

Trockenmasse- und Energieerträge bei unterschiedlicher Grundfütternutzung in Abhängigkeit der Bodenklimazahl

Dry matter and energy yields for different forage utilisation depending on soil-climate-index

Reinhard Resch*, Andreas Klingler und Andreas Schaumberger

Einleitung

Die Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und Bergbauernfragen (AWI) stellte im Jahr 2013 erstmals Praxisbetrieben einen Online-Deckungsbeitragsrechner zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit landwirtschaftlicher Produktionsverfahren zur Verfügung (GAHLEITNER et al. 2022). Die Abteilung Grünlandmanagement und Kulturlandschaft der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (R-G) lieferte hierzu die Faustzahlen in Abhängigkeit von Erschwernislage (Berghöfekatasterpunkte) und biologischer oder konventioneller Wirtschaftsweise für Trockenmasse (TM)-Erträge und Energie von Wirtschaftsgrünland bei unterschiedlicher Fütternutzung (Grünfütter, Silage, Heu, Weide) sowie für Feldfütter und Silomais. Im Jahr 2020 wurden auf Basis einer umfangreichen Datengrundlage die durchschnittlichen Erträge dieser verschiedenen Grundfütternutzungen in Abhängigkeit der Bodenklimazahl (BKZ) ermittelt. Nach BMF (2022) drückt die BKZ die natürliche Ertragsfähigkeit der landwirtschaftlich genutzten Bodenfläche eines Grundstücks im Verhältnis 1 bis 100 zum ertragfähigsten Boden Österreichs mit der Wertzahl 100 aus. Die vorliegende Arbeit beschreibt den Zusammenhang zwischen fünf BKZ-Klassen mit entsprechender Nutzungshäufigkeit und den mittleren TM- und Energieerträgen bei unterschiedlicher Grünlandnutzung, Feldfütterbau und Silomais.

Material und Methoden

Um eine Klassifizierung von Erträgen in Abhängigkeit der Ertragsfähigkeit landwirtschaftlicher Grundfütterflächen zu ermöglichen, wurde die BKZ in fünf Klassen unterteilt: (1) > 80, (2) 61 bis 80, (3) 41 bis 60, (4) 20 bis 40, (5) < 20. Viele verfügbare Ertragsdaten der vergangenen 25 Jahren für Grundfütter inklusive Silomais von verschiedenen österreichischen Standorten wurden mit einer BKZ-Karte verschnitten und den BKZ-Gruppen zugeordnet. Als Datenquellen für TM-Bruttoerträge dienten für (a) Dauerwiesen: R-G mit Außenstellen, DaFNE-Projekt 101309 DW-NET4 (2002-2019); (b) Dauerweiden: MaB-Projekt 6/21 Grünland im Berggebiet (1997-2001); (c) Feldfütter: R-G, Forschungsprojekt AL20795 an sechs niederösterreichischen Fachschulen (1995-1999), Amtliche Sortenwertprüfung (AGES 2021); (d) Silomais: Feldfruchternte nach STATISTIK AUSTRIA (2022), Amtliche Sortenwertprüfung (AGES 2021).

Für die mittleren Verluste bei Ernte, Futtermittelkonservierung, Lagerung und Futtermittelverwertung zur Berechnung der TM-Nettoerträge wurden Faustzahlen nach WEISSBACH (1993) und STEINHÖFEL (2020) angewendet. Die mittleren Energiedichten für die unterschiedlichen Grundfütterarten stammen aus den Futtermitteltabellen für das Grundfütter im Alpenraum (RESCH et al. 2006) und von mehrjährigen Analysendaten des Futtermittellabors Rosenau (STÖGMÜLLER 2021). Die Energiekonzentrationen der Futtermittelkonserven Grassilage, Heu und Maissilage wurden außerdem mit den Daten aus den LK-Silageprojekten 2003 bis 2020 (RESCH 2021a) bzw. den LK-Heuprojekten 2008 bis 2018 (RESCH und STÖGMÜLLER 2019) abgeglichen.

Auswertungen von Erträgen auf unterschiedlich genutzten Grünlandflächen (MaB-Projekt 6/21) zeigten nur marginale Unterschiede zwischen ÖPUL-Maßnahmen (inkl. Bio) und konventioneller Wirtschaftsweise, sodass auf eine entsprechende Differenzierung verzichtet wurde.

Die vorgestellten Ergebnisse beziehen sich auf durchschnittliche Standortbedingungen (Klima, Exposition, Bodenbedingungen, Management, etc.) unter Nährstoffversorgung nach der Richtlinie für die sachgerechte Düngung (BMLRT 2022).

Ergebnisse und Diskussion

Die österreichischen Regionen, in denen Grünlandwirtschaft und Futterbau betrieben werden, weisen sehr unterschiedliche Standortbedingungen auf. Nach SCHAUMBERGER (2011) erhöht sich die durchschnittliche Nutzungshäufigkeit von Grünland- und Futterbauflächen mit zunehmender Dauer der Vegetationsperiode und mit günstigeren Boden- und Klimabedingungen (Temperatur und Wasserversorgung). Die Auswertungen des MaB-Projektes zeigen, dass Dauer-/Kulturweiden bei gleichen Standortbedingungen im Durchschnitt um 0,5-mal öfter genutzt werden als Wiesen. Das gleiche gilt für Feldfutter, welches aufgrund der besseren Wüchsigkeit tendenziell früher geerntet wird als Dauerwiesen.

Für Dauerwiesen mit zwei bis vier Schnittnutzungen pro Jahr wurden zur Ertragsmodellierung Daten aus dem Projekt DW-NET 4 (RESCH 2021b) mit insgesamt 27 Versuchsstandorten und mit einer BKZ zwischen 16 und 84 und die Jahre 2002 bis 2019 herangezogen. Für einen mittleren TM-Bruttoertrag in t/ha und Jahr ergaben sich in Abhängigkeit von Schnitthäufigkeit und BKZ linearen Beziehungen M1 bis M3. Unter Berücksichtigung der BKZ von 30, 50 und 70 und einer realitätsnahen Steigerung der Nutzungshäufigkeiten für die zunehmende BKZ, wurde das TM-Bruttoertragsmodell M4 für den gesamten BKZ-Bereich von 1 bis 100 abgeleitet (Tabelle 1). Aus den MaB-Daten ergab sich unter gleichen Standortbedingungen und gleicher Nutzungshäufigkeit für den TM-Bruttoertrag kein Unterschied zwischen Dauer-/Kulturweiden und Dauerwiesen. Diese Beobachtung wurde auch von STARZ (2020) bestätigt. Die Weide-Bruttoerträge in den BKZ-Klassen entsprechen somit auch dem Modell M4.

Die Ertragsmodellierung für den Feldfutterbau wurde auf gleiche Weise wie bei den Dauerwiesen durchgeführt. Hier standen insgesamt 9 Standorte mit einer 4-Schnittnutzung zur Verfügung (BUCHGRABER et al. 2000). Daraus ergab sich folgendes lineares Ertragsmodell M5. Die Ertragswerte für eine geringere bzw. höhere Nutzungshäufigkeit des Feldfutters wurden aus den relativen Differenzen der Dauerwiesen-Matrix für BKZ und Nutzungshäufigkeit abgeleitet. Das an die realitätsnahe Nutzungshäufigkeit angepasste Ertragsmodell für Feldfutter ist in Tabelle 1 mit M6 bezeichnet.

Die TM-Bruttoerträge für Silomais wurden im ersten Schritt aus der Beschreibenden Sortenliste (AGES 2021) für insgesamt 10 Standorte herangezogen. Nach Zuordnung der BKZ auf diese Standorte ergab sich Regressionsgleichung M7. Ein Vergleich der Erträge von Silomais mit den Angaben zur Feldfruchternte aus den letzten 10 Jahren (STATISTIK AUSTRIA 2022) zeigte, dass die Sortenversuche bei einer durchschnittlichen BKZ von 47 auf 21,1 t TM/ha kamen. Das war um 4,6 dt TM/ha höher als die mittleren TM-Erträge der Statistikdaten aus der Feldfruchternte in Österreich. Dieser Umstand hängt wahrscheinlich mit der optimalen Kulturführung und der rein mineralischen Düngung in den Sortenversuchen zusammen. In der angepassten Ertragsgleichung M8 für Silomais wurde deshalb der TM-Ertrag um 4,6 t linear reduziert, um ihn auf ein praxisnahes Maß einzustellen (Tabelle 1). Die Silomais-Faustzahlen für die BKZ-Klasse 5 (< 20) sind in der Tabelle 2 in Klammer gesetzt, weil der Anbau von Silomais unter so ungünstigen Voraussetzungen in der Praxis nicht empfohlen wird und die Ertragschätzung einer Extrapolation unterliegen. Außerdem ist der Anbau von Silomais auf Flächen mit weniger als BKZ 25 (Grenzlagen) auch deswegen in Frage zu stellen, weil hier der Feldfutterbau durchaus konkurrenzfähig ist.

Tabelle 9: **Lineare Modelle für den TM-Bruttoertrag von unterschiedlichen Grundfutterkulturen in Abhängigkeit der Bodenklimazahl (BKZ)**

Kultur	Modell-Kürzel	lineares Modell	Anmerkung
Dauerwiese	M1	$y = 0,0437 \times BKZ + 5,3476$	2-Schnittnutzung
	M2	$y = 0,0444 \times BKZ + 5,7211$	3-Schnittnutzung
	M3	$y = 0,0422 \times BKZ + 6,4051$	4-Schnittnutzung
Dauerwiese/-weide	M4	$y = 0,0578 \times BKZ + 5,3325$	allgemeines Modell für Tabelle 2
Feldfutter	M5	$y = 0,0480 \times BKZ + 7,4390$	4-Schnittnutzung
	M6	$y = 0,0663 \times BKZ + 6,5175$	allgemeines Modell für Tabelle 2
Silomais	M7	$y = 0,1662 \times BKZ + 13,3350$	Sortenwertprüfung (AGES)
	M8	$y = -3,325 \times BKZ + 26,9930$	allgemeines Modell für Tabelle 2

Bei den Bruttoerträgen sind bis zur tierischen Verwertung unvermeidbare und vermeidbare Verluste zu berücksichtigen, welche bei der Ernte, Futterkonservierung, Lagerung und der Futtermittelherstellung auftreten. Die wichtigsten Grundfuttermittel in Österreich sind Grünfutter aus Weidehaltung und Eingrasung, 76. ALVA-Tagung, Steiermarkhof, Graz, 2022

Grassilage, Heu und Maissilage. Gemäß den Verlustraten nach WEISSBACH (1993) bzw. STEINHÖFEL (2020) für Grünland unter Schnittnutzung bzw. nach STARZ (2020) für Weidehaltung, wurden für die Ermittlung der TM-Nettoerträge mittlere Bedingungen angenommen und folgende Verluste festgesetzt: Eingrasen -3 %, Silomais -10 %, Grassilage aus Dauerwiese/Feldfutter -20 %, Heu -25 % und für Weidehaltung -15 %, aufgrund von Futterselektion und Geilstellen.

Tabelle 2: **Mittlere Nutzungshäufigkeiten, TM-Erträge, Energiedichten und Energie-Erträge in Abhängigkeit der Art der Grundfütterung und der Bodenklimazahl**

Bodenklimazahl (BKZ)*	Einheit	BKZ-Klasse	BKZ-Klasse	BKZ-Klasse	BKZ-Klasse	BKZ-Klasse
		1 90 (> 80)	2 70 (61-80)	3 50 (41-60)	4 30 (20-40)	5 10 (< 20)
Anzahl Ernteaufwüchse pro Jahr						
Feldfutter-Silage	Anzahl	5	4,5	4	3,5	3
Dauerwiese Eingrasen	Anzahl	4,5	4	3,5	3	2,5
Dauerwiese Silage	Anzahl	4,5	4	3,5	3	2,5
Dauerwiese Heu	Anzahl	4	3,5	3,1	2,7	2,3
Dauerweide	Anzahl	5	4,5	4	3,5	3
Trockenmasse-Bruttoerträge						
Silomais	t/ha	23,7	20,3	17,0	13,7	(10,4)
Feldfutter	t/ha	12,5	11,2	9,8	8,5	7,2
Dauerwiesen/-weiden	t/ha	10,5	9,4	8,3	7,1	5,9
Trockenmasse-Nettoerträge (abzüglich Ernte- u. Konservierungsverluste nach STEINHÖFEL 2020)						
Silomais	t/ha	21,3	18,3	15,3	12,3	(9,3)
Feldfutter Silage	t/ha	10,0	8,9	7,9	6,8	5,7
Dauerwiese Eingrasen	t/ha	10,2	9,1	8,0	6,8	5,7
Dauerwiese Silage	t/ha	8,4	7,5	6,6	5,6	4,7
Dauerwiese Heu	t/ha	7,9	7,0	6,2	5,3	4,4
Dauerweide	t/ha	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0
Energiekonzentration Nettoenergie-Laktation (NEL)						
Silomais	MJ NEL/kg TM	6,75	6,62	6,50	6,38	(6,25)
Feldfutter Silage	MJ NEL/kg TM	6,30	6,22	6,13	6,07	6,00
Dauerwiese Eingrasen	MJ NEL/kg TM	6,20	6,15	6,10	6,03	5,95
Dauerwiese Silage	MJ NEL/kg TM	6,10	6,07	6,00	5,92	5,83
Dauerwiese Heu	MJ NEL/kg TM	5,60	5,55	5,50	5,45	5,40
Dauerweide	MJ NEL/kg TM	6,30	6,25	6,20	6,15	6,10
Netto-Energieerträge						
Silomais	GJ NEL/ha	143,8	121,2	99,6	78,6	(58,3)
Feldfutter Silage	GJ NEL/ha	62,9	55,5	48,3	41,3	34,5
Dauerwiese Eingrasen	GJ NEL/ha	63,3	55,8	48,8	41,2	34,1
Dauerwiese Silage	GJ NEL/ha	51,4	45,5	39,6	33,4	27,6
Dauerwiese Heu	GJ NEL/ha	44,2	39,0	34,0	28,8	23,9
Dauerweide	GJ NEL/ha	56,4	49,7	43,5	36,9	30,6

*Bodenklimazahl: Zahl in fetter Schrift = Mittelwert, Werte in Klammer = BKZ-Bereich von bis

Die mittleren Ertragspotenziale in den BKZ-Klassen spiegeln den starken Einfluss von Boden und Klima wider (Tabelle 2). In den Gunstlagen mit einer BKZ über 80 können Grünland-/Feldfutterflächen durchschnittlich 4 bis 5 Aufwüchse mit einem TM-Nettoertrag je nach Futternutzung/-konservierung von 7,9 bis 10,2 t/ha erzielen. Schlechte Böden und ungünstiges Klima (BKZ < 20) führen zu wesentlich geringerer Bewirtschaftungsintensität mit nur 2 bis 3 Aufwüchsen und mittleren TM-Nettoerträgen zwischen 4,4 bis 5,7 t/ha. Gegenüber den besten Gunstlagen waren die Erträge in den schlechten Lagen um 42 bis 44 % geringer. In der Praxis kann innerhalb der jeweiligen BKZ-Klassen und Grundfütterung in Abhängigkeit von Standort- und Bewirtschaftungseinflüssen mit einer Streuung von +/- 1,0 bis 1,5

t/ha TM-Bruttojahresertrag gerechnet werden. Unter extremen Verhältnissen wie z.B. stark ausgeprägter Trockenheit in der Vegetationsperiode können die Abweichungen noch größer sein.

Aufgrund der höheren Energiedichte des Futters bei intensiver Bewirtschaftung sind die Differenzen von guten und schlechten Lagen im Energieertrag noch deutlicher ausgeprägt als beim TM-Ertrag. Je nach Vegetationsverlauf und Witterung kann auf Grünlandflächen noch mit einem zusätzlichen Weidegang im Herbst gerechnet werden, der zwischen 0,3 bis 1,0 t TM/ha an Ertrag bringen kann. Beim Feldfutter wäre prinzipiell keine Unterscheidung in den Kategorien 1 und 2 vorzunehmen, da in den Gunstlagen (außerhalb des benachteiligten Berggebietes) mit geringeren Niederschlägen bzw. Trockenperioden in den Sommermonaten zu rechnen ist.

Abschließend stellt sich die Frage, inwieweit die ermittelten TM-Bruttoerträge in den BKZ-Klassen mit den Ertragsangaben in der Richtlinie für die sachgerechte Düngung (BMLRT 2022) zusammenpassen. Ein Vergleich bei Grünlandnutzung zeigt, dass die Faustzahlen zwischen 5,9 bis 10,5 t TM/ha aus Tabelle 1 für die mittlere und hohe Ertragslage stark mit der SGD korrelierten. Ein ebenso starker Zusammenhang, nur auf etwas höherem Ertragsniveau, konnte für das Feldfutter in der mittleren bzw. hohen Ertragslage festgestellt werden. Die niedrige Ertragslage in der SGD dürfte stärker ertragsmindernde Verhältnisse wie extensive Bewirtschaftung mit Unterversorgung an Nährstoffen, stärkere Hangneigung und dergleichen berücksichtigen. Die Mittelwerte in den BKZ-Klassen dürften mit der niedrigen Ertragslage aus der SGD deshalb nicht zusammenhängen, weil die Bedingungen in den Feldversuchen selbst bei niedriger BKZ noch „zu günstig“ waren. Die TM-Bruttoerträge von Silomais in den BKZ-Klassen 1 bis 4 passten sehr gut mit den Ertragslagen der SGD, die dort von 13,3 bis über 21 t TM/ha reichten, zusammen.

Zusammenfassung

Die Zuordnung von Ertragsdaten aus verschiedenen österreichischen Gebieten für Grünland (Dauerwiesen/Dauerweiden), Futterbau und Silomais in fünf Klassen der Bodenklimazahl (BKZ) zeigt, dass die BKZ ein geeigneter Parameter zur Darstellung des mittleren Ertragspotenzials von landwirtschaftlichen Futterflächen mit unterschiedlicher Bonität ist. Außerdem ist den Betriebsleitern die BKZ jeder Fläche aus der Bemessung des Einheitswertes bekannt, sodass dieses Verfahren in der Praxis gut angewendet werden kann. Gegenüber den Gunstlagen (BKZ > 80) hatten die schlechten Lagen (BKZ < 20) beim Grünland und Feldfutter um 42 bis 44 % sowie beim Silomais um 56 % weniger TM-Bruttoerträge zu verzeichnen. Mit Feldfutter-Silage kann in den besten Lagen Österreichs der 2,6-fache Energieertrag im Vergleich zu schlechten Lagen und Heukonservierung erreicht werden. Extrem schlechte Verhältnisse konnten über die Darstellung von Mittelwerten in den BKZ-Klassen nicht abgebildet werden. Die Ertragswerte in den BKZ-Klassen stimmen mit dem Zahlenwerk der Richtlinie für die sachgerechte Düngung (SGD) für die mittlere und hohe Ertragslage sehr gut überein.

Abstract

We assigned yield data from different Austrian sources for permanent grassland, forage leys and maize silage into five classes of the Soil-Climatic-Index (SCI). The SCI is a proper parameter representing the average yield of agricultural forage areas with different potential. Farm managers are familiar with the SCI of each field, so a practical application is possible. Compared to the top favourable sites (SCI > 80), the poor sites (SCI < 20) decreased in yield by 42 to 44 % for grassland and forage leys and by 56 % for silage maize. Compared to poor locations and hay conservation, silage of leys in the best sites of Austria can achieve 2.6 times more energy yield. Averages could not represent poor site conditions via the SCI classes. The yields in the SCI classes agree very well with the values of the subdivision of the Austrian Guidelines for Proper Fertilization (SGD).

Literatur

AGES (Hrsg.), 2021: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2021 Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2021, ISSN 1560-635X, Wien, 252 S. (<https://bsl.baes.gv.at/pdf-version/>, 05.02.2022)

BUCHGRABER, K., GERL, S., PÖTSCH, E.M., 2000: Überprüfung der Qualitätssaatgutmischungen auf die Sortenbeständigkeit und deren Konkurrenzkraft sowie Feststellung des Ertrages und der Futterqualität. Abschlussbericht Forschungsprojekt AL20795, BAL Gumpenstein, Irdning, 57 S.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, REGIONEN UND TOURISMUS (BMLRT), 2022: Richtlinie für die Sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland. 8. Auflage, 185 S.

Bundesministerium für Finanzen, 2022: Land- und forstwirtschaftliches Vermögen/Bodenschätzung. (<https://www.bmf.gv.at/themen/steuern/immobilien-grundstuecke/grundbesitzabgaben-einheitsbewertung/land-und-forstwirtschaftliches-vermoegen-bodenschaetzung.html>, 01.01.2022)

GAHLEITNER, G., HEINSCHINK, K., LINDER, S., MARIA, R., SKIDMORE, T., 2022: IDB Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten. Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und Bergbauernfragen, Wien, (<https://idb.agrarforschung.at/default.html;jsessionid=E38D3AA8FDF65554696E8B5E28276458>, 05.02.2022)

RESCH R, GUGGENBERGER T, GRUBER L, RINGDORFER F, BUCHGRABER K, WIEDNER G, KASAL A, WURM, K, 2017: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-INFO 8/2006, Neuauflage. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) Irdning, 20 S.

RESCH, R., STÖGMÜLLER, G., 2019: Heuqualität auf österreichischen Praxisbetrieben unter besonderer Berücksichtigung der Feld- und Lagerpilzflora. 46. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2019, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 111-132.

RESCH, R., 2021a: Qualitätspotenziale bei Gras- und Maissilagen in Österreich – Erkenntnisse aus dem LK-Silageprojekt 2020. 48. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2021, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 33-68.

RESCH, R., 2021b: Langzeitauswirkungen differenzierter Bewirtschaftungsintensität von Dauerwiesen unter besonderer Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Effekte. Zwischenbericht zum DaFNE-Forschungsprojekt „DW-NET4“ (Nr. 101309), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 45 S.

SCHAUMBERGER, A., 2011: Räumliche Modelle zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland. Dissertation, Technische Universität Graz, Institut für Geoinformation, 264 S.

STARZ, W., 2020: Weidehaltung von Rindern im alpinen Raum Österreichs – Eine moderne und innovative Betriebsstrategie. Dissertation - Institut für Ökologischer Landbau (IFÖL), BOKU-Universität für Bodenkultur, 195 S.

STATISTIK AUSTRIA, 2022: Feldfruchternte. (https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/feldfruechte/index.html, 25.01.2022).

STEINHÖFEL, O., 2020: Konservierung von Futtermitteln, In: Jeroch, H.; Drochner, W.; Rodenhutschord, M.; Simon, A., Simon, O. und Zentek, J. (Hg.): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, 310-335.

STÖGMÜLLER, G., 2021: Neues aus dem Futtermittellabor Rosenau. Fütterungsreferententagung 2021, St. Veit an der Glan, Vortrag, 22.09.2021

WEISSBACH, F., 1993: Grünfutter und Grünfutterkonservate, In: JEROCH, H.; FLACHOWSKY, G. und WEISSBACH, F. (Hg.): Futtermittelkunde, Gustav Fischer Verlag Jena – Stuttgart, 74 -154.

Adressen der Autoren

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal, Tel.: +43 (0)3682 22451-320

* Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at