



Herbst 2020



Grünlandflächen erbringen wertvolle Ökosystemleistungen. Bild: Ralf Kiese (KIT)

Editorial

## Grünlandböden im Alpenraum in Zeiten von Klimawandel und Landnutzungsänderung

Saftig grüne, zuweilen auch bunte Wiesen und Weiden sind das Markenzeichen der Alpen und Voralpen. Diese Kulturlandschaft ist nicht nur schön anzusehen und damit ein touristischer Magnet, diese Wiesen und Weiden sind äußerst vielfältig und erfüllen eine ganze Reihe von Funktionen mit großer Bedeutung für unsere Ökosysteme.

Während die anderen BonaRes-Projekte verschiedene Aspekte der Ackernutzung unserer Böden in den eher

flachen Agrarlandschaften erforschen, steigen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von SUSALPS in die bergigeren Regionen bis auf die Almen um Strategien für eine nachhaltige, standortangepasste Grünlandbewirtschaftung unter sich ändernden klimatischen und sozio-ökonomischen Bedingungen zu entwickeln. Über Ihre Forschungsarbeit und bisherigen Ergebnisse berichten sie in diesem BonaRes-Newsletter.

Bei der Entwicklung solcher Strategien sind wir zunehmend darauf angewiesen, sowohl die natürlichen Prozesse zwischen Boden und Pflanzengemeinschaften, aber auch die sozio-ökonomischen Wirkungsketten so gut zu verstehen, dass wir tatsächlich vorhersagen können was passieren wird, wenn sich das Klima oder die gesetzlichen Regelungen ändern. Dies ist nötig, weil die zu erwartenden Änderungen außerhalb unseres Erfahrungshorizontes liegen.

In enger Zusammenarbeit mit der landwirtschaftlichen Praxis stellt sich SUSALPS der Herausforderung, das nötige Wissen für prognosefähige Modelle aufzubauen. Diese sollten uns letztlich sagen können auf welchem Standort, mit welcher Grünlandbewirtschaftung die Tiere genügend Futter und die Landwirte ein gutes Auskommen haben werden, während gleichzeitig die Nährstoffe in den gewünschten Kreisläufen bleiben, um dem Klimawandel eher entgegen zu wirken, als ihn weiter zu befeuern.

Ich wünsche eine spannende Lektüre.

Hans-Jörg Vogel

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



**Hans-Jörg Vogel** ist Koordinator des **BonaRes-Zentrums für Bodenforschung**. Er studierte Agrarwissenschaften an der Universität Hohenheim. Seit 2005 leitet er das **Department Bodensystemforschung** am **Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ** in Halle. Schwerpunkte seiner Arbeit sind die Modellierung von Böden als komplexe Systeme sowie des Einflusses der landwirtschaftlichen Bodennutzung auf die Bodenfunktionen.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Grünland im Alpenvorland. Bild: Anne Schucknecht (KIT)

Im Fokus

## Grünland – mehr als nur Gras und Futterlieferant

**Grünlandökosysteme bedecken etwa ein Drittel der eisfreien Landoberfläche. Sie sind bedeutende Lebensräume für Pflanzen und Tiere und durch die Speicherung von Kohlenstoff für den Klimaschutz relevant. Um diese wichtigen Funktionen zu erhalten oder sogar zu stärken, ist es wichtig, Nutzungsstrategien für Grünlandökosysteme zu entwickeln, die klimaangepasst sind, aber auch sich ändernden gesetzlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen gerecht werden.**

In Mitteleuropa denkt man bei dem Begriff Grünland vermutlich zu aller erst an (intensiv) genutzte landwirtschaftliche Mähwiesen und Weiden. Weltweit gibt es aber sehr verschiedene Erscheinungsformen, etwa Savannen oder Steppen. Sie erstrecken sich über unterschiedliche Klimazonen, von warm-feuchten über gemäßigte bis hin zu halbtrockenen oder kühlen Regionen. Diese Ökosysteme unterscheiden sich je nach Klima, Boden und Nutzung in ihrem Erscheinungsbild und ihren Eigenschaften – etwa im Hinblick auf Pflanzen- und Tiergemeinschaften, Wasser- und Stoffflüsse, sowie der Speicherung und dem Umsatz von Nährstoffen. Die Nutzung von Grünland variiert aufgrund dieser unterschiedlichen naturräumlichen Gegebenheiten und reicht von extensiver Weidewirtschaft bis hin zu intensiver Futtermittelproduktion.

### Grünland – bedeutend für Ernährung und Wirtschaft

Grünlandökosysteme erfüllen eine Vielzahl an Funktionen und Ökosystemdienstleistungen, wie Kohlenstoff- und Stickstoffspeicherung (vor allem im Boden), Wasserreinigung, Erosionskontrolle und Erholung. Daneben stellen Grünländer Futter für die Viehwirtschaft, zum Beispiel als Weide oder Mähwiese, zur Verfügung und spielen global eine bedeutende Rolle für Ernährung und Wirtschaft. Weltweit trägt die Viehwirtschaft direkt zur Lebensgrundlage und Ernährungssicherheit von fast einer Milliarde Menschen bei. Die Spanne reicht hier von Kleinbetrieben, die den eigenen Bedarf decken oder lokal vermarkten, bis hin zu hoch spezialisierten, intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Betrieben.

### Grünlandschutz ist Klimaschutz

Der Schutz von Grünlandökosystemen ist für globale Klimaschutzmaßnahmen sehr wichtig. Ihre Bedeutung als Kohlenstoffspeicher wurde lange unterschätzt. Jedoch werden in Grünlandböden schätzungsweise 20 Prozent der globalen Bodenkohlenstoffvorräte gespeichert. Im süddeutschen Alpen- und Voralpenraum ist Grünland weit verbreitet. In den dortigen Grünlandböden sind zwischen 135 bis 163 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar gespeichert. Damit ist die Kohlenstoffspeicherung in Grünlandböden vergleichbar mit der in Waldböden.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Steigende Temperaturen sowie veränderte Niederschlagsmengen und -saisonalität wirken sich auf die biogeochemischen Prozesse in Grünlandökosystemen aus. Davon können beispielsweise die Umsetzung und Speicherung von Kohlenstoff und Stickstoff, die Pflanzenartenzusammensetzung (etwa Verlust oder Einwanderung von Arten), die Futterqualität, die Mikroorganismen im Boden als auch die Verdunstungs- und Versickerung betroffen sein.

## Beeinträchtigung durch veränderte Landnutzung

Neben Klimaveränderungen beeinflussen auch veränderte sozioökonomische Rahmenbedingungen die Prozesse im Grünland. So steigt in manchen Regionen der Nutzungsdruck. Mögliche Folgen hiervon sind, dass Grünlandökosysteme degradieren, in Ackerland umgewandelt werden oder durch Versiegelung komplett verloren gehen. In Ungunstlagen hingegen werden Grünlandflächen zum Teil nicht mehr bewirtschaftet, was ebenfalls zu einer Beeinträchtigung oder zu einem Verlust von Ökosystemdienstleistungen führen kann.

In den Alpen sind die Auswirkungen des Klimawandels deutlicher ausgeprägt als im weltweiten Durchschnitt: bisherige Beobachtungen und Berechnungen für das 21. Jahrhundert zeigen, dass die Temperaturen in den Alpen etwa doppelt so stark ansteigen wie im globalen Mittel. Zudem wird erwartet, dass sich die Niederschlagsverteilung verschiebt: mehr Niederschlag im Winter und weniger im Sommer. Außerdem wird sich die Niederschlagsvariabilität erhöhen, das bedeutet größere Unterschiede in der Niederschlagsmenge zwischen einzelnen Jahren und ein häufigeres Auftreten von Trockenperioden oder Starkniederschlag. Wie stark sich diese Veränderungen auf die verschiedenen Funktionen von Grünlandökosystemen auswirken werden, ist bislang nicht vollständig geklärt und muss weiter untersucht werden.

## Klimawandel als treibender Faktor

Wie wirkt sich der Klimawandel auf die mikrobielle Aktivität und die Artenzusammensetzung im Boden aus? Wie werden die Nutzungseffizienz von Güllestickstoff und die Umwandlungsprozesse von Stickstoff im Boden beeinflusst? Was bedeutet der Klimawandel für die Wasser- und Kohlenstoffspeicherung sowie den Austrag von Nährstoffen? Wie wird sich die Pflanzenartenzusammensetzung verändern? Antworten auf diese und ähnliche Fragen suchen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im BonaRes-Verbundprojekt "Sustainable use of alpine and pre-alpine grassland soils in a changing climate – SUSALPS".

Das sich ändernde Klima stellt auch die Landwirtinnen und Landwirte vor neue Herausforderungen. Ein früherer Beginn und die insgesamt längere Dauer der Vegetationsperiode, längere Trockenphasen oder eine veränderte Niederschlagsverteilung sind nur einige Beispiele, die eine Anpassung der Bewirtschaftung erfordern.

## Düngeverordnung im Alpenraum schwer umsetzbar

Daneben spielen auch politische und ökonomische Rahmenbedingungen eine zentrale Rolle für die landwirtschaftliche Nutzung. Ein Beispiel ist die neue und derzeit stark diskutierte Düngeverordnung. Die Verordnung hat das Ziel, die Nitratbelastung von Gewässern und dem Grundwasser zu reduzieren. Sie begrenzt unter anderem die erlaubte Güllemenge, die auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



werden darf. Weiterhin legt die Düngeverordnung die Art der Gülleausbringung fest. In den Alpen und Voralpen sind die Nutzflächen und Betriebsgrößen in der Regel kleiner und durch die Hangneigung schwerer zu bewirtschaften als in Flachlandregionen, sodass die vorgeschriebene Technik schwerer umsetzbar ist.

Das Zusammenspiel zwischen naturräumlichen Faktoren wie Boden, Höhenlage und Mikroklima und sozioökonomischen Faktoren wie rechtlichen Vorgaben und betriebswirtschaftlichen Aspekte ist komplex. So kann zum einen die Nutzung bislang begünstigter Standorte eingeschränkt werden – etwa wenn die Biomasseproduktion und Futterqualität durch Hitze- und Trockenperioden abnimmt. Zum anderen können steigende Temperaturen bei ausreichender Wasserversorgung die Biomasseproduktion stimulieren und neue Flächen (etwa in höheren Lagen) wirtschaftlich attraktiver machen.

## Unser Ziel: standortangepasste Strategien

Um den Kulturlandschaftsraum alpines und voralpines Grünland ökologisch und ökonomisch nachhaltig zu bewirtschaften, sind standortangepasste Strategien gefragt. Dabei müssen wirtschaftliche Aspekte wie die Betriebsgröße oder die Wettbewerbsfähigkeit berücksichtigt, aber auch die naturräumlichen Gegebenheiten und die durch den Klimawandel zu erwartenden Veränderungen einbezogen werden. Denn nur dann können wertvolle Bodenfunktionen und Ökosystemdienstleistungen erhalten und gleichzeitig dem gestiegenen Anpassungsdruck in der Landwirtschaft Rechnung getragen werden.

*Anne Schucknecht und Katrin Schneider (KIT)*

**Anne Schucknecht** ist studierte Geoökologin und beschäftigt sich seit ihrer Promotion mit dem globalen Wandel und der nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen. Dabei spezialisierte sie sich auf Methoden der Vegetationsfernerkundung und wendet diese vor allem auf landwirtschaftliche Fragestellungen an. Seit 2017 arbeitet sie im **BonaRes-Verbundprojekt SUSALPS-Projekt** am **Campus Alpin** des **Karlsruher Instituts für Technologie, Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU)**. Hier entwickelt sie unter anderem Modelle zur Schätzung von Grünlandparametern aus Drohnen- und Satellitenbildern und unterstützt das Projektmanagement.

**Katrin Schneider** beschäftigt sich seit ihrem Studium der physischen Geographie an der Ludwig-Maximilians-Universität München mit den Themen Landnutzung, Klimawandel und Ökohydrologie. Ihr besonderes Interesse gilt möglichen Auswirkungen von Landnutzungs- und Klimaänderungen auf den Wasserhaushalt, die Wasserqualität und den wassergebundenen Austrag von Kohlenstoff und Stickstoff. Seit 2017 arbeitet sie am **Karlsruhe Institut für Technologie, Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) Campus Alpin** und bringt diese Forschungsschwerpunkte im Projekt **SUSALPS** ein und unterstützt das Projektmanagement.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung





Ralf Kiese (links, Bild: Amadeus Bramsiepe/KIT) und Michael Dannenmann (rechts, Bild: privat).

Im Gespräch

## Subalpines und alpines Grünland – ein besonderer Forschungsgegenstand

**Ralf Kiese und Michael Dannenmann sind Wissenschaftler im BonaRes-Verbundprojekt SUSALPS. Im Doppelinterview geben Sie Auskunft darüber, was sie an der Grünlandforschung fasziniert, was das Grünland im Alpenraum so besonders macht und berichten über den wichtigen Austausch mit Landwirtinnen und Landwirten, wenn es um die Entwicklung nachhaltiger Bewirtschaftungsstrategien geht.**

Herr Kiese und Herr Dannenmann, Sie untersuchen beide biogeochemische Prozesse in verschiedenen Ökosystemen und Agrarlandschaften. Was fasziniert Sie besonders am Grünland?

RK: DAS Grünland gibt es so ja nicht. Grünland ist äußerst divers und reicht von Almwiesen über Weiden bis hin zu intensiv genutzten Schnittwiesen, alles benachbart im Landschaftskontext. Diese Grünlandvarianten erfüllen in unterschiedlichem Maße verschiedene Bodenfunktionen und Ökosystemdienstleistungen – diese sind aber nicht immer alle gleichzeitig auf einer Fläche zu erreichen. Beispielsweise erzielen intensiv genutzte Flächen in der Regel einen höheren Ertrag, weisen aber eine deutlich geringere Artenvielfalt auf.

MD: Agronomische Bedürfnisse wie Produktivität, Futter-, Fleisch- und Milchproduktion stehen einer hohen Biodiversität, Kohlenstoffspeicherung und dem Grundwasserschutz oft entgegen – etwa durch sehr intensive Bewirtschaftung, die die Pflanzenvielfalt reduziert. Bei angepasster Bewirtschaftung, die Standorteigenschaften berücksichtigt, kann gerade für Grünland allerdings ein erstaunlich weitreichender Ausgleich zwischen diesen unterschiedlichen Anforderungen erreicht werden.

Das SUSALPS-Projekt setzt den Schwerpunkt auf das Grünland im Alpen- und Voralpenraum. Was sind die Besonderheiten des Grünlandes in diesem Gebiet?

MD: Grünland ist neben Wald die vorherrschende Landnutzung im Alpenvorland und kennzeichnet seit Jahrtausenden das Landschaftsbild im Alpen- und Voralpenraum. Diese alte Kulturlandschaft prägt bis heute die regionale Identität, garantiert oft eine hohe Biodiversität und ist auch ein Magnet für Touristen. Die bereits erwähnten Bodenfunktionen und Ökosystemdienstleistungen sind stark vom Klima und dem Management abhängig. Beides hat sich in den letzten Jahren stark verändert und den Voralpenraum damit zum Hotspot für klimatische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Veränderungen gemacht.

Welche Forschungsergebnisse des SUSALPS-Projektes haben Sie überrascht und welche haben eine besondere Bedeutung für die landwirtschaftliche Praxis?

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



RK: Die Grünlanderträge in unserem Untersuchungsgebiet nehmen unabhängig von der Intensität der Bewirtschaftung zu. Grund dafür ist der durch den Klimawandel hervorgerufene Temperaturanstieg. Längere Dürreperioden sind hiervon natürlich ausgenommen. In trockenen Jahren zeigt sich, dass weniger oft geschnittene Wiesen mit höherer Artenvielfalt über das ganze Jahr betrachtet, gleiche, wenn nicht sogar höhere Erträge erzielen können als intensiv genutzte Wiesen.

MD: Unsere Ergebnisse zeigen aber auch, dass die Pflanzenernährung massiv durch die Mineralisierung von organischer Bodensubstanz unterstützt wird. Das heißt, dass steigende Erträge mit dem Klimawandel nur dadurch erklärt werden können, dass Kohlenstoff- und Stickstoffvorräte in den Grünlandböden abgebaut werden.

RK: Gerade im Hinblick auf den Klimawandel bedeutet das, dass wir angepasste Dünge- und Bewirtschaftungsmaßnahmen brauchen, die die Humusbildung fördern und auch zukünftig sicherstellen, dass Grünlandböden große Mengen an Wasser und Nährstoffen speichern können.

Mit ihrem Projekt möchten Sie dazu beitragen, nachhaltige Lösungen für die Grünlandbewirtschaftung zu entwickeln – das liegt auch im Interesse der Landwirtinnen und Landwirte. Wie läuft momentan der Austausch mit verschiedenen Interessensgruppen?

MD: Der Austausch mit Landwirten ist für uns von fundamentalem Interesse. Ohne diesen Austausch und auch ohne die Berücksichtigung der sozioökonomischen Situation der Landwirte, ist eine Akzeptanz von neuen, nachhaltigen Bewirtschaftungslösungen gar nicht zu erwarten. Der Austausch läuft über gemeinsame Feldversuche bis hin zur gemeinsamen Wiederbeweidung einer aufgelassenen Alm. Für uns hat sich gezeigt, dass wir als Wissenschaftler vom praktischen Wissen und der Erfahrung der Landwirte enorm profitieren können.

RK: Der Ansatz von SUSALPS sieht vor, die Ergebnisse der Feldforschung in verschiedene Modelle zu integrieren. Mit diesen Modellen können wir unter anderem simulieren, wie sich eine veränderte Bewirtschaftung auf den Ertrag und verschiedene Stoffflüsse wie Treibhausgasemissionen und den Nitrataustrag auswirken. Momentan entwickeln wir aus diesen Modellen eine App, die Landwirte bei ihren Entscheidungen zur Bewirtschaftung unterstützen kann. Mit dieser App kann sich der Landwirt z.B. für seine Fläche eine von der Wetterprognose abhängige Ertragsabschätzung erstellen lassen sowie darauf abgestimmte Düngezeitpunkte und -mengen. Zusammen mit Landwirten, Beratern und Behördenvertretern wurde besprochen, welche Funktionen eine derartige Anwendung haben muss, damit sie für die Anwender relevant ist. Ein erster größerer Testlauf mit Landwirten aus Oberbayern musste leider wegen der Corona-Situation verschoben werden.

In welchen Bereichen sehen Sie aktuell noch Forschungsbedarf?

MD: Unser Verständnis darüber wie Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen bei langen Trockenperioden oder klimatischen Extremereignissen zusammenspielen, muss vertieft werden. Dies ist notwendig, um die Kohlenstoff- und Stickstoffflüsse in einem sich ändernden Klima abschätzen zu können. Mit diesem Wissen wiederum kann die Bewirtschaftung optimiert werden um etwa treibhauswirksame Stickstoffemissionen zu vermindern.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



RK: Voraussetzung für gut funktionierende Simulationsmodelle und darauf aufbauende Entscheidungshilfesysteme sind verlässliche Eingangsdaten, beispielsweise zu den Bodeneigenschaften, der Vegetation und der Bewirtschaftung. Diese Daten liegen aber oft nicht flächenhaft vor. Wir sehen hier ein großes Potential für die Nutzung von Fernerkundungsdaten – also den flächenhaften Informationen von Satelliten und Drohnen, und deren Integration in die Modelle. Dadurch kann es gelingen, für unterschiedliche Standorte und Regionen die nachhaltigste Bewirtschaftungsweise zu finden.

*Das Interview führten Anne Schucknecht und Katrin Schneider (KIT).*

**Ralf Kiese** koordiniert seit 2015 das **BonaRes**-Verbundprojekt **SUSALPS** am **Karlsruhe Institut für Technologie, Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) Campus Alpin** in Garmisch-Partenkirchen. Er studierte Hydrologie an der Universität Freiburg. Seit 2011 leitet er die Arbeitsgruppe Ökosystemare Stoffflüsse am KIT, IMK-IFU und ist Koordinator des **TERENO Observatoriums Voralpen**. Schwerpunkte seiner Forschungsarbeiten sind die Messung und Modellierung biogeochemischer Stoffumsätze und damit verbundene Stoffflüsse von Stickstoff, Kohlenstoff und Wasser in natürlichen und bewirtschafteten Ökosystemen auf Standort- und Landschaftsebene.

**Michael Dannenmann** koordiniert seit 2015 die Feldexperimente des **Bonares**-Verbundprojektes **SUSALPS** am **Karlsruhe Institut für Technologie, Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) Campus Alpin** in Garmisch-Partenkirchen. Seit 2017 leitet er die Arbeitsgruppe Stabile Isotopen Biogeochemie und das Zentrum für Stabile Isotopen Analytik am KIT, IMK-IFU. Er forscht über die Auswirkungen des globalen Wandels auf die Bodenfunktionen naturnaher, sowie land- und forstwirtschaftlicher Ökosysteme in Europa, Afrika und Asien. Nach seinem Studium der Geowissenschaften an der Universität Regensburg promovierte und habilitierte er in Bodenbiogeochemie an der Universität Freiburg, wo er auch über Kohlenstoff- und Stickstoffkreisläufe in Ökosystemen lehrt.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung





Sophie Reinermann bei Untersuchungen im Feld. Bild: A. Schucknecht (KIT)

## Porträt

### Sophie Reinermann – Grünlandforschung aus dem All

**Sophie Reinermann untersucht in ihrer Doktorarbeit seit Anfang 2019 das Management und die Erträge von Grünlandflächen im BonaRes-Verbundprojekt SUSALPS. Für ihre Forschung analysiert sie Satellitenbilddaten, die unsere Erde regelmäßig aus dem All abbilden. Im Porträt stellt sie sich und ihre Arbeit vor und berichtet, warum sie Wissenschaftlerin geworden ist und was sie bei ihrer Arbeit antreibt.**

Ich bin Doktorandin an der Universität Würzburg, welche eng mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) kooperiert. Ich habe daher die Möglichkeit, meine Forschungsarbeiten am Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum des DLR, in der Abteilung Dynamik der Landoberfläche in Oberpfaffenhofen bei München durchzuführen.

### Ohne Felduntersuchungen geht es nicht

Im Rahmen meiner Promotion untersuche ich die Nutzungsintensität und Ertragsmuster von Grünlandflächen in Deutschland, insbesondere in Südbayern. Ich verwende hierfür Satellitenbilddaten, um zum Beispiel die Anzahl der Grünlandschnitte zu erkennen oder die Biomasseproduktion des Grünlands abzuschätzen. Neben den Satellitenbilddaten sind hierfür Messungen am Boden nötig. Die gemessenen Werte der Grünlandbiomasse werden anschließend durch ein statistisches Modell mit den Satellitendaten verknüpft, um flächendeckende Informationen über die Grünlandbiomasse zu erhalten. Ein Vorteil meiner Promotion ist daher, dass ich sowohl bei Feldkampagnen als auch am Computer aktiv sein kann.

### Satellitenbildanalyse – ein spannendes und vielfältiges Arbeitsgebiet

Während meines Masterstudiums in „Global Change Ecology“ an der Universität Bayreuth habe ich zum ersten Mal mit Satellitenbildern gearbeitet und fand die damit verbundenen Methoden und Möglichkeiten sofort faszinierend. Bereits seit den 1970er Jahren liefern Erdbeobachtungssatelliten regelmäßige Aufnahmen der Erdoberfläche. Die dahinterstehende Technik hat sich in den vergangenen Jahrzehnten enorm verbessert. Heute können diese Bilddaten beispielsweise dazu verwendet werden, detaillierte Informationen über den Zustand, die Vitalität oder die Struktur der Vegetation zu gewinnen. Die Anwendungsgebiete sind darüber hinaus noch viel weiter gefächert, wodurch man in meinem Forschungsbereich immer wieder Neues kennenlernt.

Was mich an der Arbeit mit Satellitenbildern außerdem fasziniert, ist, dass man räumlich nicht an bestimmte Studiengebiete gebunden ist, sondern weltweite und großflächige Untersuchungen durchführen kann. Zudem kann man mit Zeitreihen von Satellitendaten auch Entwicklungen und Trends

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



über viele Jahre hinweg betrachten, was besonders vor dem Hintergrund des globalen Wandels Forschung von hoher gesellschaftlicher Bedeutung ermöglicht. Beispielsweise kann mit Hilfe von Satellitendaten untersucht werden, wie sich eine Temperaturzunahme oder Extremereignisse auf die Erträge auswirken.

## Mich interessiert die Rolle der Landwirtschaft im globalen Wandel

Bereits im Studium habe ich mich vermehrt mit dem Thema Landwirtschaft beschäftigt, da diese eine wichtige Rolle im globalen Wandel einnimmt. Die Auswirkungen der Landwirtschaft auf Ökosystemfunktionen sind enorm und der Mensch wirkt hierbei als größter Einflussfaktor. Grünlandflächen machen rund ein Drittel der Landwirtschaft in Deutschland aus und haben eine große Bedeutung, zum Beispiel für den Stickstoffhaushalt, die Biodiversität und als Kohlenstoffspeicher.

## Mit einem ganzheitlichen Ansatz zu nachhaltiger Grünlandnutzung

In der Wissenschaft sind Grünlandflächen allerdings zum Teil unterrepräsentiert und erfahren erst seit wenigen Jahren mehr Aufmerksamkeit. Im SUSALPS-Projekt werden vielseitige Aspekte von Grünlandökosystemen, wie Stoffflüsse und Diversität, und die Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftung und des Klimawandels untersucht. Flächendeckende Informationen zur Bewirtschaftung und Grünlandeigenschaften, wie Nutzungsintensität und Biomasse, werden hierbei von mir aus Satellitendaten extrahiert und anschließend mit den Ergebnissen anderer Partner aus dem Projekt verknüpft. Besonders die ganzheitliche Betrachtung der Ökosysteme und der Fokus auf Grünlandflächen machen dieses Projekt für mich sehr spannend. Ich fühle mich sowohl im Projekt, als auch unter den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern am DLR gut aufgehoben und freue mich in meiner Forschung an interessanten, gesellschaftlich relevanten Themen arbeiten zu können.

*Sophie Reinermann (Universität Würzburg/DLR)*

**Sophie Reinermann** ist Doktorandin am am **Lehrstuhl für Fernerkundung** der **Universität Würzburg** und arbeitet als Wissenschaftlerin am **Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR)**. Seit 2019 gehört sie zum **SUSALPS**-Team.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Andrea Kaim. Bild: privat

## Porträt

### Andrea Kaim – Mit Mathematik den Naturschutz unterstützen

Andrea Kaim ist Wirtschaftsmathematikerin und erforscht im BonaRes-Verbundprojekt SUSALPS, wie sich der Klimawandel und politische Maßnahmen, aber auch die persönliche Wertschätzung der Landwirtinnen und Landwirte auf die Nutzung von Grünland im (vor-)alpinen Raum Bayerns auswirken. Im Porträt gibt sie einen Einblick in ihre Arbeit, erklärt, wie sie Wissenschaftlerin wurde und was sie an ihrer Arbeit begeistert.

Mein Ziel ist es, Bewirtschaftungsentscheidungen von Landwirten und deren Auswirkungen auf die Umwelt zu modellieren und daraus Entscheidungshilfen für eine nachhaltige Grünlandnutzung abzuleiten.

### Nachhaltige Grünlandbewirtschaftung in Zeiten des Klimawandels

Bayern hat einen besonders hohen Grünlandanteil. Grünland ist damit ein wichtiger Bestandteil der Kulturlandschaft. Grünlandflächen wie Wiesen und Weiden erbringen wichtige Ökosystemleistungen, also Leistungen von Natur und Landschaft an den Menschen. Im Grünland sind dies zum Beispiel die Produktion von Futter, der Schutz vor Bodenerosion und Überschwemmungen, Kohlenstoffspeicherung, aber auch Naherholung. Außerdem bietet Grünland einen Lebensraum für viele Tier- und Pflanzenarten. Eine nachhaltige Bewirtschaftung dieser Flächen ist also unerlässlich, um diese zahlreichen Leistungen zu erhalten.

Dies trifft insbesondere im Hinblick auf den Klimawandel zu. Zum einen werden durch eine intensive Grünlandnutzung oder durch die Umwandlung von Grünland in Ackerland vermehrt Treibhausgase freigesetzt, zum anderen führen steigende Temperaturen zu einer Verschiebung der Vegetationszonen. Letzteres führt wiederum zu einer Bedrohung regionaler Tier- und Pflanzenarten. Weiterhin verursachen durch den Klimawandel gehäuft auftretende Extremwetterereignisse wie Dürren und Starkregen große Einbußen in der landwirtschaftlichen Produktion.

### Landwirte werden in ihren Bewirtschaftungsentscheidungen vielfältig beeinflusst

Meine Hauptaufgabe im Projekt besteht in der Modellierung von Bewirtschaftungsentscheidungen der Landwirte und wie diese durch die örtlichen Gegebenheiten wie Bodenqualität oder Hangneigung, wirtschaftliche und politische Faktoren wie beispielsweise Viehzahlen, Düngeverordnung oder Schutzgebiete und der persönlichen Einstellung zur Teilnahme an Agrarumweltmaßnahmen oder der Wertschätzung verschiedener Ökosystemleistungen beeinflusst werden.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Hierbei liegt der Fokus vor allem auf der Grünlanddüngung und deren Auswirkungen auf Biomasseproduktion, Treibhausgasemissionen oder Nitratablastung, die wiederum als Indikatoren für erbrachte Ökosystemleistungen dienen. Zum Beispiel sprechen hohe Viehzahlen in einem konventionell wirtschaftenden Betrieb im Flachland für eine eher intensive Grünlandnutzung mit häufiger Mahd und Düngung. Dies bringt dem Landwirt zwar wirtschaftliche Vorteile, kann aber zu höheren Treibhausgas- und Nitratausmissionen führen und verringert die Artenvielfalt.

## Praxistaugliche Lösungen finden

Im Klimawandel könnten die Flächen im Flachland weniger produktiv werden, sodass vor allem bisher extensiv genutztes Grünland mit seltenerer Mahd und weniger bis keiner Düngung möglicherweise intensiver bewirtschaftet oder deren Bewirtschaftung gar aufgegeben werden müsste – beides mit negativen Folgen für Natur und Landschaft. Ziel des Projektes ist es daher, praxisnahe Lösungen für das Grünlandmanagement unter Klimawandel zu entwickeln. Dafür stehe ich, zusammen mit meinen Kolleginnen und Kollegen, im regen Austausch mit Landwirten und Experten, zum Beispiel in Form von Umfragen und persönlichen Gesprächen.

## Mit Mathematik praktische Probleme lösen

Schon als Kind war ich viel und gerne draußen in der Natur und habe gelernt, wie wichtig diese für den Menschen ist. Nach der Schule studierte ich Wirtschaftsmathematik in Leipzig und spezialisierte mich in den Bereichen der Umweltökonomie und mathematischen Optimierung. Mir gefiel besonders der Gedanke, den einmal ein Tutor äußerte: Die Mathematik als „Werkzeugkoffer zum Lösen praktischer Probleme“ anzusehen. Ich interessierte mich vor allem für die praktischen Probleme der Umweltforschung, denn wenn es um die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen und Ökosystemleistungen geht, sind praktikable Ansätze gefragt.

## Von Leipzig nach Australien und wieder zurück

Daher besuchte ich während des Studiums Konferenzen und Programme, die sich mit Mathematik in der Biodiversitäts- und Umweltforschung beschäftigten. Zum Beispiel lernte ich dabei einen Professor der University of Queensland in Australien kennen, der sich unter anderem mit dem Problem beschäftigte, welche Flächen eines Landes oder einer Region geschützt werden sollten, um eine Mindestanzahl bestimmter Arten zu erhalten – und dies zu möglichst geringen Kosten. Durch ihn bekam ich während eines Auslandsaufenthaltes in Australien die Gelegenheit an seinem Lehrstuhl meine Diplomarbeit zu diesem Thema zu schreiben.

Bei einer Modellierungskonferenz in Australien traf ich meinen späteren Doktorvater vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig. Zurück in Leipzig bekam ich eine Doktorandenstelle, bei der ich mich mit der Optimierung der Landnutzung in landwirtschaftlichen Gebieten unter Berücksichtigung von Biodiversität und Ökosystemleistungen beschäftigte.

## Nachhaltigen Landwirtschaft durch praxisrelevante Forschung

Auch jetzt, nach Projektende, arbeite ich noch gerne an diesem Thema und habe die Promotion dazu nahezu abgeschlossen. Inzwischen arbeite ich in Bayreuth im Projekt SUSALPS. Besonders spannend an

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



diesem Projekt finde ich die Kombination aus biophysikalischer und sozio-ökonomischer Modellierung, aber auch den starken Bezug zur Landwirtschaft und die Zusammenarbeit mit den Landwirten. Vor allem schätze ich die Praxisrelevanz unserer Forschung, mit deren Resultaten wir einen Beitrag zur nachhaltigen Landwirtschaft leisten werden.

*Andrea Kaim (Universität Bayreuth)*

**Andrea Kaim** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der **Professur für ökologische Dienstleistungen** der **Universität Bayreuth** und ist seit 2019 Teil des **SUSALPS**-Teams.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung





Murnau-Werdenfelser sind robust, leichtgewichtig, trittsicher und genügsam. Bild: Anne Schucknecht (KIT)

Neues vom Feld

## Murnau-Werdenfelser-Rinder – die etwas anderen Mitarbeiter im SUSALPS-Projekt

Murnau-Werdenfelser waren als robustes „Dreieinzungsrind“ über Jahrhunderte für hochwertiges Fleisch, einzigartige Milch und hohe Arbeitsleistungen geschätzt. Wie konnte es dazu kommen, dass diese genügsamen Rinder, die in ihrem langen Leben kaum einen Tierarzt brauchen, zu einer vom Aussterben bedrohten Art wurden, die erst seit kurzem – unter anderem auch im SUSALPS Projekt – wieder im Trend ist?

Das Schicksal der Murnau-Werdenfelser Rinder war und ist eng verbunden mit dem der Almen. Almen, das sind saisonale Weiden mit einer hohen Artenvielfalt, prägen seit Jahrtausenden die Alpen. Seit Mitte des 20. Jahrhunderts wurde jedoch die Bewirtschaftung vieler steiler und abgelegener Almen aufgegeben.

### Landnutzungswandel schadet der Artenvielfalt

Im Zuge einer intensivierten Landwirtschaft in den Tallagen waren die Fähigkeiten der Murnau-Werdenfelser Rinder nicht mehr gefragt und sie wurden durch spezialisierte Hochleistungsrinderrassen ersetzt. Die Aufgabe von Almen ist der größte Landnutzungswandel im Alpenraum seit dem zweiten Weltkrieg. Die aufgegebenen Almen verbuschen allmählich und durch den Klimawandel wird die darauffolgende Wiederbewaldung noch verstärkt. In der Folge nimmt die Artenvielfalt ab und wertvolle regionale Kulturlandschaft geht verloren.

### Wiederbeweidungsversuch auf der Brunnenkopfmalm

Vor diesem Hintergrund wurde 2018 im BonaRes-Projekt SUSALPS ein Langzeit-Wiederbeweidungsexperiment gestartet. Auf der 1954 aufgelassenen Brunnenkopfmalm, deren steiles Gelände schwere Hochleistungsrinder überfordert, kommen nun wieder Murnau-Werdenfelser zum Einsatz. Wir untersuchen, wie sich die Wiederbeweidung auf den Boden und seine Funktionen auswirkt. Zu den wichtigsten Bodenfunktionen gehören der Erosionsschutz, die Kohlenstoff- und Stickstoffspeicherung, die Filterung von Wasser, die Produktivität und Futterqualität sowie die Artenvielfalt von Pflanzen, Mikroorganismen, Insekten und Vögeln. Unser Ziel ist, Handlungsempfehlungen für die Wiederbeweidung von Almen abzuleiten. Erste Ergebnisse zeigen, dass durch die Wiederbeweidung kurzfristig keine Verschlechterungen von Bodenfunktionen, Biodiversität und Wasserqualität auftreten, wenn durch extensive Beweidung mit lokal angepassten Rinderrassen zertretene Bereiche auf wenige Prozent der beweideten Fläche beschränkt bleiben.

### Bürgerinnen und Bürger begrüßen das Projekt

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung





Außerdem untersuchen wir die gesellschaftliche Bedeutung von Ökosystemleistungen der Brunnenkopfmalm durch Umfragen mit Besucherinnen und Besuchern vor Ort. Eine große Mehrheit der Besucher zieht eine Wiederbeweidung von Almen und damit eine strukturreiche Landschaft mit Wald und Offenland vor. Auch zeigte sich die Bereitschaft der Bürger, die Almwirtschaft mit staatlicher Förderung oder Kauf hochwertiger Tierprodukte finanziell zu unterstützen. Die Ergebnisse der ersten Jahre der Forschung auf der Brunnenkopfmalm weisen die Wiederbeweidung somit als praktikablen Weg zum Erhalt von aufgelassenen Almen mit ihrer herausragenden Funktion für Biodiversität und Tourismus aus. Auf diese Weise könnten auch wertvolle traditionelle Rinderrassen wie die Murnau-Werdenfelser wieder vermehrt Verwendung und Verbreitung finden.

In der Öffentlichkeit ist das Wiederbeweidungsprojekt auf starkes Interesse gestoßen – so wurde unter anderem im **Garmisch-Partenkirchener Tagblatt/Münchner Merkur**, dem Spiegel sowie im **Bayerischen Rundfunk** darüber berichtet.

*Michael Dannenmann und Anne Schucknecht (KIT)*

Neben dem SUSALPS-Team wird das Wiederbeweidungsexperiment von folgenden Partnern unterstützt: **Bayerisches Landesamt für Umwelt (Vogelschutzwarte & Bayerisches Artenschutzzentrum)**, **Landesbund für Vogelschutz**, **Bayerische Botanische Gesellschaft**, **Hochschule Weihenstephan-Triesdorf**, **Zoologische Staatssammlung München**, **Landesamt für Landwirtschaft** (Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft), Untere Naturschutzbehörde, **Bayerische Staatsforsten** und lokalen Landwirten.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Sechstklässler erforschen die Brunnenkopfmalm. Bild:  
Anke Jentsch (Universität Bayreuth)

Wissenschaft und Bildung

## Wert der Vielfalt: Nachhaltige Landnutzung von Bergwiesen im Klimawandel

**Im Juni 2019 nahmen Bayreuther Schülerinnen und Schüler an den SUSALPS-Projekttagen mit Bergwanderung teil und erforschten die Auswirkungen der Wiederbeweidung einer aufgelassenen Alm in den Bayerischen Alpen.**

Im Rahmen von schulischen Projekttagen zum Thema "Klimawandel und Biodiversität" beschäftigten sich im Juni 2019 24 Sechstklässler mit dem BONARES-Verbundprojekt "Nachhaltige Nutzung von Grünlandböden in den Alpen und im Alpenvorland im Klimawandel" (SUSALPS). Dabei lernten die Jugendlichen wissenschaftliche Experimente kennen, die Ökologen auf der Brunnenkopfmalm durchführen, um die Auswirkungen von Wiederbeweidung auf die Artenvielfalt und Futterqualität der Bergwiesen zu erforschen.

Es war besonders spannend, die experimentellen Forschungstätigkeiten der Ökologen auf der Brunnenkopfmalm selbst zu erleben und das theoretische, vorab im Unterricht erarbeitete Wissen über Klima- und Landnutzungswandel in den Bergen in der Praxis zu erfahren und die Artenvielfalt mit Augen und Ohren zu erleben, indem Regenschauer durchlaufen, Blüten gezählt, Abgründe besichtigt, Rinder besucht und Felsen überklettert wurden.

### Begeisterte Nachwuchs-Experten

Die Kinder bildeten begeisterte Expertenteams zu verschiedenen alpin-ökologischen Themen wie „Anpassungen der Pflanzen in den Bergen“, "Krummwuchs durch Schneedruck", „Almwirtschaft gestern und heute“, „Wurzelarchitektur und Hangstabilität“, „Rinderrassen für den Naturschutz“ oder "Hilltopping der Insekten (Bergflug zur Paarungszeit)" und durften auf dem Berg kleine Vorträge halten und ihren Mitschülerinnen und Mitschülern ihr Thema genauer vorstellen.

### Von Schülern erstellter Pflanzenführer verbleibt für Besucher auf der Alm

Außerdem entstand ein kleiner „Feldführer zu den Pflanzen der Brunnenkopfmalm im Naturschutzgebiet Ammergebirge“, welcher von den Schülern intensiv genutzt wurde, um verschiedene Blütenpflanzen im Gelände zu identifizieren und sich über ihre Merkmale und Eigenschaften auszutauschen. Der handliche Pflanzenführer verblieb auf der Alm und wird in Zukunft so manchen Wanderer erfreuen und ihm die Augen öffnen für die besondere Vielfalt dieses „Biodiversitäts-Hotspots“, das Zeugnis einer alten, extensiv genutzten, alpinen Kulturlandschaft. Zurück im Klassenzimmer wurden anhand von Fotos und Zeichnungen wunderbare Pflanzen-Kunstwerke angefertigt, die noch lange von den intensiven Erlebnissen zeugten und im Klassenraum zu sehen waren.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



## Beeindruckt von den Bergen, der Natur und der Arbeit der Wissenschaftler

Beeindruckt waren die Kinder nicht nur von den enorm steilen Wiesenhängen der Brunnenkopfmalm, den letzten Schneeresten am Bach und dem felsigen Gipfelgrat mit seinem weiten Rundblick, sondern auch von dem urigen Zusammensein auf der alten Berghütte, von dem Engagement des Hüttenwirts und vom dem so spannenden Leben der Wissenschaftler. „Was muss ich in der Schule lernen, um auch so was zu werden?“ und „Wann gehen wir das nächste Mal in die Berge?“ lauteten die Fragen der Kinder, die allesamt auch an nebelnassen Nachmittagen wieder mit hinausziehen wollten.

## Das Ziel der Wissenschaftler: Interesse wecken und Nachwuchs werben

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler freuten sich ebenso über das rege Interesse der Jugendlichen. Sie wollen für ihre Forschung begeistern und vielleicht schon unter den Jüngsten um potentiellen, wissenschaftlichen Nachwuchs werben.

Veranstaltet und geleitet wurde die dreitägige Wanderexkursion in Ammergebirge von Anke Jentsch von der Universität Bayreuth. Diese zieht auch für sich und für die Öffentlichkeitsarbeit zum Forschungsprojekt SUSALPS ein äußerst positives Fazit: Sie möchte dafür werben, weit häufiger so einen aktiven und intensiven Kontakt zwischen Wissenschaftlern und Jugendlichen an konkreten Forschungsstandorten im Gelände zu ermöglichen, persönlich zu vermitteln, wissenschaftliche Inhalte einem hoch empfänglichen und begeisterungsfähigen Teil der Bevölkerung zugänglich zu machen. Als nächstes wird es mit etwas älteren Schülerinnen und Schülern zu einer Gletscherwanderung gehen, um weitere SUSALPS-Forschungsthemen zum Klimawandel zu vermitteln.

*Anke Jentsch (Universität Bayreuth)*



**Prof. Dr. Anke Jentsch** hat die Professur für **Störungsökologie und Vegetationsdynamik** an der **Universität Bayreuth** inne. Sie forscht zu Pulsdynamik und Biodiversität, Naturrisiken und Klimawandel. Der Schwerpunkt ihres wissenschaftlichen Interesses liegt im Verständnis der Dynamik von Ökosystemen und der Resilienz von Lebensgemeinschaften. Ihre Arbeiten umfassen umfangreiche Freilandexperimente und Geländestudien in Mitteleuropa zu den Auswirkungen von Wetterextremen auf Biodiversität und Ökosystemfunktionen. Es geht dabei um funktionelle Resilienz und ökosystemare Dienstleistungen ebenso wie um Dynamik in Schutzgebieten.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



## SUSALPS auf einen Blick



SUSALPS auf einen Blick - einige Zahlen und Fakten zu den bisher erfolgten Arbeiten im Projekt. Bild: K. Schneider, A. Schucknecht (KIT)

## Infografik

### SUSALPS auf einen Blick

Das SUSALPS-Team hat in den vergangenen Jahren eine Fülle an Daten erhoben. Die Infografik zeigt die Bandbreite und Größenordnung dieser Untersuchungen. Einige der betrachteten Parameter sind sehr messintensiv wie zum Beispiel die Pflanzen- und Bodenbeprobungen. Andere Zahlen, etwa bei der Anzahl der Drohnenflüge, erscheinen auf den ersten Blick niedrig. Dahinter verbergen sich allerdings auch aufwendige und parallel zu den Flügen stattfindende Messkampagnen zur Überprüfung der Daten, und große Datenmengen die nachbereitet werden müssen.

Informieren Sie sich über bisherige Ergebnisse der SUSALPS-Forschung auf der **Projektwebseite**.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung