

Produktivität von Grünland unter zukünftigen Klimabedingungen

Erich M. Pötsch^{1*}, Markus Herndl² und Andreas Schaumberger³

Kaum ein Thema beherrscht seit Jahren die Medien und die öffentliche Diskussion so sehr wie das Klima und dessen Veränderungen. Seit 1995 finden alljährlich Welt-Klimakonferenzen unter der Schirmherrschaft der Vereinten Nationen statt. Berlin, Genf und Kyoto waren dazu die ersten Gastgeber, Paris, Marrakesch, Bonn und schließlich Katowice im Dezember 2018 die letzten. Nach zähem Ringen haben sich bei dieser 24. UN-Klimakonferenz und zugleich dem 14. Treffen zum Kyoto-Protokoll insgesamt 196 Vertragsstaaten auf ein gemeinsames Regelbuch zur Umsetzung des Pariser Abkommens geeinigt. Dabei geht es unter anderem um Regeln und Standards zur Erfassung der CO₂-Emissionen und um die Nachvollzieh- und Vergleichbarkeit der jeweiligen nationalen Anstrengungen und Maßnahmen zur Zielerreichung, über die ab 2020 in zweijährlichem Abstand berichtet werden soll. Ab 2023 soll darüber hinaus alle fünf Jahre bilanziert werden, ob die Anstrengungen der einzelnen Staaten die fortschreitende Erderwärmung tatsächlich wirksam begrenzen können.

Jedenfalls werden die vom Weltklimarat (IPCC) und auch im österreichischen Sachstandsbericht „Klimawandel 2014“ prognostizierte Erhöhung der Temperatur, der Anstieg der CO₂-Konzentration der Atmosphäre sowie das verstärkte Auftreten von Wetterextremen in den nächsten Jahrzehnten massive Auswirkungen auf die Gesellschaft und unsere gesamte Umwelt verursachen. Nachdem viele der wetter- und klimabestimmenden Kenngrößen zugleich wichtige Wachstumsfaktoren für Pflanzen sind, werden auch das österreichische Grünland und dessen Bewirtschaftung besonders vom Klimawandel betroffen sein.

Die Klima- und Klimafolgenforschung beschäftigt sich seit vielen Jahren bereits intensiv mit den Ursachen, insbesondere aber mit den Auswirkungen des Klimawandels auf unterschiedliche Lebens- und Wirtschaftsbereiche. Die Forschung stützt sich dabei sowohl auf die Modellierung als auch auf experimentelle Ansätze, wobei letztere durch die äußerst komplexe Materie sehr kosten- und zeitintensiv sind. Klimamanipulationsexperimente werden entweder unter Laborbedingungen in Klimakammern oder im Freiland durchgeführt, wobei meist nur einzelne Wetter-/Klimafaktoren wie z.B. Temperatur oder Niederschlag bewusst gesteuert und verändert werden. Freilandexperimente zur Klimafolgenforschung hingegen stellen eine ganz besondere Herausforderung dar, insbesondere wenn dabei gleich mehrere Faktoren zugleich verändert werden.

ClimGrass-Freilandexperiment an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

In den vergangenen Jahren wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein unter Mitwirkung zahlreicher in- und ausländischer Experten ein weltweit einzigartiges, multifaktorielles Freilandexperiment entwickelt und realisiert. Auf insgesamt 54 Versuchspartzen können nun die für das Jahr 2050 prognostizierten Erhöhungen von Temperatur und CO₂-Konzentration sowie Trockenperioden in unterschiedlichen Abstufungen und Kombinationen simuliert werden (*Abbildung 1*). Die Lufttemperatur wird in drei Abstufungen variiert, nämlich ambient (= T0, das entspricht der jeweils aktuellen Temperatur), + 1,5 °C (= T1) und + 3 °C (= T2). Die CO₂-Konzentration der Atmosphäre wird ebenfalls in drei Abstufungen geprüft und zwar ambient (= C0, das entspricht der jeweils aktuellen CO₂-Konzentration), + 150 ppm, + 300 ppm (ppm bedeutet parts per million, also ein Millionstel). Die Beheizung der Versuchspartzen erfolgt mit jeweils sechs Infrarotstrahlern, über einen zentralen Begasungsring strömt die mit CO₂ angereicherte Umgebungsluft in den Pflanzenbestand. Das zugeführte CO₂ weist eine gegenüber dem atmosphärischen CO₂ unterscheidbare Isotopensignatur (¹³C) auf und stammt aus einer speziellen Quelle. Da jede Parzelle individuell beheizt und begast wird, erfordert dies einen enormen Steuerungs- und Regelungsaufwand mit einer entsprechenden Programmierung im Hintergrund. Sechs der Versuchspartzen sind zudem mit wägbaren Monolithysimetern (mit Versuchsboden gefüllter Stahlbehälter mit 1 m Durchmesser und 1,5 m Tiefe) ausgestattet, die umfassende Informationen zum Bodenwasserhaushalt liefern. Drei sensorgesteuerte Regendächer ermöglichen es, für jeweils vier Versuchspartzen niederschlagsfreie Phasen und damit Trockenheitsstress zu simulieren.

Erhebungen und Analysen

Die Einzelpartzellengröße von je 16 m² erfordert hinsichtlich des bestehenden Erhebungsspektrums eine genau festgelegte räumliche Unterteilung und Vorgangsweise. Neben den klassischen Untersuchungsmethoden werden daher auch zerstörungsfreie Mess- und Erhebungstechniken wie Ultraschallsensorik zur Wuchshöhenbestimmung und Feldspektrometer zur dynamischen Ertrags- und Qualitätsbestimmung der Biomasse eingesetzt. Weitere Schwerpunkte des ClimGrass-Projektes betreffen die botanische Zusammensetzung

¹ Abteilung für Grünlandmanagement, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² Abteilung für Umweltökologie, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

³ Referat für Agrar- und Umweltinformatik, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Erich M. Pötsch, erich.poetsch@raumberg-gumpenstein.at



des Pflanzenbestandes, die Bodennährstoffdynamik sowie Veränderungen im Wasser-, Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf. Wurzeluntersuchungen sowie Gasmessungen im Boden, Pflanzenbestand und Atmosphäre ergänzen das ambitionierte Untersuchungsprogramm.

Kooperationspartner und Projekte

Seit 2010 besteht im Zusammenhang mit der ClimGrass-Anlage der HBLFA Raumberg-Gumpenstein eine intensive Kooperation mit den Universitäten Innsbruck, Wien, Graz sowie der Universität für Bodenkultur. Im Rahmen einer Bund-Bundesländerkooperation wurden speziell die Auswirkungen des Klimawandels und der Düngung auf die Produktivität und die Kohlenstoffdynamik in Grünland untersucht. Dieses Forschungsprojekt (Nr. 101027) wurde dankenswerter Weise vom BMNT sowie von den Bundesländern Vorarlberg, Tirol, Salzburg und der Steiermark finanziert und stellte eine ganz wesentliche Ergänzung zur bestehenden Anlage sowie eine wichtige Basis zur Akquirierung weiterer Projekte dar. Eine weitere Bund-Bundesländerkooperation (Nr. 101124) befasste sich aktuell mit den Auswirkungen des Klimawandels auf die Produktivität und Klimaregulation von Grünland – neben dem BMNT beteiligten sich daran die Bundesländer Vorarlberg, Tirol, Salzburg, Niederösterreich und die Steiermark. Kurz vor dem Abschluss stehen das ACRP-Projekt „ExtremeGrass“ (Leitung: Univ.-Prof. Zechmeister-Boltenstern, Universität für Bodenkultur), das sich mit den Auswirkungen der Erwärmung, erhöhter CO₂-Konzentration und Wetterextremen auf gasförmige Stickstoffflüsse im Grünland befasst sowie das FWF-Projekt „ClimGrass“ (Leitung: Univ.-Prof.

Michael Bahn, Universität Innsbruck), bei dem es um die Kohlenstoffdynamik im Grünland unter dem Eindruck der Klimaveränderung geht. Ende 2019 erfolgt der Abschluss des anstaltseigenen Projektes „ClimGrassEco“, in dessen Mittelpunkt agronomische Aspekte (Ertrag, Futterqualität und Vegetationsdynamik) sowie der Wasserhaushalt stehen. Insgesamt werden aus dem ClimGrass-Projekt rund 20 Diplommatura-, Bachelor-, Masterarbeiten und Dissertationen generiert werden (8 Arbeiten sind bereits abgeschlossen).

Ergebnisse und Ausblick

Die ClimGrass-Anlage ist nach einer langen Entwicklungs- und Aufbauphase nun seit Mai 2014 im Vollbetrieb – für einen derart komplexen Versuch ist das allerdings noch ein sehr kurzer Zeitraum, um endgültige Aussagen treffen zu können. Erste, vorläufige Ergebnisse zeigen aber bereits einen klaren Einfluss des Temperaturanstiegs auf die Dauer der Vegetationszeit mit einer Verlängerung um rund 2 – 3 Wochen. Der Temperaturanstieg führt auch zu einer beschleunigten, phänologischen Entwicklung der behandelten Pflanzenbestände, die insbesondere beim 1. Aufwuchs deutlich rascher zur Reife kommen. Zur Erzielung und Sicherstellung einer hohen Futterqualität erfordert dies kurzfristig einen vorgezogenen Erntetermin oder mittel- bis langfristig den verstärkten Einsatz spätreifer, trockenheitstoleranter Sorten in den Saatgutmischungen. Die längere Vegetationszeit kann entweder durch eine Streckung der Aufwuchszeiten oder auch durch eine Erhöhung der Nutzungshäufigkeit genutzt werden. Der Temperaturanstieg ist in einem engen Zusammenhang mit dem verfügbaren Niederschlag zu sehen, der ganz maßgeblich das Wachstums- und Ertragsgeschehen

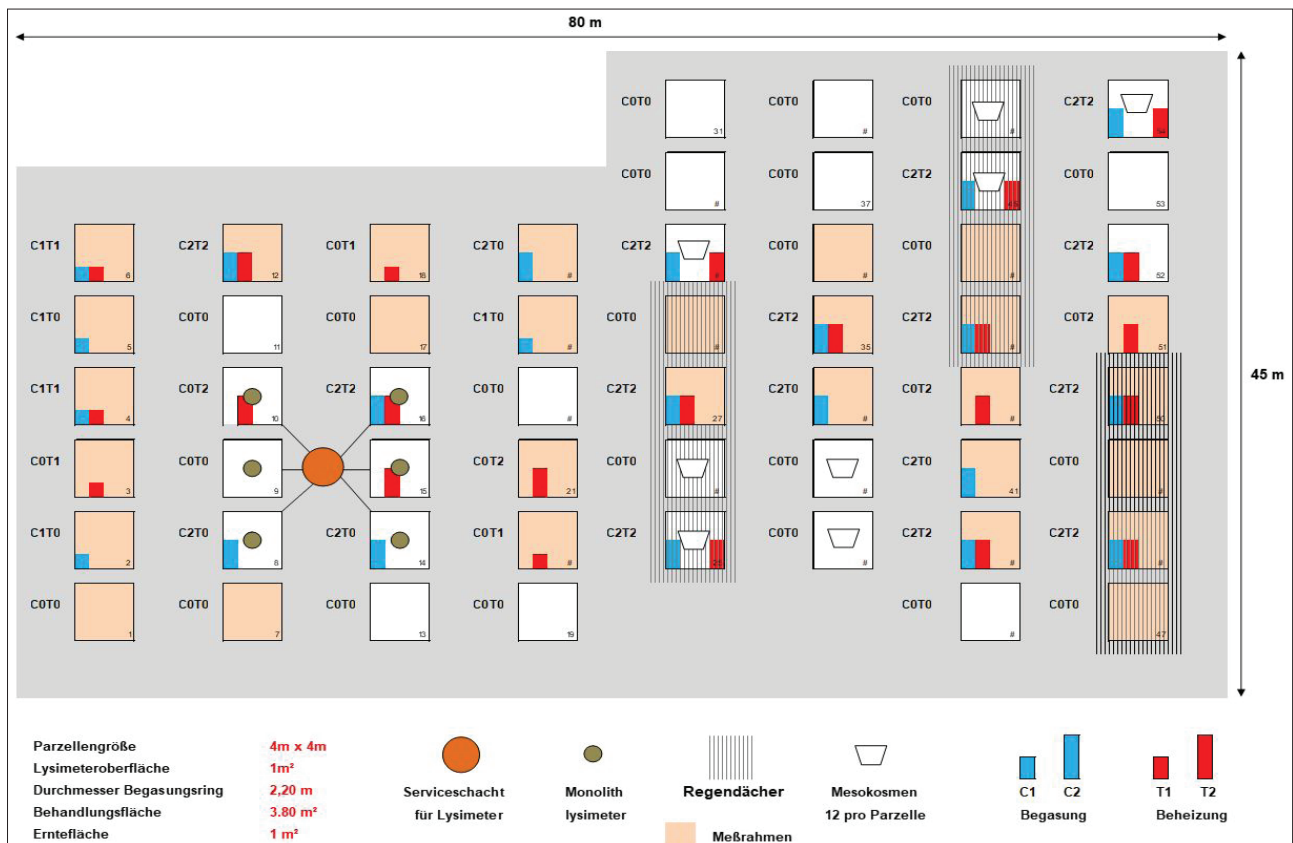


Abbildung 1: Schematische Darstellung der ClimGrass-Versuchsanlage.

bestimmt. Die Temperaturerhöhung führt vor allem in der obersten, im Grünland gut durchwurzelten Schicht von 0–10 cm zu deutlich geringeren Bodenwassergehalten, was wiederum bei längeren niederschlagsfreien Phasen einen deutlich erhöhten Stress für die Grünlandpflanzen bedeutet und zu massiven Ertragseinbußen führen kann.

Dazu wurde 2017 für den Zeitraum des 2. Aufwuchses ein aufwändiges Dürreexperiment durchgeführt, bei dem insgesamt 12 Versuchspartzen einem mehrwöchigen Trockenstress ausgesetzt wurden. Diese Versuchspartzen erhielten in diesen 8 Wochen nur knapp 40 mm Niederschlag im Vergleich zu 250 mm, die den Partzen außerhalb der Regendächer zur Verfügung standen. Dieser Trockenstress führte bei den unbehandelten Partzen (C0T0) zu einer Ertragsminderung von knapp 30 %, bei den beheizten und begasten Partzen (C2T2) zu einer Ertragsreduktion von mehr als 50 % für den betreffenden Aufwuchs! Unmittelbar nach der Ernte erfolgte eine Beregnung der trockenstressgeplagten Partzen mit 40 mm gesammeltem Niederschlagswasser. Der Folgeaufwuchs zeigte das hohe Regenerationsvermögen von Grünland mit einem Mehrertrag der dem Trockenstress ausgesetzten Varianten von 6 % (C0T0) bzw. 28 % (C2T2) gegenüber den nicht gestressten Behandlungen. Diese Aussage kann allerdings nicht generalisiert werden, da die Auswirkungen der Temperatur- und CO₂-Erhöhung in Kombination mit einer Dürrephase auch vom Basisniveau der Temperatur abhängt. So kann in einem

überdurchschnittlich heißen und trockenen Jahr (wie z.B. 2018) eine längere niederschlagsfreie Phase in der Vegetationszeit auch zu irreversiblen Schäden führen, die dann keine natürliche Regeneration des Grünlandes mehr zulassen.

Deutlich erkennbar ist eine Zunahme der biologischen Aktivität auf den beheizten (begasten) Flächen in Form eines verstärkten Auftretens von Ameisen, Feldmäusen und auch Engerlingen, was zukünftig zu zusätzlichen Problemen in der Bewirtschaftung des Grünlandes führen könnte.

Die zukünftigen Klimabedingungen werden auch Auswirkungen auf wichtige Prozesse im Boden haben, wie etwa einen Anstieg der Bodenatmung mit einer Freisetzung von CO₂, Änderungen im Bodenwasserhaushalt (z.B. höhere Verdunstung) sowie in der Substratverfügbarkeit, die wiederum eine Rolle für Stickstoff- und Kohlenstoffemissionen aus dem Boden spielen.

Der Klimawandel beeinflusst in vielfältiger und sehr komplexer Weise das Ökosystem Grünland und es braucht zur Erfassung und Erklärung dieser Auswirkungen nicht nur experimentelle Ansätze wie ClimGrass, sondern auch einen langen Atem und motivierte, neugierige Wissenschaftler, die sich den stetigen Herausforderungen eines solchen Freilandexperimentes stellen. Damit sollen in den kommenden Jahren gut abgesicherte Aussagen hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels im Grünland und der daraus abzuleitenden Strategien getroffen werden.

