend ist die Kombination aus abnehmender landwirtschaftlicher Nutzfläche, zunehmender Wald- und Brachfläche und zunehmendem Grünland.

Bodenfruchtbarkeit

Die Bodenfruchtbarkeit ist die Kombination von Bodeneigenschaften und -prozessen, die das Pflanzenwachstum und die Biomasseproduktion beeinflussen. Sie wird direkt von der Landnutzung beeinflusst, wobei Parameter wie organische Substanz, Nährstoffverfügbarkeit und Wasserspeicherkapazität mit der LUC zusammenhängen. Auf einer Likert-Skala wird die Bodenfruchtbarkeit in Abhängigkeit von der Landnutzung mit Werten von 1 bis 4 angegeben. Grünland und Wald haben einen starken positiven Einfluss auf die Erhaltung der

Bodenfruchtbarkeit, während Kulturen wie Mais, Zuckerrüben, Ackerbohnen und Sojabohnen eine geringe Bodenfruchtbarkeit verursachen. Winterweizen, Wintergerste und Winterraps führen zu einer mäßigen Bodenfruchtbarkeit, abhängig von Faktoren wie Intensität, Hangneigung und ökologischen Anbaumethoden.

Unsere Ergebnisse zeigen eine deutliche Zunahme der Bodenfruchtbarkeit in beiden Untersuchungsregionen (Abbildung 15). Dies ist vor allem auf die Zunahme der Wald-, Grünland- und Brachflächen zurückzuführen, da diese Landnutzungen eine konservierende Wirkung auf die Bodenfruchtbarkeit haben.



Abbildung 15: Zunahme der Bodenfruchtbarkeit in beiden Regionen in allen Szenarien. Es gibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den dargestellten Szenarien.

Produktion pflanzlicher Rohstoffe für Nahrungs- und Futterzwecke

Die Produktion von pflanzlichen Rohstoffen für Nahrungs- und Futtermittel gehört zu den Versorgungsleistungen, die das menschliche Wohlergehen direkt beeinflussen.

Mit dem Rückgang der landwirtschaftlichen Fläche sinken in beiden Untersuchungsregionen auch die Erträge (Tonnen Trockenmasse). Bei nur geringen Unterschieden zwischen den Szenarien gehen die Erträge auf den Ackerflächen in der Untersuchungsregion West deutlich zurück. In der Studienregion Ost unterscheiden sich die Szenarien mit dem geringsten Rückgang unter SSP1 und dem größten Rückgang unter SSP5. Im Osten liegt der Rückgang je nach Szenario zwischen -44% und -65%, im Westen zwischen -27% und -31%.

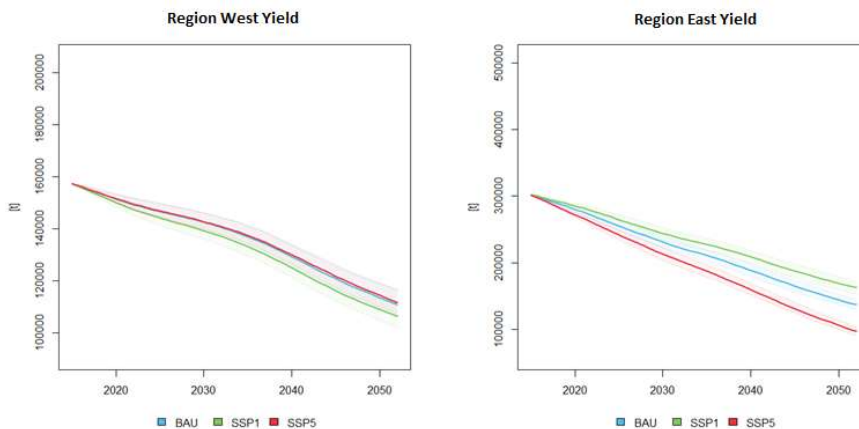


Abbildung 16: Produktion von pflanzlichen Rohstoffen für Nahrungs- und Futtermittel in den drei verschiedenen Szenarien. Ein natürlicher kubischer Spline mit 5 Knoten wurde zur Glättung der Kurve verwendet. Da die Position der Kurve für ein bestimmtes Jahr von den Nachbarjahren abhängt, sind diese Regressionen im Allgemeinen mit einem laufenden Mittelwert vergleichbar.

In beiden Untersuchungsregionen nehmen die Erträge (Tonnen) überproportional stärker ab als die landwirtschaftlich genutzte Fläche (km²). Wir gehen hier von einem klimabedingten Rückgang der Erträge aus. Diese Vermutung wird auch dadurch bestätigt, dass der überproportionale Ertragsrückgang in der vom Klimawandel stärker betroffenen Untersuchungsregion Ost stärker ausfällt als in der Untersuchungsregion West.

Bereitstellung von Trinkwasser

Die Bereitstellung von Trinkwasser aus Grund- und Quellwasserressourcen ist eine sehr relevante Ökosystemleistung, da 100% des Trinkwassers in Österreich aus Grund- und Quellwasser gewonnen wird. Als Indikator für die Trinkwasserversorgung wurde die potenzielle Nitratbelastung im Sickerwasser von landwirtschaftlich genutzten Flächen analysiert.

Die potenzielle Sickerwasserkonzentration für Nitrat bezogen auf landwirtschaftlich genutzte Flächen ist in Abbildung 17 dargestellt. Die Auswertung unter der Annahme eines konstanten Viehbestandes zeigt für alle Szenarien einen deutlichen Anstieg der Nitratkonzentration in der Region EAST aufgrund der Verdichtung des Viehbestandes bei abnehmenden Flächen und prognostizierten sinkenden Erträgen. Trotz steigender Erträge führt die Verdichtung des konstanten Viehbestandes bei abnehmender Fläche auch in der Region WEST zu einem leichten Anstieg.

Ohne Berücksichtigung des Viehbestandes kommt es in der Region OST immer noch zu einem Anstieg der Sickerwasserkonzentration, der jedoch insbesondere im Szenario SSP1 moderater ausfällt. In der Region WEST zeigen die Berechnungen ohne Gülle sogar eine leichte Abnahme.

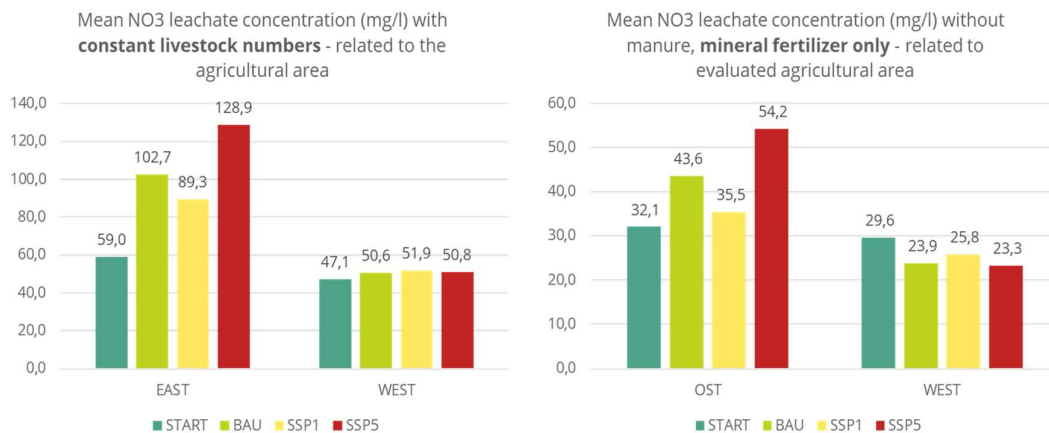


Abbildung 17: Mögliche Nitratbelastung des Grundwassers - mittlere Sickerwasserwerte bezogen auf die landwirtschaftliche Fläche

Bei den angegebenen Konzentrationen handelt es sich um Mittelwerte über 5 Jahre, die tatsächliche Jahresfracht kann witterungsbedingt deutlich höher liegen. Auch für Nitrat wurde die potenzielle Sickerwasserkonzentration bezogen auf die Gesamtfläche der einzelnen Projektgebiete berechnet (Abbildung 18). Für die Prognose der Grundwasserbelastung ist der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche an der Gesamtfläche eines Grundwasserkörpers von Bedeutung. Die Berechnungen bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche bzw. die Gesamtfläche unterscheiden sich in der Höhe der Konzentrationen, nicht aber im Trend.

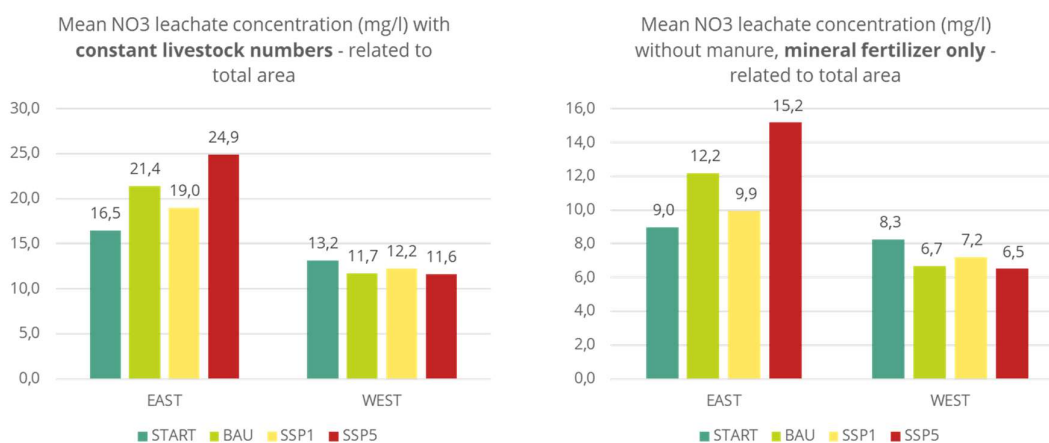


Abbildung 18: Mögliche Nitratbelastung des Grundwassers - mittlere Sickerwasserwerte bezogen auf die Gesamtfläche

Wie bei den anderen Indikatoren sind die Ergebnisse für die Region WEST nicht sehr variabel. Dagegen sind die Ergebnisse für die Untersuchungsregion OST in allen Szenarien und Darstellungsformen robust.

Ergebnisse (AP6) Stakeholder-Workshops

Im ersten Projektjahr wurde ein erster Stakeholder-Workshop einberufen, um das Projektkonzept vorzustellen und die Spezifika der Projektarbeit auf Basis des Feedbacks der Stakeholder anzupassen. An diesem Workshop nahmen Experten des Bundeslandwirtschaftsministeriums und anderer relevanter Institutionen aus den Bereichen Landwirtschaft und Klimaanpassung teil. Ein zweites Stakeholder-Treffen wurde organisiert, um die Projektergebnisse aus AP1, AP2 und AP3 und deren Relevanz für die Entscheidungsfindung zu diskutieren. Dieser Workshop lieferte nützliches Feedback, das für die Entwicklung maßgeschneiderter Politikempfehlungen genutzt wurde. Ähnliche Experten wie für den ersten Workshop wurden eingeladen. Gegen Ende des Projekts wurde ein Symposium organisiert, auf dem alle Projektergebnisse vorgestellt und diskutiert wurden. Der Schwerpunkt lag auf der Präsentation der Politikempfehlungen. Eingeladen wurden relevante Stakeholder, darunter auch Experten des Landwirtschaftsministeriums. Während der Projektlaufzeit fanden zwei Beiratssitzungen statt. Diese Sitzungen lieferten wertvolle Anregungen für die Weiterentwicklung des Projekts. In Kapitel 5 (Schlussfolgerungen) werden die Ergebnisse dieser Veranstaltungen vorgestellt und diskutiert.

5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Ergebnisse - AP5: Synthese

Zusammenfassend hat das Projekt auf der Grundlage der in den Studienregionen durchgeführten Untersuchungen mehrere zentrale Herausforderungen identifiziert. Zu den Herausforderungen des Landnutzungswandels gehören der Verlust von landwirtschaftlichen Flächen, eine Zunahme von neu bewaldeten und aufgegebenen Flächen und in gewissem Umfang extensiv genutztes Grünland. Insgesamt sind diese Herausforderungen in der östlichen Studienregion stärker ausgeprägt, da hier die Auswirkungen des Klimawandels auf den Agrarsektor und der Anpassungsdruck an künftige Klimabedingungen größer sind als in der westlichen Region. Im Einzelnen wird ein Rückgang der Zahl der aktiven landwirtschaftlichen Betriebe vorhergesagt, wobei die östliche Studienregion im Vergleich zum Westen einen stärkeren Rückgang zu verzeichnen hat. Der ökologische Landbau wird den Projektionen zufolge in allen Szenarien im Westen relativ zum Gesamtrückgang der landwirtschaftlichen Flächen zunehmen, während im Osten die Zunahme im SSP5-Szenario weniger ausgeprägt ist.

Der Szenarienvergleich zur Entwicklung des Anteils der Betriebe mit unzureichendem Einkommen und Arbeitsüberlastung zeigt zwei wesentliche regionale Disparitäten auf. Selbst bei den extremen Kürzungen der Subventionen im SSP5-Szenario gelingt es der Mehrheit der Betriebe in der Region West, ein ausreichendes Einkommen aufrechtzuerhalten und den Rückgang des Subventionsvolumens durch höhere Erträge zu ersetzen. Die Entwicklung der Arbeitsbelastung der Betriebe zeigt jedoch, dass die Betriebe dies auch durch eine Erhöhung ihrer individuellen Arbeitsbelastung kompensieren. Im Gegensatz dazu sind die Landwirte in der Region Ost von den Bedingungen des SSP5-Szenarios (Rückgang der Subventionen und der Erträge) stark negativ betroffen und können ihre Einkommenssituation nicht stabilisieren. Darüber hinaus ist die hohe Arbeitsbelastung der Betriebe in dieser Region eine starke Triebkraft für die Entscheidungsfindung der Betriebe, da der Anteil der Betriebe mit zu hoher Arbeitsbelastung in allen Szenarien im Vergleich zu 2015 sinkt.

Eine große Herausforderung in Bezug auf Ökosystemleistungen bedeuten das erhebliches Risiko zur Überschreitung von Nitratgrenzwerten im Grundwasser aufgrund geringerer Niederschläge und der Nitratverdünnung im Sickerwasser sowie verminderter Erträge, insbesondere im Osten (Tabelle 3). Darüber hinaus wird eine Abnahme der Agrarflächen mit hohem Naturwert (HNV) vorhergesagt, obwohl der Anteil der HNV-Fläche pro Einheit landwirtschaftlicher Nutzfläche in der Studienregion West im Laufe der Jahre in allen Szenarien stetig zunimmt. Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass die Produktion von pflanzlichen Rohstoffen für Lebens- und Futtermittel aufgrund des Rückgangs der landwirtschaftlichen Fläche ebenfalls zurückgehen wird. Auch die von der Bestäubung durch Insekten abhängigen Erträge zeigen einen konstanten oder abnehmenden Trend.

Es werden weitere relevante Trends für Ökosystemleistungen vorhergesagt, die jedoch nicht als zentrale Herausforderung für die Gesellschaft angesehen werden: Es wird erwartet, dass die *effective mesh size*, also die Konnektivität von Habitaten aufgrund von Landaufgabe und neu bewaldeten Flächen zunehmen werden, und Bodenschutz, Kohlenstoffbindung und Bodenfruchtbarkeit wurden durch die Zunahme von Wäldern, Wiesen und Brachflächen positiv beeinflusst.

Tabelle 3. Voraussichtliche Veränderungen im Angebot von Ökosystemleistungen in den beiden Untersuchungsgebieten und Unterschiede zwischen den drei Szenarien. ↓ = Decline; → = constant, ↗ = increase. Differences across scenarios expressed at the levels "marginal", "moderate", and "significant".

Ecosystem services	West	East	Differences across scenarios
High Nature Value (HNV) Farmland	↓	↓	Moderate
Habitats and species	↗	↗	Marginal
Connectivity of habitat types	↗	↗	Marginal
Insect pollination	→	↓	Marginal / moderate
Soil protection	↗	↗	Marginal / moderate
C sequestration in soil	↗	↗	Marginal
Soil fertility	↗	↗	Marginal
Agricultural production (plants)	↓	↓	Significant
Drinking water	↓	↓	Significant

Ergebnisse aus AP6: Einbeziehung von Interessenvertretern

Die Projektergebnisse wurden in Workshops (2020 & 2023), Beiratsitzungen und auf dem Abschluss-symposium mit verschiedenen Interessengruppen aus unterschiedlichen Bereichen (Forschung und landwirtschaftliche Praxis) diskutiert. In den meisten Fällen wurden die vorhergesagten Szenarien der Landnutzungsänderungen und Veränderungen der Ökosystemleistungen bestätigt. Bei zwei Punkten, den vorhergesagten Trends bei der Intensität der Grünlandnutzung und den vorhergesagten Trends beim Anteil des ökologischen Landbaus, wurden jedoch andere Einschätzungen geäußert.

Was die Intensität der Grünlandnutzung betrifft, so stimmten die meisten Interessengruppen den Modellvorhersagen für die östliche Region zu, waren aber für die westliche Region anderer Meinung. Angesichts der bestehenden Trends, die eine leichte Zunahme der Nutzung (von 3 auf 4 Schnitte) unabhängig von den Erträgen zeigen, scheint es unwahrscheinlich, dass die Intensität der Grünlandnutzung abnimmt, wenn genügend Wasser vorhanden ist und die Vegetationsperiode verlängert wird. Eine Extensivierung ist nach Ansicht mehrerer Beteiligter nur bei steigenden Fördermitteln für Naturschutzmaßnahmen zu erwarten, ansonsten ist eine Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung in der westlichen Region wahrscheinlicher.

Im Bereich des ökologischen Landbaus stellen einige Stakeholder die prognostizierte relative Zunahme des ökologischen Landbaus in Frage. Die Diskussion zeigte, dass in feuchteren und trockeneren Regionen unterschiedliche Trends zu erwarten sind. Nur wenn die Subventionen für den ökologischen Landbau erhöht werden, könnte eine Zunahme der ökologischen Anbaufläche in trockenen Regionen möglich sein.

Ergebnisse aus AP4

Politische Analysen - Gemeinsame Agrarpolitik (GAP)

Der *Strategieplan der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP)*, die Bestimmungen zum *Guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (GLÖZ)* und die *Grundanforderungen an die Betriebsführung (GAB)* sind drei miteinander verbundene Elemente der Agrarpolitik in der Europäischen Union (EU).

Die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) ist die Politik zur Unterstützung der Landwirtschaft in der EU. Sie umfasst finanzielle Unterstützung und Maßnahmen zur Förderung einer nachhaltigen, wettbewerbsfähigen und umweltgerechten Landwirtschaft. Der GAP-Strategieplan ist ein neuer Ansatz, der ab 2023 eingeführt wurde und den Rahmen für die Umsetzung der GAP in den EU-Mitgliedstaaten vorgibt. Jeder Mitgliedstaat entwickelt seinen eigenen GAP-Strategieplan, der die nationalen Prioritäten und Ziele in Bezug auf die Landwirtschaft, die Umwelt und die ländliche Entwicklung festlegt.

Die "Bestimmungen zum Guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand" (GLÖZ) sind Teil des österreichischen GAP-Strategieplans. Sie legen Umwelt- und Nachhaltigkeitsanforderungen für landwirtschaftliche Betriebe fest. Die GLÖZ legen fest, welche Maßnahmen die Betriebe ergreifen müssen, um die natürlichen Ressourcen wie Boden und Wasser zu schützen, die biologische Vielfalt zu fördern und umweltverträgliche Verfahren anzuwenden. Die spezifischen Anforderungen können von Land zu Land unterschiedlich sein, je nach den nationalen und regionalen Vorschriften.

Die Grundanforderungen an die Betriebsführung (GAB) sind ein weiterer Teil des GAP-Strategieplans. Sie beziehen sich auf die ordnungsgemäße Verwaltung und Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Betriebe. Die Grundanforderungen an die Betriebsführung legen bestimmte Standards fest, die die Betriebe in Bezug auf Buchführung, Dokumentation, Hygiene, Tiergesundheit und Lebensmittelsicherheit erfüllen müssen. Sie sollen die Qualität und Sicherheit der landwirtschaftlichen Erzeugnisse gewährleisten und einen fairen Wettbewerb innerhalb der EU fördern. Zusammen bilden der GAP-Strategieplan, die GLÖZ-Vorschriften und die GLÖZ einen Rahmen für die Förderung einer nachhaltigen und umweltfreundlichen Landwirtschaft in der EU. Sie legen Ziele, Standards und finanzielle Unterstützung für landwirtschaftliche Betriebe fest, um sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Nachhaltigkeit zu erreichen.

Das Österreichische Agrarumweltprogramm (ÖPUL) ist ein freiwilliges Förderprogramm für die Landwirtschaft in Österreich. Es zielt darauf ab, umweltfreundliche landwirtschaftliche Praktiken zu fördern, die Artenvielfalt zu erhöhen und natürliche Ressourcen zu schützen. Das ÖPUL bietet finanzielle Anreize für Landwirte, die bestimmte Maßnahmen zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit der Landwirtschaft umsetzen.

Das Programm bietet mehrere Module und Maßnahmen, darunter:

- **Agrarumweltmaßnahmen:** Diese Maßnahmen konzentrieren sich auf die Förderung umweltfreundlicher landwirtschaftlicher Praktiken, wie die Verringerung des Einsatzes von Düngemitteln und Pestiziden, die Einführung von Fruchtfolgen und die Verbesserung der Boden- und Wasserbewirtschaftung. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, die negativen Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren und gleichzeitig die landwirtschaftliche Produktivität zu erhalten.

- Maßnahmen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt: ÖPUL unterstützt Maßnahmen, die zur Erhaltung und Wiederherstellung der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften beitragen. Dazu gehört die Schaffung und Erhaltung von Lebensräumen wie Feldrändern, Hecken, Blühstreifen und Feuchtgebieten, die Nahrung und Unterschlupf für Wildtiere bieten.
- Ökologischer Landbau: ÖPUL unterstützt Landwirte, die auf biologische Anbaumethoden umstellen. Der ökologische Landbau fördert die Verwendung natürlicher Düngemittel und Pestizide, vermeidet synthetische Chemikalien und legt Wert auf das Wohlergehen der Tiere und das ökologische Gleichgewicht.
- Landschaft und kulturelles Erbe: Das Programm fördert die Erhaltung und Pflege traditioneller Landschaftselemente wie Steinmauern, Teiche oder alte Obstgärten. Diese Merkmale tragen nicht nur zur biologischen Vielfalt bei, sondern bewahren auch das kulturelle Erbe.

UBB (Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung) sind ein spezifisches Modul innerhalb des ÖPUL-Programms. Es konzentriert sich auf die Förderung umweltfreundlicher landwirtschaftlicher Praktiken, die speziell die biologische Vielfalt verbessern. UBB-Maßnahmen zielen darauf ab, die Vielfalt von Pflanzen- und Tierarten zu erhöhen, die Vernetzung von Lebensräumen zu verbessern und Ökosystemleistungen in der Agrarlandschaft zu unterstützen.

Das UBB-Modul umfasst Maßnahmen wie die Anlage von Blühstreifen, die Pflege von Dauergrünland, die Erhaltung von Landschaftselementen, die Förderung der extensiven Beweidung und die Umsetzung wildtierfreundlicher Praktiken. Diese Maßnahmen bieten Nahrungsquellen, Nistplätze und Korridore für Wildtiere und tragen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Artenvielfalt bei.

Sowohl ÖPUL als auch UBB sind Teil der Bemühungen Österreichs, eine nachhaltige Landwirtschaft zu fördern, die Umwelt zu schützen und die biologische Vielfalt zu erhalten. Diese Programme bieten finanzielle Unterstützung und Anreize für Landwirte, die umweltfreundliche Praktiken anwenden, und tragen so zur ökologischen Nachhaltigkeit von Agrarlandschaften insgesamt bei.

Die GAP trägt dazu bei, die Bereitstellung von öffentlichen Umweltgütern auf allen Arten von land- und forstwirtschaftlichen Flächen (einschließlich Gebieten mit hohem Naturschutzwert) und in ländlichen Gebieten insgesamt zu verbessern. Sie trägt auch dazu bei, negative Auswirkungen auf die Umwelt und das Klima, einschließlich der Auswirkungen auf die biologische Vielfalt, zu verringern. Der österreichische GAP-Strategieplan 2023-2027 enthält eine Reihe von Initiativen zur Unterstützung der Erhaltung von intensiv bewirtschafteten Gebieten mit hohem Naturschutzwert.

Zielvorgaben werden unter anderem für die Erhaltung und Entwicklung bestimmter Schutzgüter (wie Trockenrasen, Feuchtwiesen und Streuobstwiesen) gemacht. Ebenso umfassen die Maßnahmen der 2. Säule der GAP (Agrarumweltprogramm = ÖPUL) die Pflege von extensiven Wiesen (1-2 Schnitt), Almen, Bergwiesen und Natura 2000-Gebieten. Die Landwirte erhalten für die freiwillige Durchführung von ÖPUL-Maßnahmen je nach Maßnahme einen finanziellen Anreiz.

Die folgenden Maßnahmen unterstützen die extensive Bewirtschaftung:

- Naturschutzmaßnahme (70-16) und "Ergebnisorientierte Maßnahme" (70-17).
- Bewirtschaftung von Almen" (70-12), insbesondere der optionale "Naturschutzplan für Almen".
- Bewirtschaftung von Bergweiden (70-05)
- Ökologischer Landbau (70-02)
- Natura 2000 - Landwirtschaft (72-1)

Die Berggebiete in Österreich haben einen vergleichsweise hohen Anteil an HNV-Landwirtschaft. Die Zahlungen für Landwirte in Gebieten mit naturbedingten Einschränkungen (71-01) leisten einen wesentlichen Beitrag zur Aufrechterhaltung der Landbewirtschaftung in den benachteiligten alpinen Gebieten und damit auch zur Erhaltung der vielfältigen Artenvielfalt und zur Erhaltung von Gebieten mit hohem Naturwert.

Politische Maßnahmen zur Förderung der landwirtschaftlichen Produktion

Der Rückgang der landwirtschaftlichen Anbauflächen führt zu einem entsprechenden Rückgang der landwirtschaftlichen Produktion, was sich in den Gesamterträgen je Projektregion widerspiegelt. Hinzu kommt, dass die Erträge stärker zurückgehen als die landwirtschaftliche Nutzfläche, was darauf hindeutet, dass auch klimatische Effekte eine Rolle spielen. Der Rückgang der Erträge hat einen entscheidenden Einfluss auf die Ernährungssicherheit.

Eines der spezifischen Ziele des GAP-Strategieplans ist es, lebensfähige landwirtschaftliche Einkommen und die Widerstandsfähigkeit des Agrarsektors zu unterstützen, um die langfristige Ernährungssicherheit und die landwirtschaftliche Vielfalt zu verbessern und die wirtschaftliche Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion in der Union zu gewährleisten. Der GAP-Strategieplan ist das zentrale Instrument für die Weiterentwicklung der österreichischen Landwirtschaft und von enormer Bedeutung für den ländlichen Raum. Sie zielt auf die nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit und Widerstandsfähigkeit der landwirtschaftlichen Betriebe ab und leistet gleichzeitig einen wesentlichen Beitrag zum Schutz der natürlichen Ressourcen und des Klimas. Damit leisten die Maßnahmen des GAP-Strategieplans einen wichtigen Beitrag für die Bewirtschaftung der Betriebe und ihrer Flächen.

Jedes Jahr werden 466 Millionen Euro an Grundeinkommensbeihilfen für rund 2,2 Millionen Hektar förderfähiger Flächen bereitgestellt. Die Landwirte erhalten aus den Direktzahlungen eine Grundzahlung von rund 208 Euro pro Hektar.

Andererseits stellt Österreich fast 60 % seines Budgets für die ländliche Entwicklung und für Umweltziele bereit. Die umfangreichsten Interventionen sind die Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (ÖPUL) zur Förderung der biologischen Vielfalt und einer klimafreundlichen Landwirtschaft. Mehr als 80 % der Landwirte nehmen an ÖPUL teil.

Die österreichische Landwirtschaft ist durch kleinbäuerliche Strukturen geprägt. Die Mehrzahl der Betriebe befindet sich in Berggebieten, daher spielen Zahlungen für natürliche oder andere gebietspezifische Einschränkungen eine wichtige Rolle, um zusätzliche Kosten und Einkommensverluste in benachteiligten Gebieten auszugleichen. Ziel ist es, die Landwirtschaft unter schwierigen Bedingungen zu erhalten.

Investitionsförderungsmaßnahmen unterstützen die Modernisierung der Betriebe (einschließlich Investitionen in die Bewässerung). Österreich unterstützt auch die

Niederlassung von Junglandwirten und neuen Landwirten zur Übernahme von Betrieben und zur Weiterführung der Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen.

Politische Maßnahmen zur Förderung des Trinkwassers

Das Ziel eines guten chemischen Zustands des Grundwassers wird in der Wasserrahmenrichtlinie und in der Grundwasserrichtlinie gefordert. Die Maßnahmen, die zur Erreichung dieses Ziels oder zur Vermeidung einer Verschlechterung durchgeführt werden, müssen im nationalen Bewirtschaftungsplan für das Einzugsgebiet angegeben werden.

Die EU-Nitratrichtlinie wird mit der Verordnung zum Nitrat-Aktionsprogramm (NAPV) umgesetzt. Sie verfolgt das Ziel, den Nitratreintrag aus landwirtschaftlichen Quellen in die Gewässer zu reduzieren.

Die meisten Stickstoffverluste entstehen in Ställen, bei der Lagerung und Ausbringung von Dung, so dass die Tierhaltung die Hauptquelle für die Stickstoffbelastung der Gewässer ist. Mineraldünger können viel genauer und bedarfsgerechter ausgebracht werden. Es ist wichtig, die Verluste weiter zu verringern, aber auch die Gesamtzahl der Tiere zu reduzieren, um den Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzfläche auszugleichen.

In Regionen/Szenarien, die für extreme Wetterereignisse anfällig sind, bedeutet das Verfehlen der Ernteziele höhere Stickstoffüberschüsse im Boden. Jahre mit schlechten Wetterbedingungen tragen am meisten zu hohen Stickstoffverlusten und erhöhten Nitratkonzentrationen im Grundwasser bei.

Die Veränderung der Grundwasserneubildungsrate bis 2050 wurde bei dieser Berechnung nicht berücksichtigt. Da vor allem in den östlichen Teilen Österreichs zusätzlicher Wasserstress zu erwarten ist, könnte die daraus resultierende Grundwasserbelastung noch höher ausfallen.

In Gebieten mit Nitratbelastung könnten defensivere Düngemittelausbringungsgrenzen notwendig sein, um eine Verbesserung der Grundwasserqualität zu erreichen. Die Verordnung zum Aktionsprogramm Nitrat definiert Gebiete mit verstärkten Grundwasserschutzmaßnahmen (NAPV, Anhang 5). In den CHES-Untersuchungsgebieten trifft dies auf etwa ein Viertel der Gemeinden in der Region Ost und ein Drittel der Gemeinden in der Region West zu.

Eine Ausweitung dieser Gebiete wird wahrscheinlich notwendig sein, insbesondere im Osten.

Allgemeine politische Empfehlungen basierend auf den Projektergebnissen und politischen Instrumenten

Die Projektergebnisse, kombiniert mit den politischen Instrumenten auf EU- und österreichischer Ebene, zeigen kritische Bereiche auf, in denen politische Interventionen notwendig sind, um Landnutzungsänderungen, landwirtschaftliche Nachhaltigkeit und Ökosystemleistungen anzugehen. Die im Policy Brief skizzierten strategischen Lösungen bieten auch einen Rahmen für die Entwicklung gezielter politischer Empfehlungen.

Förderung ökologischer und nachhaltiger Anbaumethoden

- Anreize für den ökologischen Landbau schaffen: Schaffung zusätzlicher Anreize im Rahmen der GAP und des ÖPUL für Landwirte zur Umstellung auf den ökologischen Landbau. Dies wäre insbesondere für die Untersuchungsregion West von Bedeutung, wo es noch Potenzial für weiteren ökologischen Landbau gibt.
- Agro-ökologische Praktiken fördern: Förderung der Fruchtfolge, der Bodenbedeckung und des integrierten Pflanzenschutzes zur Verbesserung der Bodengesundheit, zur Verringerung der Erosion und zur Förderung der biologischen Vielfalt im Einklang mit der EU-Biodiversitätsstrategie.

Arbeitslastmanagement und technologische Unterstützung

- Arbeitssparende Technologien: Investition und Förderung von Präzisionslandwirtschaft und arbeitssparenden Technologien durch Zuschüsse oder zinsgünstige Darlehen, um den Arbeitsüberschuss zu bewältigen.
- Trainingsprogramme für Landwirte: Entwicklung von Schulungsprogrammen, um die Fähigkeiten der Landwirte in den Bereichen Ressourceneffizienz, Arbeitslastmanagement und Klimaanpassungsstrategien zu verbessern.

Wasserqualität und Nitratmanagement

- Strengere GLÖZ-Normen: Durchsetzung strengerer GLÖZ-Normen (Guter landwirtschaftlicher und ökologischer Zustand) zur Kontrolle der Nitratwaschung und zum Schutz der Grundwasserqualität.
- Verstärkte Überwachung und Einhaltung: Aufstockung der Mittel für die Überwachung der Nitratwerte und Gewährleistung der Einhaltung der Wasserrahmenrichtlinie und der EU-Nitratrichtlinie.

Erhaltung von landwirtschaftlichen Flächen mit hohem Naturwert (HNV)

- Spezielle HNV-Wiederherstellungsprogramme: Einführung von Programmen, die speziell auf die Wiederherstellung von HNV-Agrarflächen abzielen, einschließlich Maßnahmen zur Wiederaufforstung, Wiederherstellung von Lebensräumen und nachhaltigen Landbewirtschaftungspraktiken.
- Anreize für die Aufwertung von Lebensräumen: Schaffung von Anreizen für die Schaffung von Lebensräumen in landwirtschaftlichen Betrieben wie Blühstreifen, Pufferzonen und die Wiederherstellung von Feuchtgebieten zur Förderung der Artenvielfalt.

Integration mit den Zielen des EU Green Deal

- Aufforstung und Wiederherstellung von Ökosystemen: Unterstützung von Aufforstungsinitiativen und der Wiederherstellung geschädigter Ökosysteme im Einklang mit dem Green Deal der EU, wobei sicherzustellen ist, dass diese Bemühungen mit landwirtschaftlichen Aktivitäten in Einklang gebracht werden.
- Entwicklung von ökologischen Korridoren: Schaffung ökologischer Korridore, um neu aufgeforstete Gebiete mit bestehenden Wäldern zu verbinden und so die Artenwanderung und die genetische Vielfalt zu fördern.

Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel

- Widerstandsfähige landwirtschaftliche Praktiken: Förderung von Praktiken, die die Widerstandsfähigkeit der Landwirtschaft gegenüber dem Klimawandel erhöhen, z. B. dürreresistente Pflanzen, effiziente Wassernutzung und Bodenschutztechniken.

- Langfristige Agrarumweltverträge: Förderung von langfristigen Verträgen für Landwirte, die sich zu nachhaltigen Praktiken und Klimaanpassungsmaßnahmen verpflichten, um eine kontinuierliche Unterstützung und Stabilität zu gewährleisten.

Unterstützung für Agrarregionen

- Bessere Subventionen und finanzielle Unterstützung: Erhöhung der GAP-Direktzahlungen und Entwicklung gezielter Subventionsprogramme für die östlichen Regionen mit dem Schwerpunkt auf der Stabilisierung der landwirtschaftlichen Einkommen und der Abschwächung des Rückgangs der Zahl der aktiven Betriebe.
- Maßgeschneiderte Agrar-Umwelt-Programme (ÖPUL): Umsetzung regionalspezifischer Agrarumweltmaßnahmen im Rahmen des ÖPUL zur Förderung nachhaltiger Praktiken, die den besonderen klimatischen Herausforderungen der östlichen Region gerecht werden.

Die aus den Projektergebnissen, den bestehenden politischen Instrumenten und den strategischen Lösungen des Kurzdossiers abgeleiteten Politikempfehlungen unterstreichen die Notwendigkeit eines umfassenden, regionalspezifischen Ansatzes in der Agrar- und Umweltpolitik. Durch eine verstärkte Unterstützung für gefährdete Regionen, die Förderung von nachhaltigem und ökologischem Landbau, eine effiziente Bewirtschaftung der Arbeitsbelastung, den Schutz der Wasserqualität, die Erhaltung von HNV-Flächen, die Integration mit dem Green Deal der EU und die Berücksichtigung der Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel können sowohl die EU als auch Österreich Fortschritte in Richtung einer nachhaltigeren und widerstandsfähigeren Agrarlandschaft machen. Diese integrierten Ansätze werden dazu beitragen, die in der Studie ermittelten negativen Auswirkungen abzumildern, die landwirtschaftlichen Einkommen zu stabilisieren und lebenswichtige Ökosystemleistungen zu erhalten, um langfristige Nachhaltigkeit und Widerstandsfähigkeit zu gewährleisten.

C) Projektdetails

6 Methodik

Der Fokus dieser Studie lag darauf, die Auswirkungen der Entscheidungen der Landwirte auf die Landnutzung in den Untersuchungsregionen zu bewerten und in Folge auf die Versorgung mit ausgewählten Ökosystemleistungen abzuleiten. Ziel war es, die systemischen Rückkopplungen zwischen Veränderungen des Klimas und der sozioökonomischen Rahmenbedingungen, Landnutzungsentscheidungen und den daraus resultierenden Landnutzungsänderungen in zwei Studienregionen zu analysieren, die zwei unterschiedliche klimatische und landschaftliche Transekte in Österreich widerspiegeln. In jährlichen Zeitschritten projizierte das Modell jährliche Landnutzungsmuster für 2015-2052 in drei unterschiedlichen Szenarien (Abbildung 2).

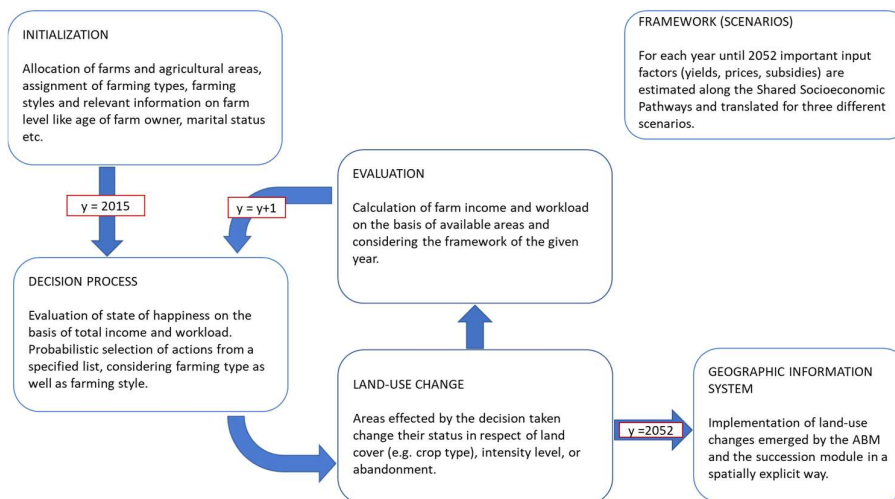


Abbildung 2: Funktionaler Überblick über den Modellierungsprozess und die systemischen Beziehungen im agentenbasierten Modell SECLAND.

Entitäten

Die wichtigsten Modellakteure sind landwirtschaftliche Betriebe, die landwirtschaftliche Flächen (Parzellen) bewirtschaften. Für die Studienregion West haben wir 3.058 Betriebe initialisiert, die 47.638 Parzellen bewirtschaften, die insgesamt 72.423 ha landwirtschaftliche Nutzfläche widerspiegeln (d.h. 32,3% der gesamten Studienregion West). Für die Untersuchungsregion Ost bildeten 2.990 aktive Betriebe mit 76.220 Parzellen auf 87.545 ha (d. h. 30,4 % der gesamten Untersuchungsregion West) landwirtschaftlicher Nutzfläche die Ausgangslage. Basierend auf der Analyse der InVeKoS-Daten (InVeKoS Austria, Basisjahr 2015) unterscheiden wir die landwirtschaftlichen Akteure nach mehreren Kernmerkmalen. Erstens haben wir drei Haupttypen von landwirtschaftlichen

Betrieben und Viehzuchtbetrieben identifiziert: 1) Ackerbaubetriebe ohne Viehhaltung, 2) Verarbeitungsbetriebe mit Schweinehaltung (Ferkelaufzucht oder -mast) und 3) Rinderhaltungsbetriebe (spezialisiert auf Milch- oder Fleischproduktion). Die Betriebe arbeiten entweder konventionell oder ökologisch. Für jede Produktionsart werden fünf Intensitätsstufen unterschieden, die sich in den Erträgen, den Bruttomargen und den Subventionen unterscheiden. Darüber hinaus folgen die landwirtschaftlichen Akteure verschiedenen "Motivationskonzepten" mit unterschiedlichen Präferenzen und Wertesystemen, die auf dem Konzept der Bewirtschaftungsstile von Schmitzberger et al. (2005) basieren: Ertragsoptimierer (orientiert an der Ertragsmaximierung), Förderungsoptimierer (handelt subventionsorientiert), Traditionalist (führt etablierte Bewirtschaftungstraditionen fort), Idealist (Selbstverwirklichung in der landwirtschaftlichen Arbeit) und Innovator (hohe Flexibilität).

Das Ackerland wurde in insgesamt 14 Landnutzungskategorien unterteilt (siehe Tabelle 1 in Anhang Landnutzungsklassen). Bei den Anbauflächen unterscheiden wir die Landnutzungsarten Mais, Getreide, Feldfutter, Soja, Winterraps, Hackfrüchte und Brache. Die Anbauflächen werden in drei Anbauzyklen bewirtschaftet. Für beide Untersuchungsregionen wird die mittlere Intensität (I3) auf Basis von Deckungsbeiträgen und Kalkulationsdaten (IDB Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten; BAB, 2021) ermittelt und für fünf Intensitätsstufen und Produktionssysteme entsprechend angepasst (mit untersuchungsregions-spezifischen Verfeinerungen).

Für Grünland, Wiesen und Weiden erfolgt eine Unterteilung in drei Hangneigungskategorien ($<25^\circ$, $25^\circ-35^\circ$ und $>35^\circ$), während Bergweiden nicht weiter unterteilt werden. Die Großvieheinheiten (lu) sind an das Grünland gebunden. Der betriebliche Viehbestand wird auf der Grundlage der von einem Betrieb bewirtschafteten Wiesen/Weiden errechnet. Die zugehörigen Viehbesatzdichten (lu/ha) für die Intensitätsstufen 1-5 (siehe Anhang Landnutzungsklassen, Tabelle 1) werden auf der Grundlage der Analyse der InVeKoS-Daten (Untersuchungsregion) errechnet. Im Gegensatz dazu werden die (Schweine-)Viehbestände auf der Grundlage aggregierter InVeKoS-Vieheinheiten initialisiert.

Gestaltungskonzepte - Hintergrund, individuelle Entscheidungsfindung der Landwirte und Anpassung

Betriebsleiter sind begrenzt rationale Akteure (Groeneveld et al., 2017). Sie streben nicht nach Gewinnmaximierung, sondern nach Wohlbefinden ("Satisfaction"), das wir als Gleichgewicht zwischen Einkommen und Arbeitsbelastung (pro (Vollzeit-)Landarbeiter) definiert haben. Die Betriebe investieren Arbeit in die Bewirtschaftung ihrer Flächen und in die Tierhaltung, mit der sie ein landwirtschaftliches Einkommen erwirtschaften, und verwenden die verbleibenden Stunden (maximale Arbeitsbelastung - landwirtschaftliche Arbeitsstunden) für nichtlandwirtschaftliche Arbeit und zusätzliches Einkommen. Die Intensität der landwirtschaftlichen Tätigkeit ist mit dem spezifischen Arbeitseinsatz (pro Fläche/Vieheinheit) und den spezifischen Bruttomargen verbunden. Die Betriebe bewerten jährlich ihr Wohlbefinden ("Zufriedenheit") anhand von drei Einkommens- und Arbeitsbelastungskriterien: absolute Schwellenwerte (pro Vollzeit-Arbeitskraft und Jahr), ein landwirtschaftliches Mindesteinkommen (je nach Region und Betriebstyp) zwischen 10.048 € und

42.767 € und eine maximale Arbeitsbelastung von 1.800 Stunden. Um einen Einkommensvergleich unter Gleichaltrigen zu ermöglichen, muss ein relativer Schwellenwert für das landwirtschaftliche Stundeneinkommen über dem durchschnittlichen landwirtschaftlichen Stundeneinkommen pro - 1 SD von Betrieben desselben Betriebstyps liegen. Abhängig von ihrer Zufriedenheit (mit einem oder beiden) treffen die Landwirte Entscheidungen unter zehn möglichen Maßnahmen, die sich auf ihre Betriebsführung auswirken, um ihre Zufriedenheit zu verbessern/erhalten, indem sie ihre Arbeitsbelastung und/oder ihr Einkommen erhöhen/verringern. Die Landwirte treffen eine Entscheidung aus einem Aktionsset mit vordefinierten Wahrscheinlichkeiten (siehe Anhang Landnutzungsklassen, Table 4).

Es gibt verschiedene Interaktionsebenen zwischen Betrieben, Flächen und dem Pachtmarktagenten. Die Handlungseinstellungen der Betriebe können sich nur auf die Betriebsvariablen auswirken (z. B. Einstellung zusätzlicher Arbeitskräfte) oder die Interaktion mit den landwirtschaftlichen Flächen erfordern (z. B. Erhöhung/Verringerung der Bewirtschaftungsintensität), bis hin zur Interaktion mit dem Pachtmarkt, wenn die Betriebe landwirtschaftliche Flächen verpachten oder pachten.

Eingangsdaten und Initialisierung

Für den Aufbau des ABM haben wir uns auf die Kombination der Analyse von quantitativen und qualitativen Daten verlassen. Wichtigste quantitative Datenquelle sind die österreichischen InVeKoS-Daten, die wir für die Analyse und Initialisierung der Betriebsstruktur verwendet haben. Die Betriebsgröße bzw. die Flächen basieren auf den räumlich expliziten GIS-Parzellen aus der Landkarte 2015. Die Betriebsarten basieren ebenfalls auf den Betriebsklassifikationen. Breitere Viehbestandskategorien wurden auf Basis der Großvieheinheiten in die vier Hauptgruppen Schweinemast, Schweinemast, Rindermilch und Rinderfleisch aggregiert. Während die Viehzahlen für Verarbeitungsbetriebe direkt in das Modell übertragen wurden, sind die Viehzahlen für Rinder mit dem Grünland verknüpft, d.h. die Herdengröße wird aus der an das Grünland gebundenen Fläche des Rinderbestandes (lu/ha) berechnet. Die Viehdichte (lu/ha) variiert je nach Intensitätsstufe und Produktionssystem (konventionell/ökologisch). Die berechneten Viehzahlen weichen nur geringfügig (<10%) von den aggregierten gemeldeten Zahlen ab. Die Werte für die Subventionen wurden ebenfalls anhand der im InVeKoS gemeldeten Informationen berechnet.

Das Alter der Betriebsleiter wurde als zufällige Normalfunktion auf Basis des gemeldeten Durchschnittsalters der Betriebsleiter initialisiert (Statistik Austria). Für die Ertragsdaten wurden die Ertragsdaten der Buchführungsbetriebe/FADN-Betriebe herangezogen, ergänzt durch Informationen aus den BAB-Bruttomargendaten (auf Landesebene). Für die Berechnung der Bruttomargen wurden außerdem Preis-, Kosten- und Arbeitsbedarfsdaten der BAB verwendet. Andere externe Inputs (außerlandwirtschaftliche Einkommen) basieren auf Daten der Statistik Austria.

Auf der anderen Seite haben wir studiengebietsspezifische, qualitative Daten zusammengestellt. Zur Erhebung von Verhaltensdaten (Handlungsset und Entscheidungsfindung) der landwirtschaftlichen Akteure wurden im Rahmen von drei Masterarbeiten (betreut von Dr. Veronika Gaube und Dr. Andreas Mayer)

insgesamt 29 halbstrukturierte Interviews mit Landwirten aus der Region (West: 14/ Ost: 20) durchgeführt.

Szenarien

In drei verschiedenen sozioökonomischen (und Klimawandel-)Szenarien haben wir die künftigen Landnutzungsentwicklungspfade für die beiden Untersuchungsregionen bewertet (Tabelle 1). In Bezug auf die Beschreibungen der Shared Socioeconomic Pathways (SSPs) (O'Neill et al., 2014, 2017) bewerteten wir drei Szenario-Storylines. Zunächst definierten wir ein Business-as-usual (BAU)-Szenario, das die aktuellen sozioökonomischen Trends fortsetzt. Um ein breites Spektrum an Entwicklungspfaden zu untersuchen, haben wir außerdem extremere Entwicklungspfade in einem auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Szenario (SSP1) und in einem Szenario mit raschem Wachstum (SSP5) bewertet. Für die Anpassung der zukünftigen Ertragswerte haben wir regionalspezifische Ertragsprognosen für geringen Klimawandel (BAU, SSP1) und hohen Klimawandel (SSP5) von Haslmayr et al. (2018) verwendet. Darüber hinaus integriert das ABM Wetterextremereignisse als stochastischen Prozess, der das landwirtschaftliche Einkommen je nach Szenarioannahme in unterschiedlichem Ausmaß negativ beeinflusst.

Tabelle 1: Dem agentenbasierten Modell zugrundeliegende Szenarioannahmen zu Erträgen, Preisen, Subventionen, Präferenzen und Extremereignissen - Schwellenwerte für Arbeitsbelastung und landwirtschaftliches Einkommen werden als konstant angenommen. Modellierte Szenarien: Business-as-usual (BAU), ein nachhaltigkeitsorientiertes (SSP1) und ein schnelles Wachstumsszenario (SSP5)

SCENARIOS	BAU	SSP1	SSP5
Yields (West)	+15%	+8%	+20%
Yields (East)	Z1: -5% Z2: -25%	Z1: constant Z2: -10%	Z1: -15% Z2: -50%
Prices	constant	conv: +15% org: +25%	constant
var. Costs	constant	constant	constant
Subsidies	constant	+50% conv/+75% org in 5-year intervals until 2030, thereafter constant	-100% conv/-100% org in 5-year intervals until 2030, thereafter constant
Workload	+10%	+5%	+10%
Extreme events	expected value: 10% p.a. (random normal distribution, SD 2.5%) impact: -40% yields	expected value: 7.5% p.a. (random normal distribution, SD 2.5%) impact: -30% yields	expected value: 15% p.a. (random normal distribution, SD 2.5%) impact: -60% yields
Preferences (alterations in agents decision matrices)	constant	constant	constant, possibility to switch from organic to conventional production

Einschränkungen und Bewertung des Modells

Wir haben die ABM-Kalibrierung bewertet, indem wir die Modellergebnisse des BAU-Szenarios mit historischen Daten für Schlüsselvariablen wie die Anzahl der aktiven Betriebe, die landwirtschaftliche Fläche oder den Viehbestand verglichen haben. Um die stochastischen Elemente im SECLAND-ABM zu berücksichtigen, haben wir Monte-Carlo-Simulationen durchgeführt und 100 Modellläufe für jedes Szenario zusammengestellt, um durchschnittliche Ergebnisse zu berechnen und darzustellen, die auf einer Bandbreite von Ergebnissen basieren (wie durch die farbigen Bereiche angezeigt).

Meilensteine:

1.1 Abschluss der Aufbereitung der Eingangsdaten

Die notwendigen Eingangsdaten für das agentenbasierte Modell SECLAND wurden durch eine Kombination von quantitativen und qualitativen Datenquellen aufbereitet. Die quantitativen Daten umfassten österreichische InVeKoS-Daten für die Betriebsstrukturanalyse und GIS-Parzellen für die räumliche Initialisierung. Es wurden Betriebsklassifikationen, Viehbestände und Subventionen berechnet und initialisiert. Darüber hinaus wurden qualitative Daten durch 29 halbstrukturierte Interviews mit Landwirten erhoben, um eine umfassende Datenaufbereitung zu gewährleisten.

1.2 Finalisierung der Landnutzungsänderungsmodelle mit dem ABM SECLAND in der Untersuchungsregion West

Das Modell SECLAND wurde für die Untersuchungsregion West erfolgreich implementiert und finalisiert. Für das Modell wurden 3.058 landwirtschaftliche Betriebe initialisiert, die 47.638 Parzellen bewirtschaften, was 72.423 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche entspricht. Die landwirtschaftlichen Akteure wurden durch unterschiedliche Bewirtschaftungsarten, Intensitätsstufen und Motivationsansätze charakterisiert, was eine genaue Simulation von Landnutzungsänderungen ermöglicht.

1.3 Fertigstellung der Landnutzungsänderungsmodelle mit dem ABM SECLAND in der Untersuchungsregion Ost

Das SECLAND-Modell wurde auch für die Untersuchungsregion Ost fertiggestellt. In dieser Region wurden 2.990 Betriebe initialisiert, die 76.220 Parzellen auf 87.545 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche bewirtschaften. Das Modell enthielt detaillierte Klassifizierungen und Merkmale der landwirtschaftlichen Akteure, analog zu denen im Westen, was genaue Projektionen der Landnutzungsänderung ermöglichte.

1.4 Implementierung des Validierungsrahmens TRACE

Der TRACE-Validierungsrahmen wurde implementiert, um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse des SECLAND-Modells zu gewährleisten. Dieser Rahmen erleichterte die Validierung von Modellvorhersagen anhand von Beobachtungsdaten und bot einen robusten Mechanismus zur Bewertung der Modellleistung und zur Gewährleistung der Modellglaubwürdigkeit.

Ökosystemleitung (ÖSL)-Prognosen und Bewertung

Die in AP1 & AP2 für die beiden Untersuchungsregionen erstellten Prognosen der Landnutzungsänderungen wurden in Veränderungen des Angebots relevanter Ökosystemleistungen übersetzt. Zunächst wurden geeignete Landnutzungskategorien ausgewählt, die mit dem SECLAND ABM in den beiden

Untersuchungsregionen adressiert und modelliert werden konnten. Diese Landnutzungskategorien umfassten Intensitätsstufen (z.B. intensives vs. extensives Grünland), die über konventionelle Landbedeckungsklassifikationen hinausgingen. Dieser Prozess stellte sicher, dass AP1 die Daten lieferte, die für die ÖSL-Bewertung benötigt wurden, indem z.B. für die Bestäubung wichtige Kulturarten berücksichtigt und implementiert wurden.

Die weiteren methodischen Schritte umfassten die Auswahl, Aufbereitung und kritische Bewertung der relevanten Eingangsdaten für jede der ausgewählten ÖSL, die Bewertung der expliziten Bereitstellung von ÖSL für die aktuelle Landnutzung (Jahr 2017), die Bewertung der Bereitstellung von ÖSL im Jahr 2050 (für jedes Szenario) sowie die Kartierung und kartografische Darstellung der ÖSL und ihrer zeitlichen Entwicklung (2017-2050).

Datenaufbereitung und statistische Berechnung

In einem ersten Schritt wurden in jeder der beiden Regionen für jedes Jahr und jeden Berechnungslauf die Summen der verschiedenen Flächennutzungen (z.B. Summe der Flächen der Biobetriebe) und weiterer Parameter (z.B. Summe der Erträge) ermittelt. Anschließend wurden der Median, das 5 %- und das 95 %-Quantil dieser Summen bestimmt.

Literatur

BML (2021). GAP-Strategieplan Österreich 2023-2027. Available at: https://info.bml.gv.at/dam/jcr:ea385170-f6ef-437b-8865-782bd6257366/GAP_1_2.pdf

BMLRT (2020): Stickstoffbilanzen 2012-2018. Berechnung auf Grundwasserkörper-Ebene. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. Wien, 2020.

BMLRT (2021): Wasserschatz Österreichs. Grundlagen für nachhaltige Nutzungen des Grundwassers, Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. Wien, 2021.

Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological indicators*, 21, 17-29.

EEA (2004). High nature value farmland. Characteristics, trends and policy challenges. EEA Report No 1/2004. ISBN 92-9167-664-0, EEA, Copenhagen

Egger, C., Plutzer, C., Mayer, A., Dullinger, I., Dullinger, S., Essl, F., ... & Gaube, V. (2022). Using the SECLAND model to project future land-use until 2050 under

climate and socioeconomic change in the LTSER region Eisenwurzen (Austria). *Ecological Economics*, 201, 107559.

Egger, C., Mayer, A., Bertsch-Hörmann, B., Plutzer, C., Schindler, S., Tramberend, P., ... & Gaube, V. (2023). Effects of extreme events on land-use-related decisions of farmers in Eastern Austria: the role of learning. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(3), 39.

Groeneveld, J., Müller, B., Buchmann, C. M., Dressler, G., Guo, C., Hase, N., ... & Schwarz, N. (2017). Theoretical foundations of human decision-making in agent-based land use models—A review. *Environmental modelling & software*, 87, 39-48.

Jaeger, J. A. (2000). Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape ecology*, 15, 115-130.

O'Neill, B. C., Kriegler, E., Riahi, K., Ebi, K. L., Hallegatte, S., Carter, T. R., ... & Van Vuuren, D. P. (2014). A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. *Climatic change*, 122, 387-400.

O'Neill, B. C., Kriegler, E., Ebi, K. L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D. S., ... & Solecki, W. (2017). The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. *Global environmental change*, 42, 169-180.

Müller, B., Bohn, F., Dreßler, G., Groeneveld, J., Klassert, C., Martin, R., ... & Schwarz, N. (2013). Describing human decisions in agent-based models—ODD+D, an extension of the ODD protocol. *Environmental Modelling & Software*, 48, 37-48.

Paracchini, M. L.; Petersen, J.-E.; Hoogeveen, Y.; Bamps, C.; Burfield, I. and van Swaay, C., (2008). High Nature Value Farmland in Europe. An estimate of the distribution patterns on the basis of land cover and biodiversity data. JRC Scientific and Technical Reports. European Communities, Luxembourg. Available at: [http://agrienv.jrc.ec.europa.eu/ activities_HNV.htm](http://agrienv.jrc.ec.europa.eu/activities_HNV.htm)

Schindler, S., Zulka, K. P., Sonderegger, G., Oberleitner, I., Peterseil, J., Essl, F., ... & Stejskal-Tiefenbach, M. (2016). Entwicklungen zur Biologischen Vielfalt in Österreich. *Schutz, Status, Gefährdung*, 192. https://www.umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationsdetail?pub_id=2193&cHash=dbe03eaff58de5105c8ceff65fea9701

Schmitzberger, I., Wrbka, T., Steurer, B., Aschenbrenner, G., Peterseil, J., & Zechmeister, H. G. (2005). How farming styles influence biodiversity maintenance in Austrian agricultural landscapes. *Agriculture, ecosystems & environment*, 108(3), 274-290.

7 Arbeits- und Zeitplan

	2019		2020				2021				2020				2023	
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
1. LUC modelling																
1.1 Preparation of input data																
1.2 ABM Study Region West																
1.3 ABM Study Region East																
1.4 Validation with TRACE framework																
2. Scenarios																
2.1 Combination of climate & socio-economic scenarios																
2.2 Definition of links from scenarios to policy tools																
2.3 Linking scenarios and LU management																
3. Change in ecosystem service supply																
3.1 Definition of land use categories for models																
3.2 Preparation of input data																
3.3 Ecosystem service assessment (2017)																
3.4 Ecosystem services assessment (2050)																
3.5 Mapping of change in ESS supply 2017-2050																
4. Land use management																
4.1 Evaluation of the outcomes of WP3																
4.2 Selection of key challenges																
4.3 Policy analysis																
4.4 Recommendation for CC resilient LU management																
5. Synthesis, synergies, trade-offs and dissemination																
5.1 Analyses across WP1-WP4																
5.2 Compilation of paper W1-3																
5.3 Compilation of paper WP4																
5.4 Dissemination activities - conference participation																
5.5 Compilation of the project report																
6. Stakeholder involvement																
6.1 Stakeholder selection																
6.2 First stakeholder workshop																
6.3 Local stakeholder interviews (for WP1)																
6.4 Stakeholder workshop (for WP4)																
6.5 Final symposium																
7. Project management																
7.1 Project Meetings (PM), Advisory Board Meetings (ABM), Project Reports (PR)		PM & ABM		PM	PR	PM	PM	PM		PM & PR		PM	PM	PM	PM & ABM	PR

8 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Publikationen im Rahmen des Projekts

- Egger, C., Mayer, A., Bertsch-Hörmann, B., Plutzer, C., Schindler, S., Tramberend, P., ... & Gaube, V. (2023). Effects of extreme events on land-use-related decisions of farmers in Eastern Austria: the role of learning. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(3), 39.
- Tramberend, P., Schindler S., Egger, C., Mayer, A., Bertsch-Hörmann, B., Plutzer, Burkhardt, B., Gaube, V., et al. (in prep.) Climate change impacts on land use change and ecosystem services in rural Austria.

Disseminierungsaktivitäten

- Die Ecosystem Service Partnership (ESP) Konferenz 2019 fand in Hannover statt und stand unter dem Leitthema "Ecosystem Services for Sustainable Development Goals (SDGs) in a changing world". Die Konferenz brachte Wissenschaftler, Praktiker und politische Entscheidungsträger aus aller Welt zusammen, um die entscheidende Rolle von Ökosystemleistungen für die Erreichung der SDGs zu untersuchen. Zu den wichtigsten Diskussionsthemen gehörten die Erhaltung der biologischen Vielfalt, die Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen und ökosystembasierte Strategien zur Anpassung an den Klimawandel und dessen Abschwächung. Das Projekt CHES stellte seine innovative Methodik und seinen Ansatz zur Modellierung von Szenarien im Zusammenhang mit Landnutzungsänderungen und Veränderungen der Ökosystemleistungen vor.
- Der 6. European Congress of Conservation Biology fand 2022 in Prag statt, wo das Projekt CHES seine ersten Ergebnisse vorstellte. Die Veranstaltung bot Wissenschaftlern, Naturschutzpraktikern und politischen Entscheidungsträgern eine Plattform, um über Themen der Naturschutzbiologie und Ökosystemleistungen zu diskutieren. Die Präsentation löste sinnvolle Diskussionen aus und bot Gelegenheit zum Austausch von Wissen über Landnutzungsänderungen und Ökosystemleistungen in Zeiten des Klimawandels.
- Im Jahr 2022 fand die Konferenz der Ecosystem Service Partnership (ESP) auf Kreta statt, die Wissenschaftlern und Forschern die Möglichkeit bot, ihre Entdeckungen zu verschiedenen Aspekten von Ökosystemleistungen auszutauschen. Die Konferenz zog eine große Zahl von Teilnehmern aus ganz Europa an. Während der Veranstaltung wurden die Ergebnisse des Projekts dem wissenschaftlichen Publikum vorgestellt, wobei die Bedeutung von Landnutzungsänderungen für Ökosystemleistungen hervorgehoben wurde. Die Präsentation wurde von den Anwesenden positiv aufgenommen.
- Der Workshop des EU-GAP-Netzwerks in Bologna 2023 befasste sich mit dem Thema "Verbesserung der Ernährungssicherheit bei sich ändernden Wettermustern - Anpassung der Betriebe". Ziel der Veranstaltung war es, Wege zur Verbesserung der Ernährungssicherheit im Kontext sich ändernder Klima- und Wettermuster und deren Auswirkungen auf landwirtschaftliche Praktiken zu erkunden und zu diskutieren. Der Workshop brachte Experten,

politische Entscheidungsträger und Praktiker zusammen, um Ideen und Strategien zur Bewältigung der Herausforderungen auszutauschen. Die Projektergebnisse wurden während der Workshop-Diskussionen vorgestellt und lösten lebhafte Diskussionen darüber aus, wie die Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel und die Wettervariabilität verbessert und die Ernährungssicherheit erhöht werden kann.

- Egger, C; Mayer, A; Gaube, V; Bertsch-Hörmann, B; Eckerstorfer, M; Götzl, M; Loishandl Weisz, H; Moser, D; Plutzar, C; Schindler, S; Schwaiger, E; Tramberend, P. (2021): Auswirkungen von Klimawandel und sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen auf Landnutzung und Ökosystemleistungen in zwei österreichischen Regionen (CHES) In: Climate Change Centre AUSTRIA (Hrsg.), Tagungsband 21. Österreichischer Klimatag: Clash of Cultures? Klimaforschung trifft Industrie!

Dissertation im Rahmen des Projekts

- Die Doktorandin Claudine Egger ist im Doktoratsstudium der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften an der Universität für Bodenkultur in Wien eingeschrieben. Sie hat eine erste Arbeit auf der Grundlage der CHES-Ergebnisse verfasst und ihre kumulative Dissertation bis zum Ende des CHES-Projekts im April 2023 eingereicht und wird im Juli 2023 ihren Abschluss machen.

Masterarbeiten im Rahmen des Projekts

- Fessler, B. M. (2021). Entscheidungsverhalten in der Grünlandbewirtschaftung von Landwirten und Landwirt*innen aus den politischen Bezirken Neunkirchen und Wiener Neustadt Land. Klima- und Umweltschutzmaßnahmen im Fokus. Alpen-Adria-Universität Klagenfurt. <https://permalink.obvsg.at/AC16456164>
- Petz, S. A. (2021). Entscheidungsverhalten im Ackerbau von Landwirt*innen aus den politischen Bezirken Oberpullendorf und Wiener Neustadt Land. Klima- und Umweltschutzmaßnahmen im Fokus. Alpen-Adria-Universität Klagenfurt. <https://permalink.obvsg.at/AC16456164>
- Perzl, M. (2021). Wirkungsweisen sozialer, ökonomischer und ökologischer Faktoren auf Entscheidungen, Anpassungsfähigkeit und Entwicklungen in der Fruchtfolgengestaltung. Alpen-Adria-Universität Klagenfurt. <https://permalink.obvsg.at/UKL/AC16484143>

Anhang:

Anhang: Übersicht Meilensteine:

1.1 Abschluss der Aufbereitung der Eingangsdaten

Die notwendigen Eingangsdaten für das agentenbasierte Modell SECLAND wurden durch eine Kombination von quantitativen und qualitativen Datenquellen aufbereitet. Die quantitativen Daten umfassten österreichische InVeKoS-Daten für die Betriebsstrukturanalyse und GIS-Parzellen für die räumliche Initialisierung. Es wurden Betriebsklassifikationen, Viehbestände und Subventionen berechnet und initialisiert. Darüber hinaus wurden qualitative Daten durch 29 halbstrukturierte Interviews mit Landwirten erhoben, um eine umfassende Datenaufbereitung zu gewährleisten.

1.2 Finalisierung der Landnutzungsänderungsmodelle mit dem ABM SECLAND in der Untersuchungsregion West

Das Modell SECLAND wurde für die Untersuchungsregion West erfolgreich implementiert und finalisiert. Für das Modell wurden 3.058 landwirtschaftliche Betriebe initialisiert, die 47.638 Parzellen bewirtschaften, was 72.423 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche entspricht. Die landwirtschaftlichen Akteure wurden durch unterschiedliche Bewirtschaftungsarten, Intensitätsstufen und Motivationsansätze charakterisiert, was eine genaue Simulation von Landnutzungsänderungen ermöglicht.

1.3 Fertigstellung der Landnutzungsänderungsmodelle mit dem ABM SECLAND in der Untersuchungsregion Ost

Das SECLAND-Modell wurde auch für die Untersuchungsregion Ost fertiggestellt. In dieser Region wurden 2.990 Betriebe initialisiert, die 76.220 Parzellen auf 87.545 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche bewirtschaften. Das Modell enthielt detaillierte Klassifizierungen und Merkmale der landwirtschaftlichen Akteure, analog zu denen im Westen, was genaue Projektionen der Landnutzungsänderung ermöglichte.

1.4 Implementierung des Validierungsrahmens TRACE

Der TRACE-Validierungsrahmen wurde implementiert, um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse des SECLAND-Modells zu gewährleisten. Dieser Rahmen erleichterte die Validierung von Modellvorhersagen anhand von Beobachtungsdaten und bot einen robusten Mechanismus zur Bewertung der Modelleleistung und zur Gewährleistung der Modellglaubwürdigkeit.

2.1 Festlegung von kombinierten Klima- und sozioökonomischen Szenarien

Es wurden drei verschiedene sozioökonomische Szenarien und Szenarien des Klimawandels spezifiziert, um zukünftige Entwicklungspfade der Landnutzung für die beiden Untersuchungsregionen zu bewerten. Diese Szenarien, die sich an den Gemeinsamen Sozioökonomischen Pfaden (SSP) orientieren, umfassen ein Business-as-usual-Szenario (BAU), ein nachhaltigkeitsorientiertes Szenario (SSP1) und ein Szenario für schnelles Wachstum (SSP5). Jedes Szenario enthält regionalspezifische Ertragsprojektionen und integriert stochastische

Extremwetterereignisse, um deren Auswirkungen auf das landwirtschaftliche Einkommen zu simulieren.

2.2 Zuordnung der relevanten Parameter und politischen Instrumente zum Szenariorahmen

Den festgelegten Szenarien wurden relevante Parameter und politische Instrumente zugewiesen. Dazu gehörten Variationen der Energiepreise, der Nahrungsmittelproduktion und -nachfrage, Subventionen für verschiedene Arten von landwirtschaftlichen Praktiken sowie Veränderungen bei Erträgen und Kosten. Die politischen Instrumente wurden auf die regionalen Merkmale der Untersuchungsregionen zugeschnitten und durch die Beiträge der Interessenvertreter aus WP6 informiert.

2.3 Verknüpfung von Szenarien und Landnutzungsmanagement auf der Grundlage einer Sensitivitätsanalyse

Die Szenarien wurden durch eine Sensitivitätsanalyse mit dem Landnutzungsmanagement verknüpft, die dazu beitrug, die Relevanz und die Auswirkungen verschiedener Landnutzungsmanagementmaßnahmen und politischer Instrumente zu ermitteln. Diese Analyse lieferte Einblicke in die potenzielle künftige Flächennutzung unter verschiedenen Szenarien und zeigte die Auswirkungen verschiedener politischer Instrumente auf, was als wichtiger Beitrag für WP4 diente.

3.1 Definition der Landnutzungskategorien

Geeignete Landnutzungskategorien wurden definiert, um die ESS-Variablen zu berücksichtigen, indem für die Bestäubung wichtige Pflanzentypen berücksichtigt und implementiert und Intensitätsstufen wie intensive vs. extensive Wiesen einbezogen wurden. Dadurch wurde sichergestellt, dass die für die ESS-Bewertungen benötigten Daten von WP1 bereitgestellt wurden.

3.2 Auswahl, Aufbereitung und Analyse der relevanten Inputdaten

Für jede ESS wurden relevante Eingangsdaten ausgewählt, aufbereitet und kritisch bewertet. Dieser Schritt beinhaltete die Integration verschiedener Datenquellen und die Sicherstellung der Qualität und Eignung der Daten für die nachfolgenden ESS-Bewertungen.

3.3 Bewertung des ESS-Angebots für 2017

Das Angebot von neun ESS wurde für die aktuelle Landnutzung im Jahr 2017 bewertet. Dies lieferte eine Ausgangsbasis für den Vergleich zukünftiger Szenarien und das Verständnis der aktuellen Dynamik des ESS-Angebots.

3.4 Bewertung des ESS-Angebots für 2050

Für jedes Szenario wurde das Angebot von neun ESS für das Jahr 2050 bewertet. Dies beinhaltete die Vorhersage von Veränderungen im ESS-Angebot auf der Grundlage verschiedener Landnutzungs- und Klimaszenarien.

3.5 Kartierung räumlich expliziter Veränderungen des ESS-Angebots (2017-2050)

Die räumlich expliziten Veränderungen des ESS-Angebots zwischen 2017 und 2050 wurden kartiert. Dazu gehörte eine kartografische Darstellung von ESS und ihren zeitlichen Veränderungen, die eine visuelle Darstellung der erwarteten Entwicklung des ESS-Angebots unter verschiedenen Szenarien bietet.

4.1 Bewertung der Ergebnisse von WP3 (Veränderung des ESS-Angebots bis 2050)

Dieser Meilenstein wurde erreicht, indem die Projektionen der Landnutzungsänderungen aus WP1 in Veränderungen der Bereitstellung von Ökosystemleistungen umgesetzt wurden. Insbesondere bewertete Aufgabe 3.4 das Angebot von neun Ökosystemleistungen (ESS) für das Jahr 2050 unter verschiedenen Szenarien und lieferte damit eine quantitative Grundlage für das Verständnis der Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf diese Leistungen.

Die Veränderungen in den ESS und ihre kausalen Zusammenhänge mit Landnutzungsänderungen wurden kritisch bewertet und intensiv unter den Experten im Konsortium (BOKU und UBA) und den Mitgliedern des Beirats (Universität Hannover und IIASA) diskutiert. In diese Diskussionen flossen auch die Ergebnisse von WP6 ein, die zu den im Gesamtbericht dargestellten Interpretationen führten.

4.2. Definition von 5-6 Schlüsselherausforderungen

Auf der Grundlage der Ergebnisse von WP1-3 wurden die wichtigsten Herausforderungen ermittelt. Zu diesen Herausforderungen gehören der Verlust von landwirtschaftlichen Flächen, die Zunahme von bewaldeten und aufgegebenen Flächen, Veränderungen in der Intensität der Grünlandnutzung und Verschiebungen in der ökologischen Landwirtschaft. Sie wurden durch die Einbeziehung von Interessenvertretern in WP6 validiert, was ihre Relevanz und Auswirkungen bestätigte.

4.3 Bewertung der politischen Werkzeuge (Strategien und Instrumente) zur Bewältigung der wichtigsten Herausforderungen

Die politischen Analysen in WP4 konzentrierten sich auf die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) und insbesondere auf ihre Komponenten wie den GAP-Strategieplan, die guten landwirtschaftlichen und ökologischen Bedingungen (GLÖZ) und die Grundanforderungen an die Betriebsführung (GAB). Diese Analysen bewerteten, wie diese politischen Instrumente die identifizierten Herausforderungen abmildern und nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken unterstützen können.

4.4 Entwicklung von gezielten Empfehlungen für ein CC-resilientes Landnutzungsmanagement

Auf der Grundlage der Auswertungen und Ergebnisse entwickelte WP4 gezielte Empfehlungen für ein klimaresilientes Landnutzungsmanagement. Diese Empfehlungen nutzen politische Instrumente wie ÖPUL und spezifische GAP-Maßnahmen zur Verbesserung der Biodiversität, des Bodenschutzes und nachhaltiger landwirtschaftlicher Praktiken. Sie zielen darauf ab, die Widerstandsfähigkeit gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels zu verbessern und gleichzeitig die ökologische Nachhaltigkeit und die wirtschaftliche Lebensfähigkeit in landwirtschaftlichen Regionen zu fördern.

5.1 Zusammenfassende Analysen von WP1-WP4 mit dem Schwerpunkt auf Synergien und Kompromissen zwischen ES unter den verschiedenen Szenarien

Die Analysen aus WP1-WP4 wurden kombiniert, um sich auf Synergien und Kompromisse zwischen Ökosystemleistungen (ES) unter verschiedenen Szenarien zu konzentrieren. Dies beinhaltete den Vergleich der Ergebnisse für neun ESS unter drei Klimawandel- (CC) und sozioökonomischen Szenarien, um Einblicke in ihre Wechselwirkungen zu gewinnen.

5.2 Zusammenstellung eines wissenschaftlichen Papiers, das die wissenschaftlichen Erkenntnisse aus WP 1-3 zusammenfasst und kombiniert

Um den Meilenstein 5.2 zu erreichen, haben wir die Erkenntnisse aus verschiedenen Arbeitspaketen kombiniert, um die Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf Landnutzungsentscheidungen von Landwirten in Ostösterreich zu untersuchen. Durch die Integration von externen Faktoren wie Klimawandel und wirtschaftlichen Anpassungen mit den wertorientierten Eigenschaften der Landwirte und adaptivem Lernen haben wir ein agentenbasiertes Modell verwendet, um zukünftige Szenarien zu simulieren. Die Ergebnisse zeigen, dass adaptives Lernen dazu beiträgt, den Rückgang der landwirtschaftlichen Betriebe und der landwirtschaftlichen Nutzfläche abzumildern, aber die Arbeitsbelastung der Landwirte erhöht, was den Bedarf an Arbeitsunterstützung verdeutlicht.

Egger, C., Mayer, A., Bertsch-Hörmann, B., Plutzer, C., Schindler, S., Tramberend, P., ... & Gaube, V. (2023). Effects of extreme events on land-use-related decisions of farmers in Eastern Austria: the role of learning. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(3), 39.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-023-00890-z>

5.3 Erstellung eines wissenschaftlichen Papiers über Landnutzungsmanagement und politische Empfehlungen (WP 4)

Um den Meilenstein 5.3 zu erreichen, erstellen wir ein wissenschaftliches Papier mit dem Titel "Climate change impacts on land use change and ecosystem services in rural Austria". Mit Hilfe des agentenbasierten Modells projizieren wir die Veränderungen in der Landnutzung und den Ökosystemleistungen bis 2050 für sieben Bezirke in zwei ländlichen Regionen und zeigen die größten Herausforderungen wie den Verlust von landwirtschaftlichen Flächen und geringere Erträge aufgrund der Klimaauswirkungen auf. Unsere Empfehlungen für eine nachhaltige Landwirtschaft stehen im Einklang mit der EU-Politik und befürworten ein integriertes Landnutzungsmanagement, klimagerechte Praktiken, die Bewirtschaftung erneuerbarer Ressourcen und eine verstärkte sektorübergreifende Zusammenarbeit. Die Vorlage des Papiers wird bis August 2024 erfolgen.

5.4 Erstellung von gezielten Kurzdarstellungen (in deutscher Sprache) für jede ESS für österreichische politische Entscheidungsträger und andere Stakeholder

Für jedes der neun untersuchten ESS wurde ein gezieltes Kurzdossier in deutscher Sprache für österreichische politische Entscheidungsträger und Stakeholder erstellt. Ziel dieses Briefings war es, die wissenschaftlichen Erkenntnisse in umsetzbare Empfehlungen im Einklang mit der nationalen und EU-Umweltpolitik zu übersetzen.

5.5 Erstellung des Projektabschlussberichts

Schließlich wurde ein umfassender abschließender Projektbericht erstellt, der alle Ergebnisse von WP1-6 zusammenfasst. Dieser Bericht diente als Höhepunkt der Forschungsanstrengungen des Projekts, indem er die wichtigsten Ergebnisse, politische Implikationen und Empfehlungen für ein klimagerechtes Ökosystemmanagement darstellte.

6.1 Auswahl der relevanten Interessengruppen

Die relevanten Stakeholder wurden sorgfältig ausgewählt, darunter Vertreter von Behörden (Gemeinde-, Provinz- und Bundesebene), Umwelt-NGOs, Beratungsunternehmen, Forscher in den Bereichen Klima, Landnutzung und Ökosystemdienstleistungen (ESS) sowie Personen aus dem Agrarsektor.

6.2 Erster Stakeholder-Workshop, um Vorschläge der Stakeholder von Anfang an in die Projektarbeit zu integrieren.

Der erste Stakeholder-Workshop wurde zu Beginn des Projekts abgehalten, um das Projektkonzept vorzustellen und Feedback einzuholen. An diesem Workshop nahmen Stakeholder wie Experten aus dem Bundeslandwirtschaftsministerium und anderen relevanten Institutionen teil. Ihre Vorschläge halfen, die Projektdetails zu verfeinern.

6.3 Interview mit Experten und Landwirten zur Verbesserung und Feinabstimmung der Modellierungsaktivitäten in WP1

Es wurden Interviews mit Experten und Landwirten geführt, wobei der Schwerpunkt auf der östlichen Untersuchungsregion lag. Diese Interviews dienten der Verbesserung und Feinabstimmung der Modellierungsaktivitäten in WP1, insbesondere unter Verwendung des agentenbasierten Modells SECLAND. Die von Experten (z.B. Landwirtschaft, Wasserwirtschaft) und Landwirten gewonnenen Erkenntnisse trugen wesentlich zur Modellierung von Entscheidungsprozessen unter zukünftigen klimatischen und sozio-ökonomischen Szenarien bei.

6.4 Zweiter Stakeholder-Workshop zur Diskussion der geplanten politischen Empfehlungen für WP4

Ein zweiter Stakeholder-Workshop wurde abgehalten, um Zwischenergebnisse aus WP1, WP2 und WP3 zu diskutieren. Dieser Workshop erleichterte die Diskussion über die Auswirkungen dieser Ergebnisse auf die Entscheidungsfindung. Das Feedback der Stakeholder war entscheidend für die Entwicklung maßgeschneiderter politischer Empfehlungen im Rahmen von WP4.

6.5 Projektsymposium zur Diskussion und Präsentation der Projektergebnisse und politischen Empfehlungen

Gegen Ende des Projekts wurde ein Symposium organisiert, um alle Projektergebnisse umfassend zu präsentieren und zu diskutieren. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf der Präsentation der aus den Projektergebnissen abgeleiteten politischen Empfehlungen. An dem Symposium nahmen relevante Interessengruppen teil, darunter Vertreter des Ministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus.

7.1. Internes Kick-off-Meeting (Monat 11/19)

Im November 2019 fand ein internes Kick-off-Meeting statt, um die WP7-Aktivitäten einzuleiten. Dieses Treffen diente wahrscheinlich dazu, die Teammitglieder auf die Projektziele, Aufgaben und Zeitpläne abzustimmen.

7.2. Zwischentreffen (Monat 03/21)

Im Mai 2021 fand ein Zwischentreffen statt, nachdem es aufgrund der pandemiebedingten Verzögerungen um zwei Monate verschoben worden war. Die Sitzung konzentrierte sich auf die Datenverarbeitung und Modellierungsanpassungen und diente als kritischer Kontrollpunkt, um die Fortschritte zu überprüfen, Herausforderungen anzugehen und sicherzustellen, dass das Projekt auf dem richtigen Weg ist, um seine Ziele bis zum Ende des Förderzeitraums zu erreichen.

7.3 Zwischenberichte (Monate 09/20, 09/21)

Zwischenberichte wurden im September 2020 und Oktober 2021 vorgelegt. Diese Berichte enthielten aktuelle Informationen über den Projektfortschritt, einschließlich Errungenschaften, Herausforderungen und Anpassungen des Projektplans auf der Grundlage von Zwischenergebnissen oder erhaltenem Feedback.

7.4. Abschlussbericht - administrative Fragen (Monat 09/22)

Aufgrund der Projektverlängerung wurde der finanzielle Teil des Abschlussberichts im Juli 2023 vorgelegt. Dieser Bericht enthielt finanzielle Zusammenfassungen, die Einhaltung der Berichtspflichten und andere administrative Details, die für den Projektabschluss und die abschließende Bewertung erforderlich sind. Der wissenschaftliche Teil des Abschlussberichts folgte im August 2023 und umfasste alle wissenschaftlichen Aspekte des Projekts, einschließlich der Ergebnisse und Empfehlungen.

Anhang: Indikator für landwirtschaftliche Flächen mit hohem Naturwert

Extensiv bewirtschaftete Ökosysteme leisten einen wertvollen Beitrag zur Erhaltung der biologischen Vielfalt, was sich in dem Indikator "High Nature Value Farmland" widerspiegelt. Ziel dieses Konzepts ist es, den Zusammenhang zwischen extensiven landwirtschaftlichen Praktiken und der biologischen Vielfalt aufzuzeigen. Das Hauptziel dieses Agrarumweltindikators besteht daher darin, ökologisch wertvolle landwirtschaftliche Lebensräume mit extensiven Landnutzungsparametern und kleinräumigen Bewirtschaftungsparametern und -strukturen zu identifizieren und zu erfassen.

Während sich HNV-Ackerland auf die Gesamtheit der ökologisch bedeutsamen Flächen der Agrarlandschaft bezieht, bezeichnet HNV-Landwirtschaft die Art der Bewirtschaftung, die zur Erhaltung und Entwicklung von HNV-Ackerland führt. Dabei kann es sich um sehr unterschiedliche Bewirtschaftungsformen handeln, die alle ihre spezifische Bedeutung haben: extensive Beweidung, extensiver Grünland- und Ackerbau, Pflege von Landschaftselementen. Grünland spielt bei der Bewertung von HNV-Agrarflächen tendenziell eine wichtigere Rolle.

In Österreich hat vor allem das Berggebiet einen relativ hohen Anteil an HNV-Flächen durch extensive Weiden, Bergwiesen sowie ein- und zweischnittige Wiesen und Weiden an steilen Hängen.

Das System der wertvollen landwirtschaftlichen Nutzflächen wurde in den 1990er Jahren entwickelt. Die EEA und das UNEP haben eine Definition von HNVF-Flächen formuliert und Methoden zur Identifizierung von HNVF-Flächen auf gesamteuropäischer Ebene entwickelt (EEA 2004). Eine erste Version der europäischen HNV-Karte auf der Grundlage von CORINE land cover 2000 wurde von Paracchini et al. 2008 vorgelegt. Die Europäische Umweltagentur (EUA) hat drei Haupttypen von HNV-Landwirtschaftsflächen identifiziert:

- Typ 1 - Ackerland mit einem hohen Anteil an naturnaher Vegetation.
- Typ 2 - Ackerland mit einem Mosaik aus Landwirtschaft mit geringer Intensität und natürlichen und strukturellen Elementen wie Feldrändern, Hecken, Steinmauern, Waldstücken oder Gebüsch, kleinen Flüssen usw.
- Typ 2 - Ackerland mit einem Mosaik aus Landwirtschaft mit geringer Intensität und natürlichen und strukturellen Elementen wie Feldrändern, Hecken, Steinmauern, Waldstücken oder Gebüsch, kleinen Flüssen usw.
- Typ 3 - Land mit seltenen Arten oder einem hohen Anteil an europäischen oder weltweiten Populationen.

Die derzeitige Schätzung von HNV basiert auf:

HNV-Ackerland wird durch die Art der Bodennutzung (Ackerland, Grünland), die Bewirtschaftungsmethoden (ökologisch, konventionell), die Art der Kultur und die Hanglage definiert.

Type	Management	Remarks
Cropland		
extensive cropland	organic	maize, winter cereals, soya beans ...
all fallow land	organic / conventional	
Grassland		
extensive meadows	organic / conventional	slope 0-35%
all meadows	organic / conventional	slope > 35%
extensive pastures	organic / conventional	slope 0-35%
all pastures	organic / conventional	slope > 35%
all alpine pasture	organic / conventional	

Anhang Landnutzungsklassen

Drei Landnutzungsklassen (Ackerland, Grünland, Wald) und Hauptmerkmale der Beete: Anbauformen, Neigungsklassen, Anbauzyklen, Intensitätsstufen und Erträge für die Untersuchungsregionen Ost und West

LUC class	crop type	slope	crop cycle	intensity	yields (West)	yields (East)
Cropland	corn	unique slope class	cr1: corn, cereals, root crops, cereals, (field forage*) cr2: corn, cereals, soy, cereals, (field forage*) cr3: corn, cereals, rape, (field forage*) *organic crop cycles: differ from conventional ones as they end with field forage	intensity level (IL) 0: area on rent market with no cultivation intensity levels (IL) 1-5: differing work requirement and yields/ gross margins depending on the farm intensity level and production system (conv./org.)	IL 1: 0.9* IL2 IL 2: region specific from book keeping farms IL 3: BAB conv./org. (for Upper Austria) IL 4: region specific from book keeping farms but higher than IL3 IL 5: 1,1*IL4 conventional/ 1,05*IL4 organic	IL 1: 0.9* IL2 IL 2: 0.9* IL3 IL 3: AWI calculator conv.l/org. (for Lower Austria) IL 4: 1.1* IL3 conventional/ IL 5: 1.1* IL4 conventional/ 1.05*IL4 organic
	cereals	unique slope class	cr1, cr2, cr3			
	field forage	unique slope class	cr1, cr2, cr3 organic			
	soybean	unique slope class	cr2			
	winter oilseed rape	unique slope class	cr3			
	root crops	unique slope class	cr1			
	fallow	unique slope class	n.a.			
Grassland	grassland meadow	slope class s1: <25° slope class s2: 25°-35° slope class s3: > 35°	n.a.	IL 0: rent market IL 1-5: floored at IL 1	IL 1: 1 cut/ 0.75 conv/ 0.5 org (lu/ha) IL 2: 2 cuts/ 1.25 conv/ 1 org (lu/ha) IL 3: 3 cuts/ 1.5 conv/ 1.25 org (lu/ha) IL 4: 4 cuts/ 2.0 conv/ 1.5 org (lu/ha) IL 5: 5 cuts/ 2.5 lconv/2 org (lu/ha) see table xx for slope class differentiation	n.a.
	grassland pasture		n.a.			
	mountain pastures	unique slope class	n.a.			
Forest	deciduous	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	coniferous	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Aktionspaket von Entscheidungen für landwirtschaftliche Agenten. Die Landwirte treffen Entscheidungen auf der Grundlage ihrer Zufriedenheit mit dem Einkommen und der Arbeitsbelastung, wobei die Wahrscheinlichkeiten von Zufriedenheit, Betriebstyp, Bewirtschaftungsstil und Szenario abhängen.

Actions	Description	Level of inter-action
1: Nothing	Farms decide not to change their operations and postpone their decision into the next year	none
2: Hire farm worker	Farms hire an additional farm worker (10% of a full-time equivalent or 180 hours yearly)	
3: Intensification	Farms with intensity level ≤ 4 increase their intensity level by +1	farm patches
4: Extensification	Farms with intensity level > 1 decrease their intensity level by -1	
5: Organic	Farms switch their production style from conventional to organic, this is possible once per simulation cycle (37 years)	
6: Land-use change	Farms decide between income gain (maximal income) or time saving (minimal time use) and switch their cropland between crop cycles accordingly	
7: Afforestation	Farms plant forest on one of their grassland patches and decrease their suffer-counter	farm patches, rental market
8: Expansion	Farms try to acquire 1 patch from the rental market to expand their farming size	
9: Reduction	Farms dismiss additional workers, if they are employed; Farms send 1 patch to the rental market to reduce their farming size	
10: Termination	Farms pass their remaining areas to the rental market; patches change their patch unit to the one of the rental markets and set their intensity level to 0; Farms then track their 'death' year and reason (termination) before switching their activity status to 0	

Anhang: Ausgewählte Stakeholder für die Workshops

Im Rahmen des CHES-Projekts wurde eine vielfältige Auswahl von Interessengruppen hinzugezogen, um umfassende Beiträge und Erkenntnisse für die Workshops zu gewährleisten. Zu dieser Gruppe gehörten:

- BFW Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft: Experten für Forstwirtschaft, Naturgefahren und Landschaftspflege.
- BIO AUSTRIA - Verein zur Förderung des biologischen Landbaus
- Biosphärenpark Wienerwald und BIOSPHÄREN-PARK WIENERWALD MANAGEMENT GmbH: Einrichtungen zur Verwaltung des Biosphärenparks Wienerwald.
- Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Abteilung II/3: Regierungsvertreter des Ministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus.
- Esterhazy Betriebe GmbH: Großes privates Land- und Forstmanagementunternehmen.
- Forschung Burgenland GmbH: Forschungseinrichtung mit dem Schwerpunkt Regionalentwicklung.

- HBLFA Raumberg-Gumpenstein und Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik: Bildungseinrichtungen mit den Schwerpunkten Agrar- und Umweltpädagogik.
- KLAR! Bucklige Welt - Wechselland - Verein Bucklige Welt - Regionalentwicklung: Verein für regionale Entwicklung, der sich auch mit der Anpassung an den Klimawandel befasst.
- Landwirtschaftskammern: Landwirtschaftskammern aus Oberösterreich, Burgenland und Niederösterreich, die die Interessen der Landwirte vertreten.
- LEADER-Region Elsbeere Wienerwald: Initiative zur regionalen Entwicklung.
- Natur- und Umweltverein Kirchschatz/Bucklige Welt: Lokale Natur- und Umweltschutzgruppe.
- Ökoregion Kaindorf und Ökosoziales Forum: Organisationen zur Förderung der ökoregionalen Entwicklung und sozial-ökologischer Initiativen.
- PANNATURA GmbH: Landmanagementgesellschaft mit Schwerpunkt auf nachhaltiger Land- und Forstwirtschaft.
- Studienzentrum für Internationale Analysen (STUDIA) und Uni Innsbruck - Institut für Ökologie: Akademische Einrichtungen, die ökologische Forschung und internationale Analysen anbieten.

Diese Akteure haben wertvolle Beiträge zu den Themen nachhaltige Landwirtschaft, Erhaltung der biologischen Vielfalt und Umweltschutz geleistet.

Liste von Organisation in den Workshops:

Organisation	Workshop 1	Workshop 2	Symposium
BFW		1	
BIO AUSTRIA			1
Biosphärenpark Wienerwald	1	1	
BML	1	1	
Esterhazy Betriebe GmbH			1
Forschung Burgenland GmbH	2		1
HBLFA Raumberg-Gumpenstein		1	
Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik		1	
KLAR! Bucklige Welt - Wechselland	1	1	
Landwirtschaftskammer OÖ	1		
Landwirtschaftskammer NÖ	1		
Landwirtschaftskammer BL	2	1	
Landwirtschaftskammer Bund			2
LEADER-Region Elsbeere Wienerwald	1		1
Natur- & Umweltverein Kirchschatz/Bucklige Welt	1	1	
Ökoregion Kaindorf	1	1	
Ökosoziales Forum	1		1
PANNATURA GmbH	1	1	
Studienzentrum für Internat. Analysen (STUDIA)	1	2	1
Universität Innsbruck - Institut für Ökologie			2
BOKU (Project partner)	6	2	2
Umweltbundesamt (Project leader)	2	5	5

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte sowie die barrierefreie Gestaltung der Projektbeschreibung, übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

Die Fördernehmerin/der Fördernehmer erklärt mit Übermittlung der Projektbeschreibung ausdrücklich über die Rechte am bereitgestellten Bildmaterial frei zu verfügen und dem Klima- und Energiefonds das unentgeltliche, nicht exklusive, zeitlich und örtlich unbeschränkte sowie unwiderrufliche Recht einräumen zu können, das Bildmaterial auf jede bekannte und zukünftig bekanntwerdende Verwertungsart zu nutzen. Für den Fall einer Inanspruchnahme des Klima- und Energiefonds durch Dritte, die die Rechthinhaberschaft am Bildmaterial behaupten, verpflichtet sich die Fördernehmerin/der Fördernehmer den Klima- und Energiefonds vollumfänglich schad- und klaglos zu halten.