

Modellierung der Biomasseproduktion von Extensivgrünland mit dem Simulationsmodell FOPROQ zur Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels

B. Thies¹, C. Kluß², A. Herrmann² und M. Wachendorf¹

¹FACHGEBIET GRÜNLANDWISSENSCHAFT UND NACHWACHSENDE ROHSTOFFE,
UNIVERSITÄT KASSEL,

Steinstraße 19, 37213 Witzhausen, b.thies@uni-kassel.de

²INSTITUT FÜR PFLANZENBAU UND PFLANZENZÜCHTUNG - GRÜNLAND UND
FUTTERBAU/ÖKOLOGISCHER LANDBAU,
Christian-Albrechts-Universität, 24118 Kiel

1. Einleitung und Problemstellung

Simulationsmodelle sind ein wichtiges Instrument zur Bewertung möglicher Auswirkungen des Klimawandels auf die Biomasseproduktion von Grünlandaufwüchsen. Im Rahmen des Forschungsprojektes KLIMZUG-Nordhessen werden Anpassungsstrategien für landwirtschaftliche Anbau- und Nutzungssysteme in den Überschwemmungsgebieten der Fließgewässer untersucht. Hierbei geht es um die Umwandlung von Ackerflächen in extensiv bewirtschaftetes Grünland hinsichtlich positiver wasser- und bodenschutzrelevanter Funktionen. Ziel dieser Studie ist es, mit Hilfe eines Simulationsmodells für Grünlandbestände Simulationen des TM-Ertrages unter veränderten Klimabedingungen durchzuführen, um damit mögliche Ertragsänderungen quantifizieren zu können.

2. Material und Methoden

Die für eine Kalibrierung des Ertrags- und Qualitätsmodells FOPROQ (FORage PROduction Quality, KORNHER et al. 1991) benötigten Daten wurden in zweijährigen Feldversuchen (vollständig randomisierte Block-Anlage) auf Versuchsflächen der Universität Kassel an der Werra in Witzhausen erhoben. Es erfolgte eine Prüfung von 3 Ansaatmischungen (Standard-, Diversitätsmischung und Rohrglanzgras (THIES et al. 2012, in diesem Band) in zwei Aufwüchsen mit Schnitzeitpunkten Anfang Juli und Anfang Oktober. Die für die Parametrisierung des Modells benötigten Ertrags- und Qualitätsdaten wurden in zweiwöchigem Turnus erhoben. Nach erfolgter Modellkalibrierung wurden unter Eingabe von Klimamodelldaten (Emissions-Szenario: SRES-A1B, globales Klimamodell: ECHAM5/MPI-OM, Downscaling-Methode: WETTREG2010, KREIENKAMP et al. 2010) Simulationen bis 2100 durchgeführt. WETTREG liefert in 10 Simulationsläufen (Lauf 0 bis Lauf 9) täglich simulierte Klimamodelldaten, auf Basis der DWD-Wetterstation Göttingen, (tägl. Niederschlags-summe, Tagesmitteltemperatur, Globalstrahlung usw.), die zur Eingabe in das Modell benötigt werden. Zur Überprüfung der WETTREG-Klimamodelldaten wurde zunächst eine Vergleichsanalyse der FOPROQ-Simulationen mit den gemessenen Daten (DWD-Wetterstation Göttingen) und den WETTREG-Daten von 1961 bis 2010 durchgeführt. Anschließend erfolgte eine Auswertung der Simulation der Trockenmasseerträge unter Anwendung des Mann-Kendall-Trendtests sowie eine Regressionsanalyse zur Quantifizierung der simulierten Ertragsänderungen.

3. Ergebnisse und Diskussion

Bei der Modellkalibrierung konnten für alle Parameter und Ansaatmischungen gute Anpassungsgüten erreicht werden. Der Vergleich von gemessenen und simulierten Daten durch eine lineare Regression zeigte hohe Bestimmtheitsmaße (R^2) von 0,55 - 0,88. Demnach kann das Modell FOPROQ für Simulationen mit Klimamodelltdaten an diesem Standort eingesetzt werden.

Der Vergleich der Ertragssimulationen von Wetterdaten und Klimamodelltdaten (1961 bis 2010) zeigt eine höhere jährliche Variabilität im TM-Ertrag der historischen Wetterdaten (Abb. 1), dennoch werden die Erträge auf dem gleichen Niveau simuliert. Für die Betrachtung der zukünftigen Erträge (2011 bis 2100) ist davon auszugehen, dass hier nicht die volle Variabilität erreicht wird, aber Tendenzen plausibel wiedergegeben werden.

In Abb. 1 sind die Ertragssimulationen für die beiden Aufwüchse der Standardmischung sowie des Jahresertrages exemplarisch für WETTREG Lauf 1 dargestellt. Die entsprechenden Ergebnisse der Trendanalyse (Tab. 1) zeigen, dass es für Aufwuchs 1 einen signifikant positiven und für Aufwuchs 2 einen signifikant negativen Trend von 2011 bis 2100 gibt, die sich dann im Gesamtjahresertrag aufheben und dieser somit keinen signifikanten Trend aufweist. Für die Diversitätsmischung konnte hingegen auch im Jahresertrag ein signifikant positiver Trend festgestellt werden.

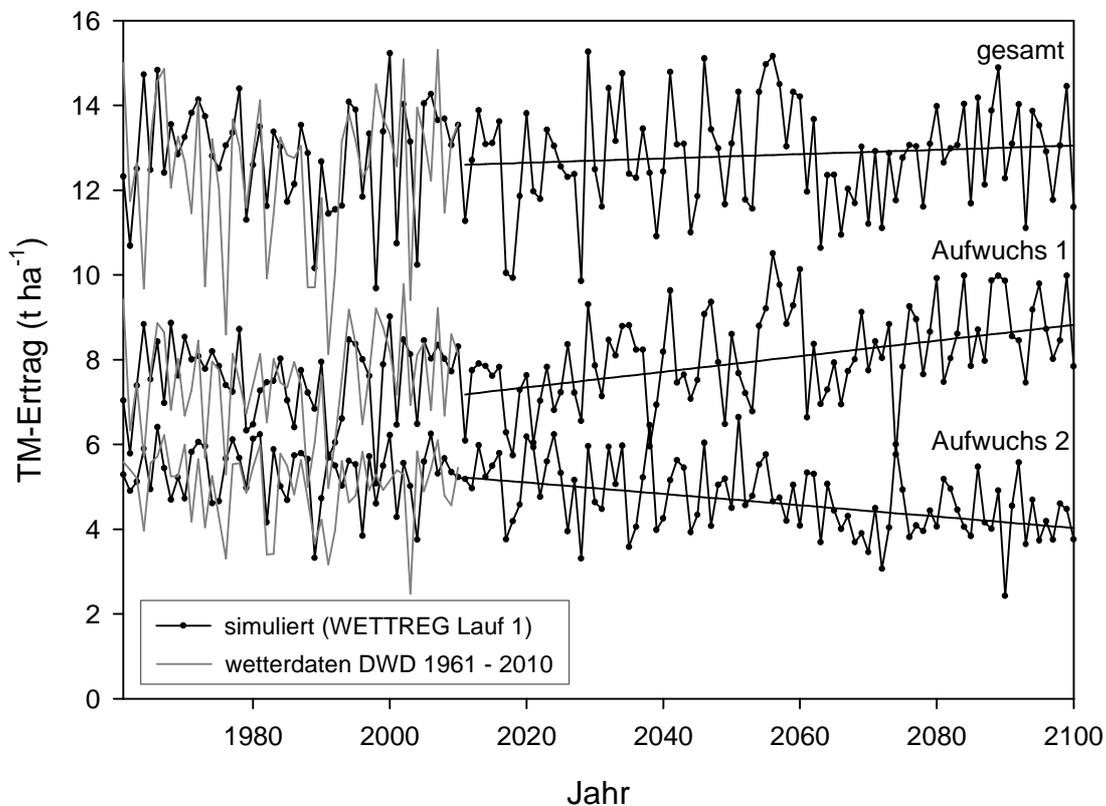


Abb. 1: Simulation der TM-Erträge ($t\ ha^{-1}$) mit den Klimamodelltdaten (WETTREG2010, Lauf 1 von 1961 bis 2100) und Wetterdaten des DWD (1961 bis 2010) für die zwei Aufwüchse und Jahresertrag der Standardmischung.

Die Regressionsanalyse von 2011 bis 2100 (Tab. 2) zeigt Anstiege im TM-Ertrag für den ersten Aufwuchs von 23,9% (STA), 22,1% (DIV) und 28,1% (RG) und Ertragsrückgänge für den zweiten Aufwuchs von -29,8% (STA), -18,5% (DIV) und -27,7% (RG). Aufwuchs 1 profitiert von einem prognostizierten früheren Beginn der Vegetationsperiode, mit höheren Temperaturen. Der Bodenwasserspeicher ist zu Beginn der Wachstumsperiode voll gefüllt, sodass ein Wassermangel durch geringere Niederschlagssummen während der Vegetationsperiode erst im Verlaufe des Jahres, den zweiten Aufwuchs betreffend, Einfluss auf die Ertragsbildung nehmen kann. Der Ertragsrückgang im zweiten Aufwuchs lässt sich auf die von WETTREG2010 ab ca. 2050 prognostizierten Rückgänge in der Niederschlagssumme während der Wachstumsperiode zurückführen. Eine Verschiebung des Erntetermines für den ersten Aufwuchs könnte positive Auswirkungen auf die Ertragsbildung des zweiten Aufwuchses haben, was aber im Rahmen dieser Studie in weiterführenden Arbeiten geklärt werden muss.

Neben den Klimaänderungen wird auch die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ansteigen, die ebenfalls einen Effekt auf die Wachstumsprozesse von Grünlandbeständen hat. Das hier verwendete Modell hat den CO₂-Anstieg nicht integriert, sodass bei der Betrachtung der Ergebnisse dieser mit berücksichtigt werden muss. Hier hierzu existieren hinreichend Untersuchungen, die ein weites Spektrum an Ergebnissen liefern. Im Schweizer FACE-Experiment ermittelte HEBEISEN et al. (1997) einen Ertragszuwachs für Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*) von durchschnittlich 7% und für Weißklee (*Trifolium repens*) von 10 bis 20%. Demnach muss der CO₂-Düngeeffekt positiv in die Ertragsbildung eingehen. Auch auf Grund der geringeren Transpiration bei erhöhter CO₂-Konzentration muss insbesondere bei geringer Wasserversorgung mit einer Steigerung der Biomasseproduktion gerechnet werden.

Tab.1: **Trendanalyse** (Mann-Kendall-Test) exemplarisch für WETTREG Lauf 1 von 2011 bis 2100 für die getesteten Ansaatmischungen (Signifikanzniveau 0,05).

Tab. 2: **Lineare Regressionsanalyse** zur Quantifizierung der Ertragsänderung von 2011 bis 2100 der 10 WETTREG-Läufe (Mittelwert ± Standardabweichung)

TM-Ertrag	tau	p-value	TM-Ertrag	absolut [t ha ⁻¹]	relativ [%]
Standardmischung			Standardmischung		
gesamt	0.078	0.280	gesamt	0.29 ± 0.38	2.4 ± 3.2
Aufwuchs 1	0.306	<0.001	Aufwuchs 1	1.74 ± 0.31	23.9 ± 4.8
Aufwuchs 2	-0.202	0.005	Aufwuchs 2	-1.45 ± 0.29	-29.8 ± 6.1
Diversitätsmischung			Diversitätsmischung		
gesamt	0.160	0.026	gesamt	0.55 ± 0.20	7.2 ± 2.7
Aufwuchs 1	0.305	<0.001	Aufwuchs 1	1.07 ± 0.19	22.1 ± 4.4
Aufwuchs 2	-0.280	<0.001	Aufwuchs 2	-0.52 ± 0.09	-18.5 ± 3.0
Rohrglanzgras			Rohrglanzgras		
gesamt	0.059	0.415	gesamt	0.15 ± 0.22	2.4 ± 3.3
Aufwuchs 1	0.302	<0.001	Aufwuchs 1	1.01 ± 0.19	28.1 ± 5.9
Aufwuchs 2	-0.214	<0.001	Aufwuchs 2	-0.86 ± 0.17	-27.7 ± 5.2

4. Schlussfolgerungen

Die FOPROQ-Simulationen mit den Klimamodelldaten WETTREG2010 zeigen für die hier untersuchten Grünland-Ansaatmischungen einen Ertragszuwachs für den ersten Aufwuchs und einen Ertragsrückgang im zweiten Aufwuchs, was sich im Gesamtjahresertrag aufhebt und in einer gleich bleibenden Ertragsentwicklung resultiert. In weiteren Arbeiten bleiben die Auswirkung einer Verschiebung der Schnitttermine und der Einfluss einzelner Klimaparameter auf die Biomassebildung der Aufwüchse zu untersuchen.

Literatur

- HEBEISEN, T., LÜSCHER, A., ZANETTI, S., FISCHER, B.U., HARTWIG, U.A., FREHNER, M., HENDREY, G.R., BLUM, H. und NÖSBERGER, J. (1997) Growth response of *Trifolium repens* L and *Lolium perenne* L as monocultures and bi-species mixture to free air CO₂ enrichment and management. *Global Change Biol.* 3 (2), 149-160.
- KORNHER, A., NYMAN, P. und TAUBE, F. (1991): Ein Computermodell zur Berechnung der Qualität und Qualitätsveränderung von gräserdominierten Grünlandaufwüchsen aus Witterungsdaten. *Das Wirtschaftseigene Futter* 37, 232-248.
- KREIENKAMP, F., SPEKAT, A. und ENKE, W. (2010): Ergebnisse eines regionalen Szenarienlaufs für Deutschland mit dem statistischen Simulationsmodell WETTREG2010. Abschlussbericht des Umweltbundesamtes UBA, 48 S.
- THIES, B., RICHTER, F., LABRIOLA, M. und WACHENDORF, M. (2012): Anbau und bioenergetische Verwertung von Extensivgrünland in Überschwemmungsgebieten der Fließgewässer: Mitteilung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Band 13.