



Herausforderungen und Chancen für eine resiliente, zukunftsorientierte Milchwirtschaft

Friedhelm Taube

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Christian-Albrechts-Universität Kiel

ftaube@gfo.uni-kiel.de

Prof. Grass based Dairy Systems, WUR, Wageningen NL

- Status quo
- Herausforderungen
- Chancen

- Steigerung der Produktion in D $> +2,4\%$ im 1. HJ. 2023 zu 2022;
- Steigerung Milchleistung/Kuh; größere Herden, ganzj. Stallhaltung
- zunehmend kapital- und energieintensive spezialisierte Erzeugung;

Aber:

- volatile Märkte
- steigende Energiekosten
- Nährstoffüberschüsse, Verlust an Biodiversität, Klimakosten, ...
- zunehmend Milch vom Acker (nur noch $\sim 20\text{-}30\%$ der Energie vom Grünland)
- **Herausforderungen und Chancen 2030 – 2045 (Klimaneutralität)**
- **Milcherzeugung, Wasser-, Klima-, Biodiversitäts- und Tierschutz zusammen bringen – nur das komplette Set zählt!**

Agra-Europe AgE 18.08.2023



© agrar-press

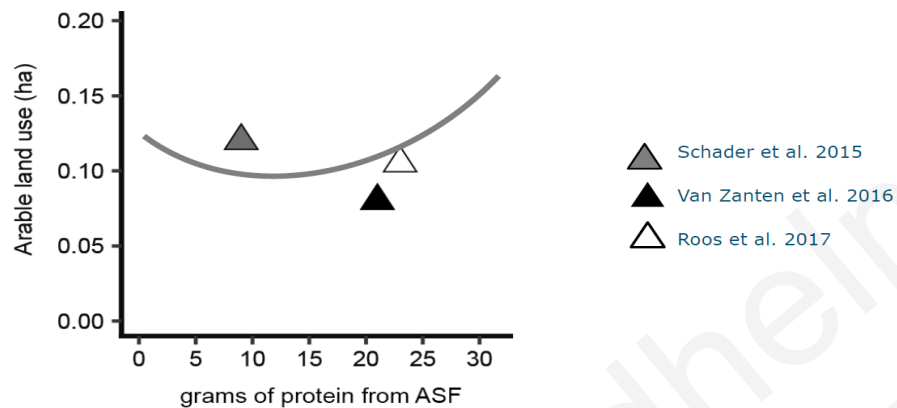
AUCKLAND. An der internationalen Handelsplattform Global Dairy Trade (GDT) hat sich der Absturz der Preise für Standardmilcherzeugnisse beschleunigt. Bei der heutigen Auktion brach der zusammenfassende Index der fünf gehandelten Produkte um 7,4 % gegenüber der vorherigen Handelsrunde von Anfang August ein. Vor zwei Wochen war bereits ein deutliches Minus von 4,3 % verzeichnet worden. Innerhalb eines Jahres ist der Index damit um ein Viertel gefallen und hat mittlerweile das tiefste Niveau seit November 2018 erreicht. Hauptgrund für die ausgeprägte Schwäche ist laut Analysten die Kaufzurückhaltung Chinas wegen seiner höheren Eigenproduktion und der sich verschärfenden Konjunkturlaute.

Herausforderung I: Welternährung ...

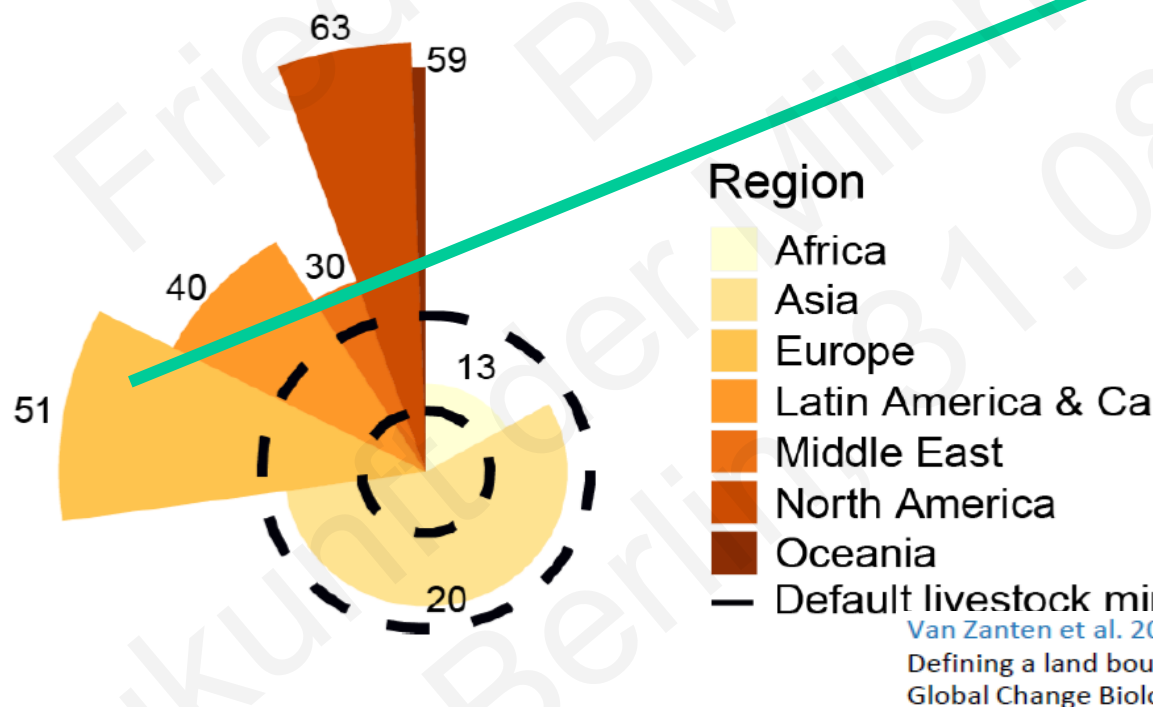
Zukünftige Rolle Animal Source Food (ASF) wird bestimmt durch LUE > Sicherung der Welternährung

Ecological leftover areas and food from recyclers: the future role of ASF (v. Zanten et al., 2018)

Eating food from recyclers results in lowest land use



Nahrungsmittel tierischer Herkunft (ASF) benötigen wesentlich mehr Fläche (Faktor 2,5 – 8) als solche pflanzlicher Herkunft... - daher sind nur etwa 13-20g des täglichen menschlichen Proteinbedarfs aus ASF akzeptabel im Sinne der Gewährleistung global höchster Landnutzungseffizienz (LUE) zur Sicherung der Welternährung!
‘circular narrative’ -weltweit sehr unterschiedlich ausgeprägt –
Transformation des Agrar- und Ernährungssystems geboten!



...in Europa ist somit die Reduktion des Nahrungsmittelkonsums tierischer Herkunft in der Größenordnung zwischen 40 und 75% geboten – dies stimmt mit Empfehlungen zur gesunden Ernährung nach der DGE überein
(ein so normierter Selbstversorgungsgrad nach DGE steigt dann von etwa 120% (ist) auf weit über 200% (DGE) für Milcherzeugnisse in Deutschland)

> **Politische Steuerung geboten (MwSt., ...)**

Konsequenz:

Milcherzeugung entweder nahezu ausschließlich vom Grünland + biogene Reststoffe oder ... nur dann vom Acker, wenn es den Ackerbau besser macht - denn die Ackerflächen werden für Nahrungsmittelerzeugung gebraucht!

- **Das erste Fazit** lautete: weniger Nahrungsmittel tierischer Herkunft konsumieren und politisch steuern!
- Wo dann also Milcherzeugung abbauen/umschichten?

1. Organische Böden!

Insbesondere Norddeutschland ca. 400.000 ha entwässerte organische Böden für Milcherzeugung (10-15% der Milch in D), Organische Böden ~8% der LN; ~40% der bodenbürtigen Emissionen

- Lösungsansätze verbinden mit validen Einkommensalternativen für Milcherzeuger!
- BMEL muss umgehend große Transformation der Wiedervernässung vordenken und den Rahmen gestalten!
- Transformation ist dann ein sukzessiver Prozess: z.B.
- 1/3 Feucht/Nassgrünland (FFH-Weiden) Naturschutz + Paludi
- 1/3 wieder vernässt (Natur- und Klimaschutz)
- 1/3 wieder vernässt + PV/ mittelfristig...Paludi/Biokohle etc.

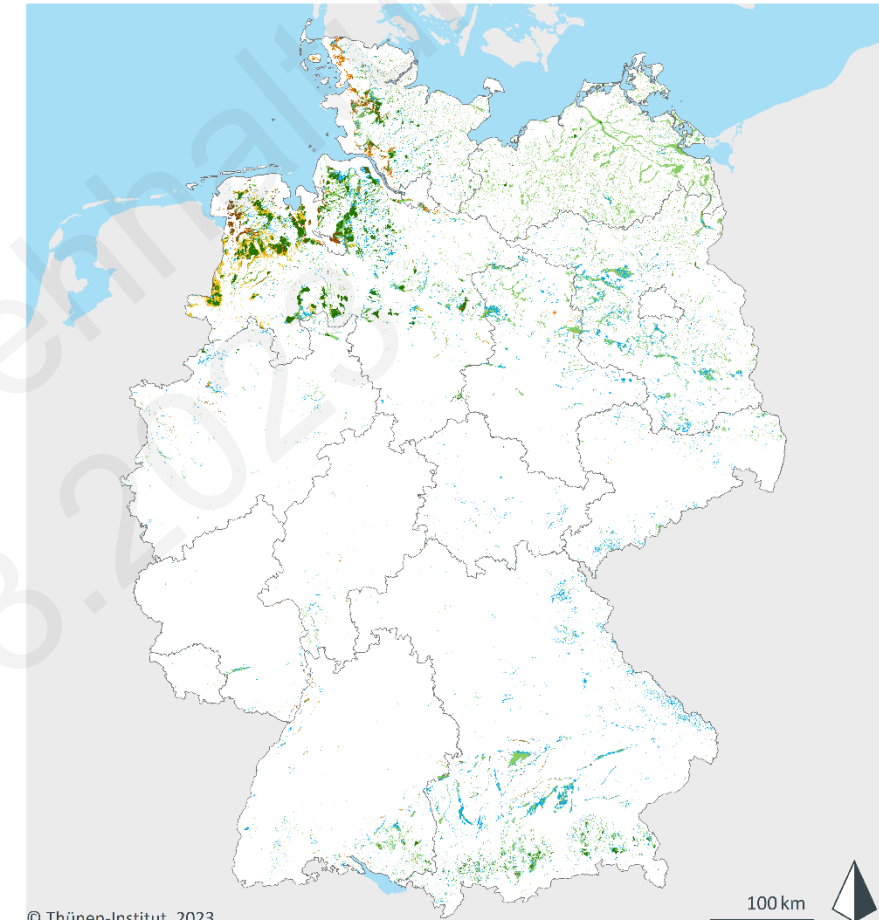
2. Fazit:

Bis 2045 wird Milcherzeugung auf Moorstandorten enden!*

* Solange das Klimaschutzgesetz gilt -weil die Umweltkosten der CO2-Emissionen den Nutzen der Milcherzeugung mehrfach übersteigen

Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland

Version 1.0, Stand Datenakquise: 12/2022



© Thünen-Institut, 2023

Moorbodenkategorien

Niedermoorboden	Moorfolgeboden	flach überdeckter Moorboden
Hochmoorboden	Tiefumbruchboden aus Moor	mächtig überdeckter Moorboden

Datenquellen:

GeoBasis-DE / BKG (2022)
Bayerisches Landesamt für Umwelt (2021)
Bayerische Vermessungsverwaltung (2022)
Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (2022)
Umweltatlas Berlin / Moore - Mooregebiete (2015)
Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (2022)
Geologischer Dienst für Bremen (2016)
Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft Hamburg (2016)
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2020)
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (2022)
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (2017)
Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen (2021)
Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (2019)
Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz Saarland (2001)
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2020, 2011)
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (2021)
Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt (2014)
Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (2022)
ThüringenForst AöR, Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (2022)
Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (1996-1974)

Herausforderung III: Milch vom Grünland ...?

Nur ~25% des Grünlands der Milcherzeugung gewidmet ...!

Verfahren DLG (2014)

Bilanzierung der Nährstoffausscheidung landw. Nutztiere

Arbeiten der DLG, Band 199

Verfahren: Milchkuh (8000 kg ECM/a)

Futterbasis:	mit Weide		ohne Weide	
	Grünland	Acker	Grünland	Acker
Weidegras	1400	1000		
Maissilage	800	2100	800	2200
Grassilage	2300	1400	3100	1900
Heu			500	450
Stroh	250	200	200	200
Grobfutter	4750	4700	4600	4750
Raps/Sojaextr.	134	312	178	445
Getreide	264	132	220	132
MLF*	1408	1320	1584	1232
Mineralfutter	143	238	143	238
Konzentrat	1949	2002	2125	2047
Anteil-Konzentrat, % der TM	29	30	32	30
Getreideanteil, % der TM	10	8	10	7

Grünlandanteil, % der TM

65

36

54

34

*bei 30 % Getreide im MLF

Verfahren: Milchkuh (10.000 kg ECM/a)

Futterbasis:	mit Weide		ohne Weide	
	Grünland	Acker	Grünland	Acker
Weidegras	1100	900		
Maissilage	1100	2300	1100	2400
Grassilage	2600	1650	3100	2000
Heu			500	450
Stroh	250	200	200	200
Grobfutter	5050	5050	4900	5050
Raps/Sojaextr.	267	445	312	623
Getreide	308	176	220	264
MLF*	1672	1584	1936	1408
Mineralfutter	190	285	190	285
Konzentrat	2437	2490	2658	2580
Anteil-Konzentrat, % der TM	33	33	35	34
Getreideanteil, % der TM	11	9	1	9

*bei 30 % Getreide im MLF

Grünlandanteil, % TM

49

33

47

32

Grünlandanteil nur bei mittlerer Einzeltierleistung (8000ECM) und Weide in Grünlandregionen deutlich über 50%, sonst zunehmend verdrängt durch energiereiche Komponenten vom Acker ..., die im spezialisierten Betrieb die Vorgaben der DüV (2017) bei P und N nicht erfüllt haben ...und daher auch heute und zukünftig **nicht** nachhaltig sind

3. Fazit: Es ist Zeit für ein **Label ‚Grünlandmilch‘**!

➤ **weniger Milch, aber mindestens 75% der Energie- und Proteinversorgung aus Gras!**

Trend zu spezialisierten Betrieben bedeutet Nährstoffüberschüsse N/P!

N und P Salden werden durch mineralische N- Düngung und Konzentratfutterzukauf (P) determiniert (Sieve et al., 2023)

Ziel 2025*/2030*: maximaler N-Saldo + 120/ 90 kg N/ha (Taube et al., 2020); **Ziel P* (DüV 2017) max. +4,3kg P/ha**

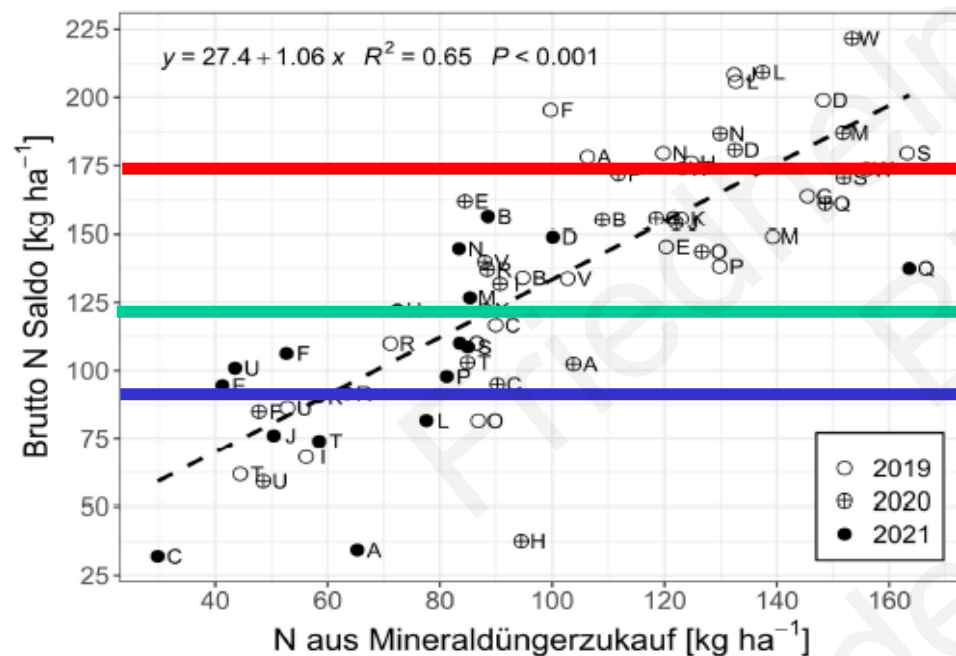


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen dem N-Input aus Mineraldüngerzukauf [kg ha⁻¹] und dem Brutto-N-Saldo [kg ha⁻¹]. Die gestrichelte Linie bildet die lineare Regression ab. Die Symbole

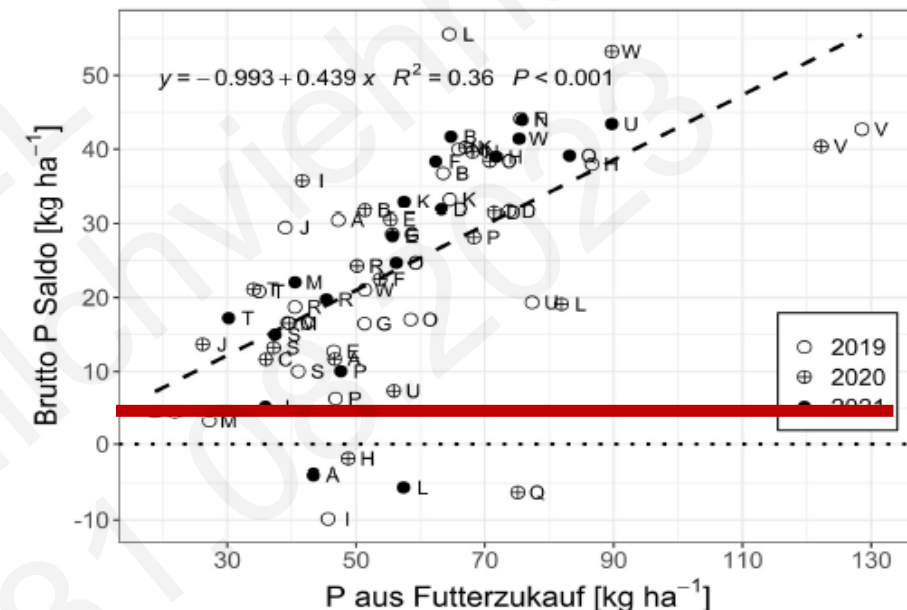


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen dem P-Input (P₂O₅) aus Futterzukauf (Kraftfutter und Grobfutter) [kg ha⁻¹] und dem Brutto-P-Saldo [kg P₂O₅ ha⁻¹]. Die gestrichelte Linie bildet die lineare Regression ab und die gepunktete Linie zeigt einen Brutto-P-Saldo von 0 kg ha⁻¹. Die Symbole kennzeichnen die drei Einzeljahre 2019, 2020, 2021 und die Buchstaben stehen für den jeweiligen

4. Fazit: Die Stickstoff- und Phosphorsalden typischer spezialisierter Milchvieh-/Futterbaubetriebe in Norddeutschland sind weit von wissenschaftlichen Standards einer guten fachlichen Praxis für N und P entfernt, dabei zeigt eine Minderheit der öko-effizienten Betriebe wie es geht! Milch aus Gras, wenig MLF*! Handlungsbedarf Ordnungsrecht! Düngegesetzgebung und –umsetzung - Kontrollintensitäten!

Chancen: Milcherzeugung für bessere Agrarsysteme – geht das? „Öko-effiziente Weidemilcherzeugung“ Lindhof seit 2016

10.000 I Kühe im Stall (,Milchpulver für die Welt‘) sind eine, aber nicht DIE Lösung für eine nachhaltige resiliente Landwirtschaft

Komplementär entwickeln:

Win-win-win Lösungen für eine **,grüne Gemeinwohl-Milch‘:**

Milch – Vorfruchtwert – Wasserschutz – Klimaschutz – Bio-Diversität, Luftreinhaltung, Tierwohl-Premium

Low input Weidemilcherzeugung bei niedrigem Einsatz von Konzentratfutter (<25%) > ,home grown proteins‘ (Klee statt Soja/Raps) auf

a. **Grünlandbetrieb** mit Weißklee grasbeständen oder b. **Gemischtbetrieb** mit Ackerklee kräutergras! **Grünlandbetrieb: Weitgehend ohne N-Mineraldünger und 75% der Rations-NEL aus Gras - Milch mit Weißklee gras-Beständen (top Pflanzengenetik) erzeugen (Lindhof-Mischung I: DW/Weißklee)**

b. **Gemischtbetrieb: mit 2jähriger Klee gras-Weidemilch auch Ackerbau besser machen (Lindhof-Mischung III: Multispecies)**

- 100 Jersey/Kreuzungs-Kühe; Frühjahrsabkalbung (Jan.-März)
- Intensivste Rotationsweide (9-10 Nutzungen p.a. > 7 MJ NEL), Ballensilage (6,7-7,1 MJ NEL)
- Nutzung der Untersaaten zur Klee gras-Etablierung nach Getreide ab August
- Letzte Nutzung Klee gras zu Beginn 3. HNJ ,Winterweide‘ Austrieb 2023: 20. Feb.
- ab März Umbruch zu Hafer > Ertrag (Öko) ~5,5 Tonnen/ha
- Klee gras liefert ~100 kg N an Folgefrucht, herbizide Wirkung, 1-2 Tonnen C-Sequestrierung im Boden, ...

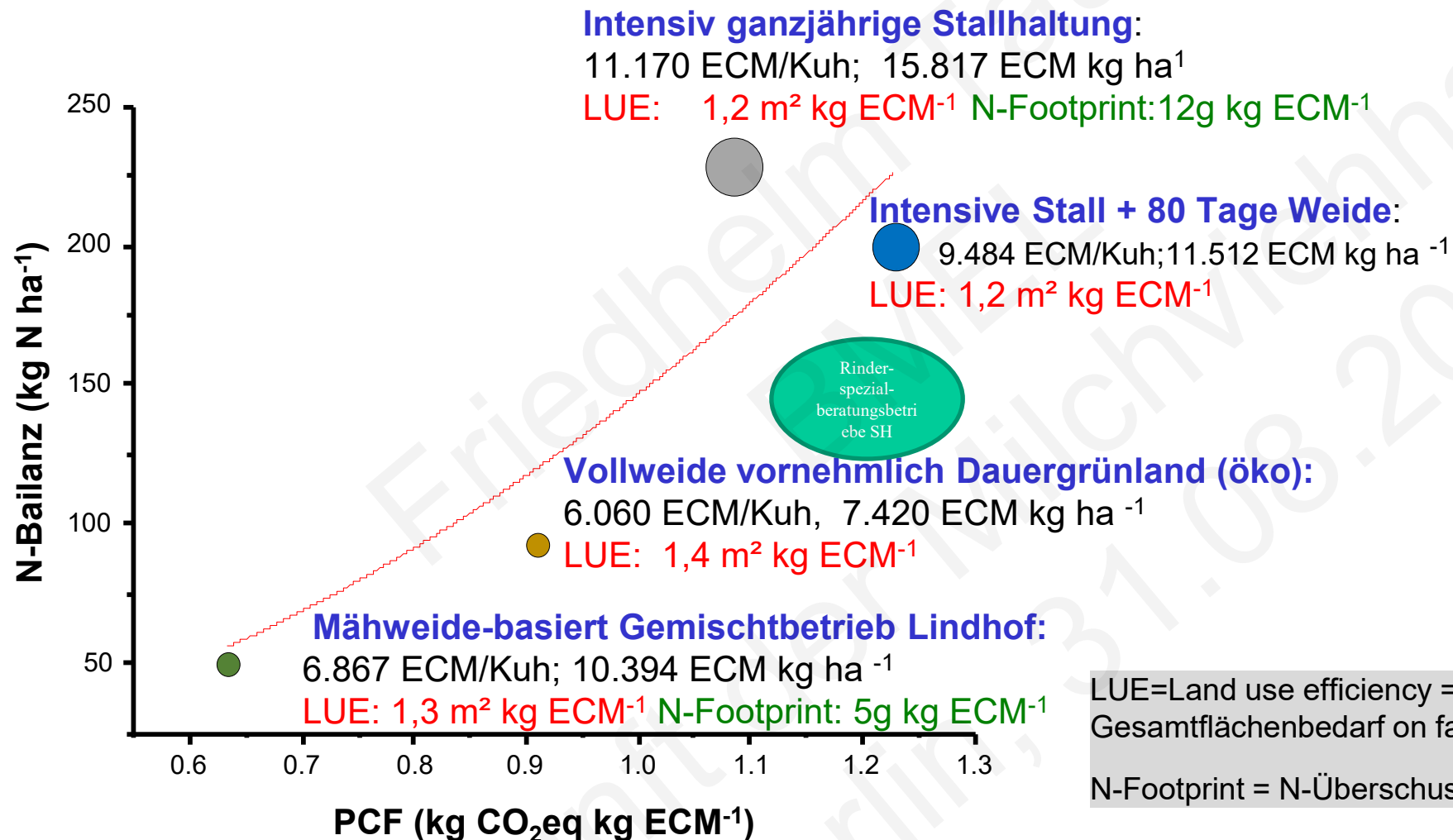


Kurz Vollkostenauswertung Grundfutter, Publikation folgt noch 2023 (Mues et al. in prep.)

	Rinderreport (2020/21)			Lindhof (2020/21)	
	Weide	Grassilage	Maissilage	Acker MW	Maissilage
Leistungen	1 069	1 883	2 097	1 293	1 182
Direktkosten	115	298	473	76	402
Arbeitserledigungskosten	450	1 091	1 068	442	645
Gebäudekosten	24	28	33	51	100
Flächenkosten	449	483	523	405	408
sonstige Kosten	39	44	46	95	107
Produktionskosten	1 077	1 944	2 142	1 068	1 661
Energie (MJ NEL/ha)	30 575	56 053	89 163	61 471	78 045
Gesamtkosten (ct/10 MJ NEL)	-35	-35	-24	-17	-21

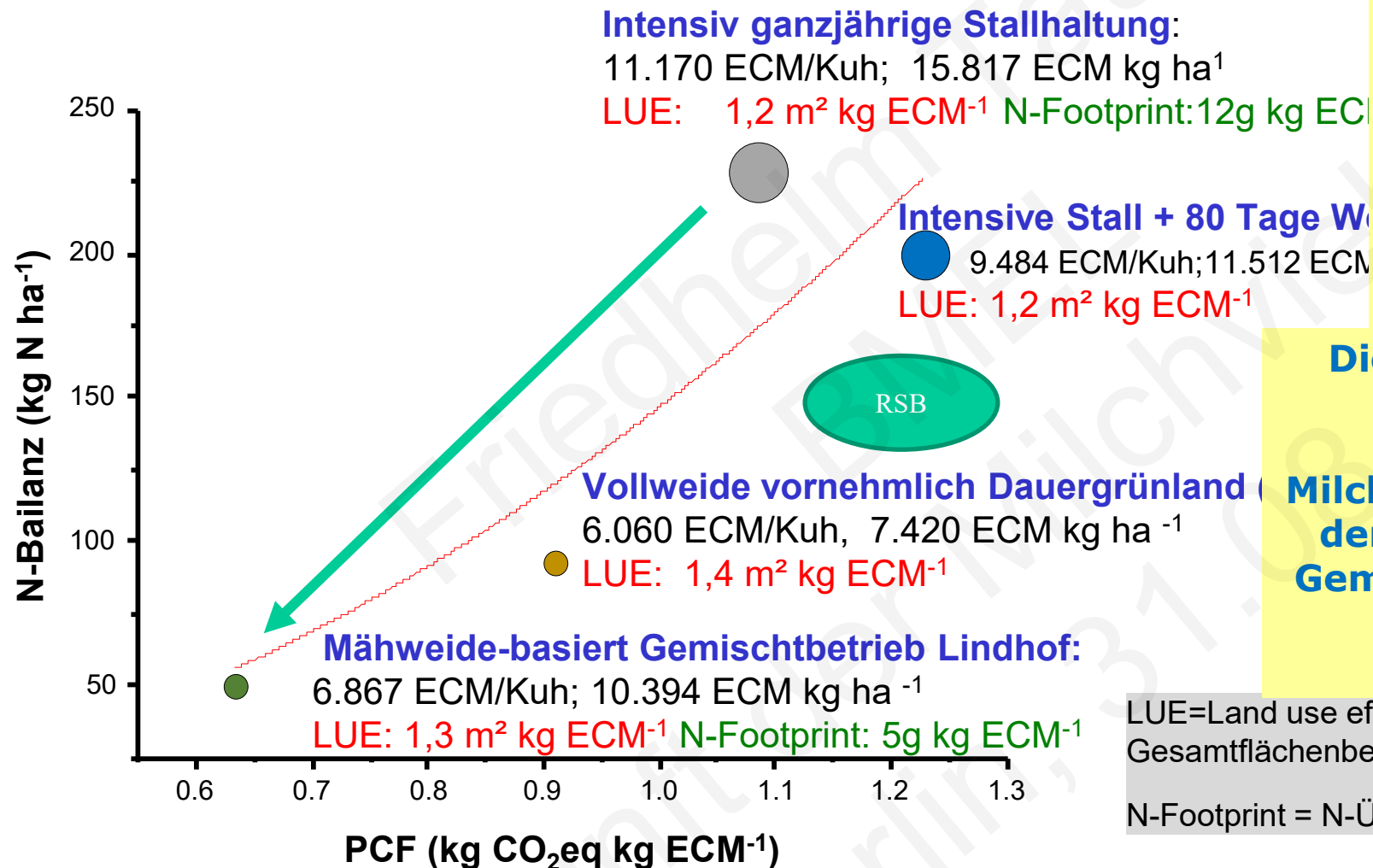
Mähweide-Milcherzeugung auf Basis intensivster Mähweidenutzung sichert hohe Futtererträge bei höchster Futternutzungseffizienz, beste Futterqualitäten, macht wenig Arbeit, ist sehr kostengünstig und erfüllt alle weiteren Ökosystemdienstleistungen

**Laut Betriebszweigauswertung (BZA) der Landwirtschaftskammer SH ist dieses Modell konkurrenzfähig zu den besten 200 Betrieben in SH mit 'Standardverfahren' im Stall ...
Und wie sieht die Ökobilanz aus?**



Ökobilanzierung: Leistungen, Product Carbon und Nitrogen-Footprint

... verschiedener Milchviehbetriebe in Schleswig-Holstein (Reinsch et al., 2021)



Vermiedene Umweltkosten je kg ECM
Lindhof im Vergleich zu Intensiv-Stall:
Vermiedene CO₂-Kosten: 10 Cent
Vermiedene N-Überschusskosten: 7 Cent
Vermiedene P-Überschusskosten: 13 Cent

Summe vermiedener Umweltkosten:
~30 Eurocent je kg ECM

* UBA (2021) CO₂-Kosten: 200€/Tonne
** European Nitrogen Assessment Report (2013)
*** UBA (2021)

**Die Internalisierung der externen
Kosten wird die relative
Vorzüglichkeit von
Milchproduktionssystemen zugunsten
der Weide-, der Grünland- und der
Gemischtbetriebsmilch verändern ...!**
**Also
mehr Ökolandbau ...? Nein!**

LUE=Land use efficiency =
Gesamtflächenbedarf on farm + off farm in m² je kg ECM
N-Footprint = N-Überschuss / ECM je ha

Hybridlandwirtschaft 1.0 (öko/kon)

Grünlandbetriebe verpflichten sich, Milch ohne N-Mineraldüngereinsatz und mit maximal 25% der Energiezufuhr aus externen (konventionellen) Futtermitteln zu erzeugen

Gemischtbetriebe verpflichten sich zu 6-gliedriger Fruchtfolge mit mindestens 2 Jahren Klee gras, von der 3 konsequente FF-Glieder im Block „ökologisch“ bewirtschaftet werden - gefolgt von 3 FF-Gliedern konventionell:

Beispiel

- **Erster Teil der FF [EU]-ökologisch:**
1. Klee gras; 2. Klee gras; 3. Hafer/Mais (Mindererträge zu konv. ~20-25%)
 - **Zweiter Teil der FF „konventionell“:**
4. Raps; 5. W-Weizen; 6. W-Weizen (Mehrerträge zu konventionell ~ 10%)
- ...auch in Kooperation von Betrieben – dann zu „virtuellen Gemischtbetrieben“

win-win Effekte

50% Reduktion chem. Pflanzenschutz, N-Saldo, N Auswaschung;
+ Klimaschutz (Klee gras) + Gülle-/Gärresteinsatz im Ökoteilbetrieb
möglich bei Ertragseinbußen von in Summe ~ 15%

...und was wird aus Silomais? Bis 2045 viel zu schade als Ganzpflanze für den Trog oder die Biogasanlage – Körnermais = Marktf Frucht + carbon farming zusammen mit z.B. auch Luzerne ...



Speisehafer Lindhof nach Klee gras

Detaillierte Szenarien-Rechnungen
laufen auf „virtuellen Gemischtbetrieben“

Entsprechendes CAU-Projekt startete 2021...
„Modellprojekt Schlei“

Förderung Hybrid in Anlehnung an ÖL!

- Welternährung -LUE/ Transformation des Ernährungssystems und Tierwohl:
Es wird Zeit, dass die Bundesregierung den Empfehlungen der Wissenschaft folgt
> FDP von Notwendigkeit der Umsetzung Borchert-Kommissionsvorschläge überzeugen
- Moorstrategie mit validen Einkommensalternativen für Milcherzeuger vorantreiben und Eckpunkte setzen - BMEL (z. B. Vorrangflächen-PV angehen, Wasserhaushaltsgesetz ändern; ...)
- Das Erfolgsmodell ‚Weidemilch‘ auf Grünlandmilch („Kleemilch“) ausweiten
- Defizite im Ordnungsrecht und deren Umsetzung offenkundig -
ambitionierte StoffBilV für N und P! (P-Werte aus DüV 2017) etablieren und auf
Länderebene überzeugend umsetzen (Kontrollen)
- Mit bestehende Instrumenten der Agrarpolitik Hybridsysteme fördern (sind in Modell der Gemeinwohlprämie übertragbar)
- ... dann können Milchprodukte aus D aus gutem Grund zu Hause wie auf den
Weltmärkten als nachhaltig und öko-effizient vermarktet werden - sie
erfüllen die EU- F2F – Strategie und sämtliche Umweltleistungen umfänglich

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Weitere Informationen: ftaube@gfo.uni-kiel.de
www.grassland-organicfarming.uni-kiel.de

Die präsentierten Ergebnisse entstammen durchweg international publizierten Originalarbeiten bzw. Gutachten des wiss. Beirats beim BMEL o.ä.; z.B.

- **Loza, C., Reinsch, T., Loges, R., Taube, F., Gere, J.I., Kluß, C., Hasler, M., Malisch, C.S. (2021):** Methane Emission and Milk Production from Jersey Cows Grazing Perennial Ryegrass–White Clover and Multispecies Forage Mixtures. *Agriculture* 11(2). <https://doi.org/10/gh4n97>
 - **Reinsch, T., Loza, C., Malisch, C.S., Vogeler, I., Kluß, C., Loges, R., Taube, F., (2021):** Toward Specialized or Integrated Systems in Northwest Europe: On-Farm Eco-Efficiency of Dairy Farming in Germany. *Front. Sustain. Food Syst.* 5, 614348. <https://doi.org/10/gj68j4>
 - **Smit HPJ, Reinsch, T., Kluß, C., Loges, R., Taube, F. (2021):** Very Low Nitrogen Leaching in Grazed Ley-Arable-Systems in Northwest Europe. *Agronomy*. 2021; 11(11):2155. <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/11/2155>
 - **Spiller, A., Renner, B., Voget-Kleschin, L., Arens-Azevedo, U., Balmann, A., Biesalski, HK, Birner, R., Bokelmann, W., Christen, O., Gauly, M., Grethe, H., Latacz-Lohmann, U., Martínez, J., Nieberg, H., Pischetsrieder, M., Qaim, M., Schmid, JC, Taube, F., Weingarten, P., (2020):** Politik für eine nachhaltigere Ernährung: Eine integrierte Ernährungspolitik entwickeln und faire Ernährungsbedingungen gestalten. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) beim BMEL – Juni 2020. Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft 230, August 2020. ISSN 2196-5099
 - **Taube, F., Bach, M., Breuer, L., Ewert, F., Fohrer, N., Leinweber, P., Müller, T., Wiggering, H. (2020):** Novellierung der Stoffstrombilanzverordnung: Stickstoff- und Phosphor-Überschüsse nachhaltig begrenzen. Fachliche Stellungnahme zur Novellierung der Stoffstrombilanzverordnung. Umweltbundesamt 200/2020, November 2020.1-14. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_11_05_texte_200_2020_papier_novellierung_stoffbilv
 - **Biernat, L., Taube, F., Vogeler, I., Reinsch, T., Kluss, C., Loges, R. (2020):** Is organic agriculture in line with the EU-Nitrate directive? On-farm nitrate leaching from organic and conventional arable crop rotations. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 298. DOI: 10.1016/j.agee.2020.106964 ISSN: 0167-8809, eISSN: 1873-2305.
- Grethe H, Nieberg H, Renner B, Arens-Azevedo U, Balmann A, Biesalski K, Birner R, Bokelmann W, Christen O, Gauly M, Knierim U, Latacz-Lohmann U, Martínez J., Pischetsrieder M, Qaim M, Spiller A, Taube F, Voget-Kleschin L, Weingarten P (2018):** Für eine gemeinwohlorientierte Gemeinsame Agrarpolitik der EU nach 2020: Grundsatzfragen und Empfehlungen. Stellungnahme-April 2018. Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE). Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft 225, Juni 2018. <http://dx.doi.org/10.12767/buel.v0i225>

Weitere Informationen unter

<https://www.grassland-organicfarming.uni-kiel.de/de/publikationen/artikel-und-tagungsbeitraege>



Article

GrasProg: Pasture Model for Predicting Daily Pasture Growth in Intensive Grassland Production Systems in Northwest Europe

Tammo Peters ¹, Christof Kluß ¹, Iris Vogeler ^{1,2,*}, Ralf Loges ¹, Friederike Fenger ¹ and Friedhelm Taube ^{1,3}

¹ Grass and Forage Science/Organic Agriculture, Institute of Crop Science and Plant Breeding, Christian-Albrechts-University, 24118 Kiel, Germany; tpeters@gfo.uni-kiel.de (T.P.); ckluss@gfo.uni-kiel.de (C.K.); rloges@gfo.uni-kiel.de (R.L.); ffenger@gfo.uni-kiel.de (F.F.);

... Modellentwicklung GrasProg 1.0 zur Prognose des Zuwachses auf Intensivgrünland mit Nutzungshäufigkeiten von Weide bis zu intensiver Schnittnutzung (min. 4 Schnitte) erfolgreich abgeschlossen – Grünland ist im Klimawandel ertragsstabil durch Ausdehnung der Vegetationsperiode

intensively managed pasture and stage-based dairy systems, enabling optimized cutting/ grazing times for high yields with high forage quality. The aim of this study was to parameterise a simple model, GrasProg, for predicting pasture growth in an intensively managed dairy production system under a cut-and-carry management. For this, pasture crop-growth rates were measured over a period of two years (2016 and 2017) at five contrasting sites in Schleswig-Holstein, Northern Germany. The pastures received nitrogen (N) fertilizer at a rate of 280 kg N ha⁻¹ and were cut on a four-week interval. Average annual dry matter (DM) yields ranged from 10.9 to 11.6 t/ha for the three different locations. The DM accumulation simulated by GrasProg matched actual measurements over the varying intervals well ($R^2 = 0.65$; RMSE = 49.5 g DM m⁻²; and NSE = 0.44). Two model parameters were adjusted within the vegetation period, namely, the relative growth rate, a proxy of the number of generative tillers, and the initial biomass at the start of each growth period, a proxy for the tillering density. Both predicted and measured pasture growth rates showed the same typical seasonal pattern, with high growth rates in spring, followed by decreasing growth rates to the end of the vegetation period. These good calibration statistics, with adjusting of only two model parameters, for the different sites and different climatic conditions mean that GrasProg can be used to identify optimum grazing or cutting strategies, with optimal yield and forage quality.

Keywords: perennial ryegrass; temperate climate; optimum cutting times

Land 2023, 12, 327

1 of 19

Article

How Much Complexity Is Required for Modelling Grassland Production at Regional Scales?

Iris Vogeler ^{1,2,*}, Christof Kluß ¹, Tammo Peters ¹ and Friedhelm Taube ^{1,3}

¹ Grass and Forage Science/Organic Agriculture, Christian Albrechts University, 24118 Kiel, Germany
² Department of Agroecology, Aarhus University, 8830 Tjele, Denmark
³ Grass Based Dairy Systems, Animal Production Systems Group, Wageningen University, 6708 WD Wageningen, The Netherlands
* Corresponding: ivogeler@gfo.uni-kiel.de

Abstract: Studies evaluating the complexity of models, which are suitable to simulate grass growth at regional scales in intensive grassland production systems are scarce. Therefore, two different grass growth models (GrasProg1.0 and APSIM) with different complexity and input requirements were compared against long-term observations from variety trials with perennial ryegrass (*Lolium perenne*) in Germany and Denmark. The trial sites covered a large range of environmental condi-

with GrasProg1.0, and 72% with APSIM. These results reveal that without detailed site-specific descriptions, the less complex GrasProg1.0 model can be incorporated into a simple decision support tool for optimising grassland management in intensive livestock production systems.

Keywords: GrasProg1.0; APSIM; perennial ryegrass; North-West Europe

Citation: Vogeler, I.; Kluß, C.; Peters, T.; Taube, F. Title How Much Complexity Is Required for Modelling Grassland Production at Regional Scales? *Land* 2023, 12, 327. <https://doi.org/10.3390/land12020327>

Academic Editors: Michael Vrahnakis and Yannis Ioannidis
Kazoglou

Received: 20 December 2022
Revised: 19 January 2023
Accepted: 23 January 2023
Published: 25 January 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

check for updates
Citation: Peters, T.; Kluß, C.; Vogeler, I.; Loges, R.; Fenger, F.; Taube, F. GrasProg: Pasture Model for Predicting Daily Pasture Growth in Intensive Grassland Production Systems in Northwest Europe. *Agronomy* 2022, 12, 1667. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071667>

Academic Editor: Jennifer MacAdam

Received: 15 June 2022
Accepted: 12 July 2022
Published: 13 July 2022