

BayTreeNet	Talking Trees (3 Teilprojekte)
BAYSICS	Citizen Science-Portal für Klimaforschung und Wissenschaftskommunikation (10 Teilprojekte)
AquaKlif	Einfluss multipler Stressoren auf Fließgewässer im Klimawandel (7 Teilprojekte)
BLIZ	Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft, Landnutzung, Ökosystemleistungen und Biodiversität in Bayern bis 2100 (6 Teilprojekte)
LandKlif	Auswirkungen auf Artenvielfalt und Ökosystemleistungen in naturnahen, agrarischen und urbanen Landschaften (10 Teilprojekte)

In den fünf Juniorforschergruppen erhalten herausragende Nachwuchswissenschaftler*innen in Bayern die Möglichkeit, eine eigene Forschungsgruppe zu gründen und sich in ihrem Forschungsfeld zu etablieren:

ADAPT	Anpassungsfähigkeit von Bestäubern im alpinen Raum
Cleanvelope	Energieaktive Gebäudehüllen für eine klimaorientierte Stadtentwicklung
MIntBio	Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt
BayForDemo	Anpassungsstrategien für bayerische Wälder
HyBBEx	Hysterese-Effekte in bayerischen Buchenwald-Ökosystemen

Unter der wissenschaftlichen Leitung der Sprecherin Prof. Dr. Annette Menzel und des Sprechers Prof. Dr. Ingolf Steffan-Dewenter sind an insgesamt neun Standorten folgende Forschungseinrichtungen beteiligt: Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Universität Bayreuth, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Universität Regensburg, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Universität Augsburg, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Leibniz-Rechenzentrum, Technische Universität München und Ludwigs-Maximilians-Universität München.

Die bayklif-Projekte haben eine gemeinsame Geschäftsstelle, die insbesondere mit der Organisation und Koordination des Netzwerks betraut ist. Als Brücke für die Kommunikation zwischen den einzelnen Forschungsgruppen sorgt die Geschäftsstelle auch für den Dialog der Forschungsgruppen mit dem Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst und der Öffentlichkeit. Sie unterstützt die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei administrativen Fragen und informiert die interessierte Öffentlichkeit über die neuesten Ergebnisse der Forschung in einer allgemein verständlichen Form, z.B. durch Informationsmaterial und über die bayklif-Homepage (www.bayklif.de).

Autorinnen: Dr. Sabine Rösler, sabine.roesler@bayklif.de, Referentin bayklif; Dr. Ulrike Kaltenhauser, kaltenhauser@bayklif.de, Leiterin der Geschäftsstelle bayklif im Genzentrum der Ludwigs-Maximilians-Universität (LMU) München.

Vorstellung des bayklif-BLIZ-Projektes und Editorial

Mona Reiss, Anja Rammig und Perdita Pohle

Im Rahmen des Bayerischen Klimaforschungsnetzwerks (bayklif) wirft das interdisziplinäre Verbundprojekt BLIZ „Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft, Landnutzung, Ökosystemleistungen und Biodiversität in Bayern bis 2100“ einen Blick in die Zukunft und entwickelt Szenarien für nachhaltige Landnutzungsstrategien und ein nachhaltiges Management von Ökosystemen in Bayern. Von Wissenschaftler*innen der Technischen Universität München (TUM), der Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU),

der Universität Regensburg (UR) und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) werden die Auswirkungen des Klimawandels auf ökologische und sozioökonomische Systeme und deren Wechselwirkungen in den ländlichen Räumen Bayerns untersucht sowie mögliche zukünftige Veränderungen abgeschätzt. Mit Hilfe von computergestützten Simulationsmodellen wird erforscht, welche Anpassungsstrategien zu einer Stabilisierung dieser Systeme führen und unter welchen Umständen eine drastische ökologische Degradierung oder sozioökonomische Veränderungen auftreten können. Ziel des Verbundes ist es, konkrete Handlungsempfehlungen für angepasste Landnutzungsstrategien, die den Erhalt der Biodiversität und die Funktionalität von Ökosystemen garantieren, zu geben und diese mit Praxispartnern zu diskutieren, zu bewerten sowie mögliche Unsicherheiten abzuwägen.

Das interdisziplinäre Projekt bringt Wissenschaftler*innen aus den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Kulturgeographie zusammen und besteht aus sechs Teilprojekten (TP1-6):

1. Auswirkungen von Landnutzungs- und Klimawandel auf terrestrische Ökosysteme und Biodiversität (Rammig und Weisser, TUM)
2. Biodiversitätskipppunkte im Klima- und Landnutzungswandel (Cabral, UW)
3. Kippunkte in limnischen Systemen (Raeder und Hoffmann, TUM)
4. Einfluss des Klimawandels auf Landnutzung und Multifunktionalität (Knoke und Sauer, TUM)
5. Unsicherheit und Risiko in Systemmodellen zu Klimafolgen in Bayern – BayRisk (Hartig, UR)
6. Multifunktionale ländliche Räume in Bayern im Kontext des Klimawandels: Wahrnehmung und Bewertung sozial-ökologischer Transformation und Akzeptanz von nachhaltigen Landnutzungsoptionen (Pohle, FAU)

Im ökosystemaren und ökologischen Teil des Verbundprojektes untersuchen TP1-3 in enger Zusammenarbeit die Auswirkungen von Klima- und Landnutzungswandel auf Ökosystemleistungen und Biodiversität terrestrischer und aquatischer Ökosysteme. Hierbei werden Experimente zur Qualität von Stillgewässern (TP3) durchgeführt, welche als Grundlage für aquatische Modelle dienen, die von Teilprojekt 2 entwickelt werden. Die terrestrische Ökosystemmodellierung wird abgedeckt von Teilprojekt 1 und liefert u.a. Aussagen zur Produktivität und Resilienz der forstlichen und landwirtschaftlichen Ökosysteme im Klima- und Landnutzungswandel. Basierend auf diesen Modellergebnissen und bestehenden Daten werden Ökosystemleistungen und Änderungen der Biodiversität abgeschätzt (TP1, TP2). Die Ergebnisse des ökosystemaren und ökologischen Teils des Projektes fließen in die sozio-ökonomische Bewertung und Szenarienentwicklung ein. Im sozio-ökonomischen Teil des Verbundes werden Landnutzungs- und ökonomische Modelle angewendet (TP4), um die Entwicklung ländlicher Räume in Bayern abzuschätzen. Dies schließt die multifunktionale Modellierung des Managements land- und forstwirtschaftlicher Modell-Betriebe, sowie Trade-off- und Impact-Analysen von Klimaschutzmaßnahmen ein. Parallel dazu untersucht Teilprojekt 6 empirisch gesellschaftliche Entwicklungen, wie z.B. sozial-ökologische Transformationsprozesse im Bereich der Anpassung der Landnutzung an den Klimawandel aus Sicht verschiedener Akteure, die in die Modellentwicklung einfließen. Die Ergebnisse der sozio-ökonomischen Modellierung

werden mit der Ökosystemmodellierung gekoppelt, sodass die Interaktionen zwischen Ökonomie und Ökologie, wie z.B. die Auswirkungen eines angepassten Managements auf Ökosystemleistungen und Biodiversität, explizit untersucht werden können. Aus den Modellergebnissen werden mögliche Szenarien der ökologischen und sozio-ökonomischen Entwicklung in Bayern bis 2100 abgeleitet. Für alle Ergebnisse schätzt Teilprojekt 5 mit statistischen Methoden Modell- und Vorhersageunsicherheiten durch den Vergleich mit Beobachtungsdaten ab und bezieht diese in die Szenarienentwicklung ein. Die Szenarien und deren Vorhersageunsicherheiten werden durch eine Präferenz- und Akzeptanzanalyse von Teilprojekt 6 untersucht. Der Wissenstransfer und Praxisbezug in BLIZ wird durch gemeinsame Diskussionen und Bewertungen der entwickelten Szenarien mit verschiedenen Akteuren sichergestellt.

In den nachfolgenden elf Beiträgen werden erste Ergebnisse aus den jeweiligen Teilprojekten von BLIZ sowie in einem Beitrag Ergebnisse aus dem bayklif-Verbundprojekt BayTreeNet vorgestellt.

Teilprojekt 1 untersucht, inwiefern sich Klima- und Landnutzungswandel auf Ökosystemfunktionen, Ökosystemleistungen und Biodiversität auswirken. KRAUSE, PAPASTEFANOU und RAMMIG zeigen in ihrem Beitrag, wie terrestrische Ökosysteme von Störereignissen und Landnutzung beeinflusst werden können. Anhand des dynamischen Vegetationsmodells LPJ-GUESS simulieren sie verschiedene Landnutzungsszenarien in Bayern für ein mittleres Emissionsszenario. Unter gleichbleibender Landnutzung und häufiger werdenden Störereignissen zeigt sich, dass Wälder von einer Kohlenstoffsenke zu einer Kohlenstoffquelle werden. Anschließend untersuchen sie, welche Landnutzungsänderungen diesen Effekt abmildern können. RUBANSCHI, MEYER und WEISSER geben in ihrem Artikel eine detaillierte Übersicht über die bayerische Biotopkartierung und zeigen auf, wie mit dieser lokale Biotopverbreitungsmodelle entwickelt werden können, um zukünftig wertvolle Biotope auch unter den Bedingungen des Klima- und Landnutzungswandels zu erhalten. Sie appellieren an Politik, Wissenschaft und Naturschutz, die bayerische Biotopkartierung verstärkt zu nutzen, sichtbarer zu machen und Defizite auszugleichen.

Teilprojekt 2 geht der Frage nach, inwieweit der Klimawandel Einfluss auf Artgemeinschaften in aquatischen und terrestrischen Systemen hat. Unter Beachtung verschiedener ökologischer Prozesse werden Prognosen über Vorkommen und Ausbreitung von Tier- und Pflanzenarten erstellt und schließlich bayernweite Biodiversitäts-Hotspots abgeleitet. In ihrem Beitrag geben LEWERENTZ und CABRAL einen Überblick über das Vorkommen und die Artenvielfalt von Unterwasservegetation in bayerischen Seen.

Außerdem analysieren sie die Umweltfaktoren, die sich aufgrund von Klima- und Landnutzungswandel ändern. Dabei zeigen sie, dass die Unterwasservegetation bereits heute auf den Klimawandel reagiert und, dass langfristig mit weiteren Änderungen in der Artenvielfalt zu rechnen ist. In „bioDIVERSity“ wird von LEWERENTZ et al. ein Computerspiel gegen das Imageproblem von Wasserpflanzen vorgestellt, das im Rahmen eines interdisziplinären Kurses an der Universität Würzburg entstanden ist. Anhand virtueller Medien soll ein junges Publikum spielerisch an das Ökosystem See herangeführt werden, ein Bewusstsein geschaffen und die Auswirkungen menschlichen Eingreifens verstanden werden.

Klima- und Landnutzungswandel führen zu erhöhten Einträgen in Seen. Daher untersucht *Teilprojekt 3* die sich verändernde Zusammensetzung der Unterwasservegetation und versucht Kippunkte für Stoffeinträge zu ermitteln, die zu signifikanten Veränderungen in der Wasserpflanzenvegetation führen. HOFFMANN und RAEDER zeigen in ihrer Arbeit auf, dass der Klimawandel bereits heute Einfluss auf die Unterwasservegetation nimmt und es auf lange Sicht zu Änderungen in der Biodiversität kommen kann. Sie weisen nach, dass durch die steigenden Wassertemperaturen immer mehr Gewässer wärmeliebende nichtheimische Wasserpflanzen (thermophile Neophyten) beherbergen. In Bezug auf die Auswirkungen erhöhter Stoffeinträge auf wärmeliebende nichtheimische Wasserpflanzen lassen sich allerdings noch keine generellen Aussagen treffen.

Teilprojekt 4 betrachtet die Entwicklungen der Landnutzung in Bayern rückblickend wie auch vorausschauend. Moderne Landnutzungsmodelle werden auf landwirtschaftliche Modell-Höfe bzw. Modell-Forstbetriebe angewendet, um Landnutzungsoptionen abzuschätzen. Ökonomische und multifunktionale Entwicklungen, aber auch alternative Landnutzungsoptionen werden für die zukünftige Landnutzung Bayerns analysiert. RÖSSERT und KNOKE geben in ihrer Studie Einblicke in die vielfältigen Herausforderungen der landwirtschaftlichen Produktion unter dem Einfluss des Klimawandels. Sie untersuchen das Potenzial für übliche Kulturpflanzenarten und Kurzumtriebsplantagen (KUPs) für ein rein wirtschaftliches und ein multifunktionales Szenario. Für beide Szenarien lässt sich ein hohes Potential für KUPs in bayerischen Ackerbaubetrieben feststellen. STETTER und SAUER analysieren in ihrem Artikel Treibhausgasemissionen, die in landwirtschaftlichen Betrieben ausgestoßen werden. Diese betriebsspezifischen, sogenannten „Carbon Footprints“ werden in Relation zum wirtschaftlichen Erfolg gesetzt. Dabei zeigt sich bayernweit ein heterogenes Bild über verschiedene Betriebsformen, -größen und andere betriebsindividuelle Merkmale hinweg.

Die zukünftige Entwicklung von Ökosystemen unter dem Einfluss des Klimawandels kann anhand ökologischer Modelle abgeschätzt werden, jedoch immer mit signifikanten Unsicherheiten. Um ökonomisch und gesellschaftlich nachhaltige Entscheidungen treffen zu können, befasst sich *Teilprojekt 5* mit detaillierten Prognosen über die Folgen des Klimawandels und deren Unsicherheiten. OBERPRILLER et al. geben in ihrem Beitrag eine Übersicht verschiedener Typen von Modellunsicherheiten im Kontext der Klimafolgeprojektionen und zeigen, wie man diese quantifizieren und verringern kann. Anhand einer Fallstudie, in der eine Unsicherheitsanalyse des terrestrischen Ökosystemmodells LPJ-GUESS für einen Standort in Franken durchgeführt wird, werden die verschiedenen Komplexe von Modellunsicherheiten veranschaulicht.

Der Klimawandel beeinflusst und verändert die vielfältigen Funktionen der ländlichen Räume Bayerns. In *Teilprojekt 6* werden sozial-ökologische Transformationen in Anpassung an den Klimawandel in ländlichen Räumen Bayerns identifiziert, dokumentiert und aus Sicht unterschiedlicher Akteure bewertet. In ihrem Artikel über aktuelle Klimatrends und Zukunftssimulationen analysieren und interpretieren LEDERER und POHLE zukünftige Entwicklungen des Klimas in Bayern im Hinblick auf die Landwirtschaft. Die zukünftigen, szenarienabhängigen Klimaänderungen in Bayern gehen mit einer Zunahme von Hitzetagen, Veränderungen der saisonalen Niederschläge und einer zunehmenden Gefahr von Trockenstresssituationen einher, die sich auf die bayerische Landwirtschaft auswirken. Einigen positiven, ertragssteigernden Aspekten, wie z.B. einer Verlängerung der Vegetationsperiode, stehen eine Reihe negativer Faktoren wie Ernteverluste und Ertragsschwankungen gegenüber. Vor dem Hintergrund des Klimawandels als potenzieller Einflussfaktor diskutiert der Beitrag von KIESLINGER et al. Veränderungen in der landwirtschaftlichen Nutzung in Bayern seit 1999. Hierbei zeigen sich indirekte Effekte des Klimawandels durch z.B. klimapolitische Maßnahmen (Erneuerbare-Energien-Gesetz) und deren Folgen in der Flächenentwicklung (Zunahme Maisanbau). Direkte Effekte sind z.B. Ertragseinbrüche im Ackerbau, die mit gehäuft aufgetretenen Witterungsextremen in den vergangenen zehn Jahren korrelieren. Im Beitrag von POHLE et al. werden die wichtigsten rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen für sozial-ökologische Transformationen in Anpassung an den Klimawandel in den Themenfeldern Nachhaltigkeit, ländliche Räume, Klima- und Gewässerschutz, Biodiversität, Wald, Landwirtschaft und Energie auf verschiedenen Ebenen (Global, EU, BRD, Bayern) analysiert. Es zeigt sich u.a., dass ambitionierte Zielsetzungen ohne Ergebnisverpflichtungen, sektorale

Interessenskonflikte (z.B. zwischen Landwirtschaft, Energie und Naturschutz) sowie sich überschneidende Zuständigkeiten zwischen den Handlungsebenen gravierende Hindernisse auf dem Weg zum angestrebten 1,5-Grad-Ziel des globalen Temperaturanstiegs darstellen.

BRÄUNING et al. stellen in ihrem Beitrag das bayklif-Verbundprojekt *BayTreeNet* vor. BayTreeNet untersucht die Reaktionen von Waldökosystemen auf die aktuelle Klimadynamik in Bayern. Anders als in herkömmlicher Klimafolgenforschung werden nicht Klimavariablen wie Temperatur und Niederschlag betrachtet, sondern der Fokus wird auf Großwetterlagen gelegt. An mehreren Standorten in Bayern werden durch hoch aufgelöste Klimamodellierung Vorkommen und Häufigkeit von Großwetterlagen modelliert

sowie die Auswirkungen auf Baumwachstum und ökologisches Verhalten wichtiger Waldbaumarten mit verschiedenen dendroökologischen Ansätzen analysiert. Die Messreihen werden im Rahmen eines Bildungsprojektes für nachhaltige Entwicklung von Schüler*innen in Social Media überführt und ausgewertet („talking trees“).

Autorinnen: Mona Reiss, mona.reiss@tum.de, TUM School of Life Sciences, Technische Universität München; Prof. Dr. Anja Rammig, anja.rammig@tum.de, TUM School of Life Sciences, Technische Universität München; Prof. Dr. Perdita Pohle, perdita.pohle@fau.de, Institut für Geographie der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg.



BLIZ-Team am Abend des Eröffnungsvortrages der FGG-Vortragsreihe WS 2019/2020 am 21.10.2019 in Erlangen. Erste Reihe v.l.n.r.: Dr. Uta Raeder, Dr. Julia Kieslinger, Mona Reiss, Dr. Denitsa Angelova, Prof. Dr. Perdita Pohle; zweite Reihe v.l.n.r.: Sebastian Rössert, Sven Rubanschi, Prof. Dr. Florian Hartig, Dr. Markus Hoffmann, Prof. Dr. Wolfgang Weisser, Christian Stetter, Prof. Dr. Anja Rammig, Anne Lewerentz, Prof. Dr. Thomas Knoke, Prof. Dr. Juliano Sarmento-Cabral, Johannes Oberpriller