

Brauchen wir in Zukunft überhaupt noch Nutztiere?

Wilhelm Windisch^{1*}

Zusammenfassung

Zum Schutz von Umwelt und Klima wird oftmals die Abschaffung der Nutztierhaltung gefordert. Dabei wird jedoch übersehen, dass die Landwirtschaft weit mehr nicht-essbare als essbare Biomasse erzeugt und dass die Nutztiere im Stoffkreislauf dieser Biomasse eine essenzielle Rolle spielen. Die Verfütterung der unvermeidlich anfallenden, nicht-essbaren Biomasse an Nutztiere generiert hochwertige Lebensmittel in einem Umfang, der den damit assoziierten veganen Nahrungsmitteln nahekommt. Dies erfolgt ohne Nahrungskonkurrenz zum Menschen und ohne eine signifikante Zusatzbelastung von Umwelt und Klima. Im Gegensatz dazu erweisen sich viele „Alternativen“ zu Lebensmitteln tierischer Herkunft als Konkurrenten um bereits existierende vegane Nahrung (z.B. Produkte aus Zellkulturen). Eine Ausnahme bilden vegane Substitute. Deren Herstellung generiert jedoch erhebliche Nebenströme an nicht-essbarer Biomasse, die wiederum am besten als Nutztierfutter verwertet werden können. Insgesamt erreicht die Erzeugung von Lebensmitteln ihr Minimum an Umwelt- und Klimawirkungen nur durch Einbindung der Tierproduktion in den landwirtschaftlichen Stoffkreislauf. Dies setzt voraus, dass die Nutztierfütterung auf eine Nahrungskonkurrenz zum Menschen verzichtet. Allerdings nimmt dann auch die produzierte Menge an Lebensmitteln tierischer Herkunft erheblich ab.

Schlagwörter: Umwelt, Klima, nicht-essbare Biomasse, Nahrungskonkurrenz, Kreislaufwirtschaft

Abstract

Do we need livestock any more?

Abandonment of livestock production is often claimed to protect environment and climate. However, this ignores the fact that agriculture produces by far more nonedible than edible biomass, and that livestock play a pivotal role in circulation of this agricultural matter. Feeding the inevitably occurring, nonedible biomass to livestock generates high-quality food at amounts that reach the level of the associated vegan food. This occurs completely without food competition to humans and without a significant extra burden to environment and climate. In contrast, many “alternatives” to food of animal origin reveal to compete against already existing vegan food (e.g., products from cell cultures). An exception are vegan substitutes, but the production of which entails large amounts of nonedible biomass that may be utilized best as livestock feed. In total, the production of human food reaches its minimum impact on environment and climate only under condition that livestock production is implemented into the agricultural circulation of matter. This requires the abstinence from food competition in livestock feeding. Under such conditions, however, considerably less food of animal origin will be produced compared to the current situation.

Keywords: environment, climate, nonedible biomass, food competition, circularity

¹ Lehrstuhl für Tierernährung, TUM School of Life Sciences, Technische Universität München, Liesel-Beckmann-Straße 2, D-85354 Freising

* Ansprechpartner: Prof. Dr. Wilhelm Windisch, email:wilhelm.windisch@tum.de

1 Ausgangssituation

Das Wachstum der Weltbevölkerung lässt die Nachfrage nach Lebensmitteln weiter steigen. Dies gilt in hohem Maße für Lebensmittel tierischer Herkunft, allem voran für Fleisch, das vielfach als Symbol von Wohlstand erachtet wird. Lebensmittel tierischer Herkunft liefern auch eine Fülle an limitierenden Nährstoffen (z.B. essenzielle Aminosäuren, Eisen, Jod, Selen, Vitamine D, E, B₁₂) und können so die Versorgungslücken der pflanzlichen Kost ausgleichen. Dazu genügen jedoch Aufnahmemengen von nur etwa 20 g tierisches Eiweiß pro Tag. Während in den Industrienationen ein Mehrfaches dieser Menge verzehrt wird, leiden weltweit etwa 2 Mrd. Menschen unter sogenanntem hidden hunger aufgrund einer unsicheren Versorgung an genau diesen limitierenden Nährstoffen (GÖDECKE et al. 2018).

Die Ungleichheit der Verteilung von Nahrung drückt sich auch in der Nutzung der Produkte des Ackerbaus aus. So werden etwa drei Viertel der Weltsojaernte und ein Drittel der Ernte an Getreide und Mais an Nutztiere verfüttert. Ein Großteil dieser Ernten findet auf Flächen statt, die erst in jüngster Zeit durch Landnutzungsänderungen erschlossen wurden (z.B. durch Abholzung von Urwald). Damit sind enorme Emissionen an Treibhausgasen gekoppelt (gewesen), die in der öffentlichen Meinung oftmals der Nutztierhaltung angelastet werden. Diese Argumentation ist zwar überzogen, denn die Umweltbelastung entsteht primär durch die Landnutzungsänderung *per se* und nicht durch die Verfütterung der Ackerfrüchte als Futtermittel anstelle ihrer Verwendung in der Humanernährung. Dennoch bleibt unbestritten, dass die globale Tierproduktion aufgrund ihrer massiven Nahrungskonkurrenz zum Menschen einen enormen Verbrauch an Ressourcen (z.B. Land, Wasser) sowie hohe umwelt- und klimarelevante Emissionen zu verantworten hat.

Die Nahrungskonkurrenz zwischen Nutztieren und Menschen gewinnt zunehmend an Brisanz, denn die landwirtschaftlichen Nutzflächen werden immer knapper, und zwar infolge des Wachstums der Weltbevölkerung bei gleichzeitig fortschreitendem Landverlust durch Urbanisierung, Erosion und Desertifikation, aber auch durch unerwartete Behinderungen der Landwirtschaft wie etwa durch den aktuellen Krieg in der Ukraine. In drei Jahrzehnten werden jedem Erdenbürger nur noch etwa 1500 m² Nutzfläche zur Verfügung stehen (derzeit ca. 2300 m², z.B. in Deutschland). In Bildern ausgedrückt muss die Fläche eines Fußballfeldes heute drei Menschen ernähren, eine Generation später jedoch fünf Menschen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass drei Viertel der globalen landwirtschaftlichen Nutzfläche aus Grasland besteht, auf dem keine essbare, pflanzliche Biomasse erzeugt werden kann (in Deutschland sind es 30 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche). Bezogen auf ein Fußballfeld ist weltweit gesehen demnach nur der Strafraum überhaupt ackerfähig (in Deutschland sind es 70 % der gesamten Nutzfläche). Damit bleiben selbst in Regionen mit sehr hohem Anteil an Ackerland immer noch enorme Flächen übrig, auf denen menschliche Nahrung nur mit Hilfe von Nutztieren durch Transformation von nicht-essbarer Biomasse gewonnen werden kann. Besonders leistungsfähig sind hierfür die Wiederkäuer, die bei der Verwertung der nicht-essbaren Biomasse jedoch unweigerlich das klimaschädliche Methan emittieren.

Insgesamt ist die gegenwärtige Nutztierhaltung ohne Zweifel mit erheblichen Zielkonflikten gekoppelt (Nahrungskonkurrenz, Emissionen, Ressourcenverbrauch). Deshalb wird oftmals eine massive Drosselung der Tierproduktion oder gar die völlige Abschaffung der Nutztierhaltung gefordert. Die angeführten Argumente sind in Bezug auf eine allzu intensive Tierproduktion zwar durchaus berechtigt, für die grundsätzliche Ablehnung von Nutztieren jedoch ungeeignet. Es stellt sich vielmehr die Frage, in welchem Umfang und in welcher Ausrichtung unsere Nutztiere in ein nachhaltiges, umwelt- und klimaschonendes Gesamtsystem der landwirtschaftlichen Kreislaufwirtschaft einzugliedern sind. Im Folgenden sollen einige Aspekte einer tragfähigen Nutztierfütterung beleuchtet und mit (vermeintlichen) Alternativen verglichen werden. Für weitere Hintergründe und

ein ausführliches Literaturverzeichnis wird auf WINDISCH und FLACHOWSKY (2020) sowie auf WINDISCH (2022) verwiesen.

2 Das Hauptprodukt der Landwirtschaft ist die nicht-essbare Biomasse

Die Landwirtschaft produziert überwiegend nicht-essbare Biomasse. Selbst bei lebensmittelliefernden Kulturpflanzen auf Ackerflächen ist die oberirdische Biomasse mindestens zu Hälfte nicht essbar (z.B. Getreidestroh). Aber auch die Ernteprodukte selbst müssen in der Regel erst zu den eigentlichen Lebensmitteln bzw. Industriegütern verarbeitet werden (z.B. Müllerei, Brauerei, Herstellung von Öl, Stärke, Zucker, Biosprit, Biodiesel). Die dabei anfallenden Nebenprodukte liefern enorme Mengen an nicht-essbarer Biomasse, oftmals sogar in größeren Anteilen als das eigentliche Produkt selbst (z.B. doppelt so viel Extraktionsschrot aus Raps wie erzeugtes Speiseöl). Hinzu kommt die nicht-essbare Biomasse, die im Zuge der Fruchtfolge anfällt (z.B. Klee gras). Eine der größten Quellen an nicht-essbarer Biomasse ist das absolute Grasland, auf dem wegen geographischer Einschränkungen (Hangneigung, Überschwemmungsgebiet, Verteilung von Niederschlag und Temperaturen, etc.) eine Ackernutzung unmöglich ist. Insgesamt sind mit jedem Kilogramm an veganem Lebensmittel im Handel unvermeidlich mindestens vier weitere Kilogramm an nicht-essbarer Biomasse aus der landwirtschaftlichen Primärproduktion und der nachgeschalteten Verarbeitung der pflanzlichen Ernteprodukte gekoppelt. Diese Biomasse ist prädestiniertes Nutztierfutter und zeichnet sich oftmals durch eine hervorragende Futterqualität aus (v.a. die Nebenprodukte).

Die nicht-essbare Biomasse enthält enorme Mengen an Pflanzennährstoffen (Stickstoff, Phosphor, etc.). Dies gilt insbesondere für die Nebenprodukte aus der industriellen Verarbeitung der pflanzlichen Erntegüter. So enthält Kleie aus der Müllerei etwa drei Viertel des Ernteentzugs an Phosphor und die Nebenprodukte der Erzeugung von Speiseöl und Biodiesel (Kuchen, Extraktionsschrote) sowie der Biospritherstellung (Schlempen) sogar den gesamten Ernteentzug an Stickstoff und Phosphor. Die darin gebundenen Pflanzennährstoffe müssen in den landwirtschaftlichen Stoffkreislauf zurückgeführt werden, ansonsten besteht ein entsprechender Zusatzbedarf an Düngung in der Pflanzenproduktion. Aus diesen Beispielen wird klar, dass sich der landwirtschaftliche Stoffkreislauf keineswegs nur auf den landwirtschaftlichen Betrieb erstreckt, sondern auch auf die industrielle Verarbeitung pflanzlicher Erntegüter mitsamt ihrer Nebenprodukte.

3 Synergie zwischen Pflanzenbau und Nutztieren

Die Rezyklierung der in der nicht-essbaren Biomasse gebundenen Pflanzennährstoffe kann im Prinzip über drei Strategien erreicht werden: (1) die direkte Einarbeitung in den Boden, (2) die Erzeugung von Biogas und Nutzung der Gärreste als Dünger, und (3) die Verfütterung an Nutztiere und Nutzung der Wirtschaftsdünger. In allen Fällen müssen im Sinne der Kreislaufwirtschaft stets auch die Nebenprodukte der industriellen Verarbeitung von Ernteprodukten vollständig zurückgeführt werden. Bei „veganen Fruchtfolgen“ (Strategie 1) wird dies oftmals völlig vernachlässigt, während die Nutztierfütterung (Strategie 3) bereits jetzt schon nahezu alle Nebenprodukte nutzt und einen Großteil der darin gebundenen Pflanzennährstoffe in die Wirtschaftsdünger überführt.

Das bloße Verrotten der Biomasse (Strategie 1) ist in Bezug auf die Düngerwirkung ineffizient, da die Freisetzung der Pflanzennährstoffe nicht synchron mit dem Bedarf der Kulturpflanzen erfolgt. Demgegenüber sind die organischen Dünger aus der Biogasanlage bzw. der Nutztierfütterung lagerfähig und gezielt ausbringbar. Die deutliche Überlegenheit der lagerbaren organischen Dünger wurde kürzlich in einem Vergleich der o.g. drei Strategien unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus über die gesamte Fruchtfolge hinweg demonstriert (BRYZINSKI 2020). Die „vegane Fruchtfolge“

erzielte nur halb so viel Getreideeinheiten pro Hektar und Jahr wie die Strategien (2) und (3) mit ihren lagerbaren organischen Düngern. Demnach sind Gärreste und Wirtschaftsdünger aus der Sicht des Pflanzenbaus – also im Hinblick auf die Erzeugung von veganen Lebensmitteln – in etwa gleichwertig.

Im Gegensatz zur Biogasanlage erzeugt die Verwertung der unvermeidlich anfallenden, nicht-essbaren Biomasse durch Nutztiere jedoch zusätzliche Lebensmittel von höchster Qualität. Aus den vier Kilogramm nicht-essbare Biomasse je kg veganem Lebensmittel generiert beispielsweise die Haltung von Milchvieh in Bezug auf Kilokalorien und insbesondere auf Eiweiß eine zusätzliche Menge an Nahrung, die mindestens einem halben Kilogramm veganem Lebensmittel entspricht (WINDISCH 2022). Diese synergistische Kopplung von Nutztieren mit dem Pflanzenbau hat demnach eine signifikante Steigerung des Gesamtgewinns an Lebensmitteln (vegan + tierisch) pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche und Jahr zur Folge, und zwar ohne jegliche Nahrungskonkurrenz zum Menschen. Umgekehrt müsste eine rein vegane Landwirtschaft die Produktivität der Pflanzenproduktion pro Hektar und Jahr um mindestens 50 % steigern oder mindestens 50 % mehr Ackerfläche betreiben, um den Verlust an Nahrung tierischer Herkunft zu kompensieren. Dabei würde der Verbrauch an Ressourcen (Land, Wasser, etc.) und der Umfang an umwelt- und klimawirksamen Emissionen massiv ansteigen. Das Minimum an Umweltwirkungen und Ressourcenverbrauch wird somit erst durch Kopplung von Pflanzenproduktion und Nutztierhaltung erreicht (VAN ZANTHEN et al. 2018).

4 Nutztierfütterung ohne Nahrungskonkurrenz ist umwelt- und klimaschonend

In der Tat weisen Lebensmittel tierischer Herkunft gegenüber veganen Produkten relativ hohe CO₂-, Land- und Wasser-Footprints (FP) pro kg Nahrungsmittel auf, was vielfach als Beleg für eine grundsätzlich ungünstige Umwelt- und Klimawirkung der Nutztierhaltung interpretiert wird. Diese Argumentation ist aber in gewisser Weise irreführend, denn die Tierproduktion dient primär der Erzeugung von hochwertigem Eiweiß. So ist der CO₂-FP je Einheit Nahrungseiweiß in Form von Brot etwa gleich hoch wie der von Geflügelfleisch.

Innerhalb der tierischen Produkte weisen die FPs von Milch, Fleisch und Ei bezogen auf essbares Protein erhebliche Variationen in Abhängigkeit der Leistungshöhe auf. Dies liegt an der Verdünnung des „unproduktiven“ Futterverbrauchs für Erhaltung bei steigender Leistung und ist bei insgesamt niedrigem Leistungsniveau besonders ausgeprägt. Die deutlichsten Unterschiede der FPs bestehen jedoch zwischen Tierspezies und Nutzungskategorien. Sie nehmen vom Rindfleisch über Schweinefleisch und Milch zum Geflügelfleisch um mehr als Faktor 10 ab. Dies entspricht den unterschiedlichen Futterverwertungen in den jeweiligen Produktionsrichtungen, denn die Emissionen verhalten sich dazu spiegelbildlich. Demnach macht insbesondere das intensiv produzierte Rindfleisch einen besonders umwelt- und klimaschädlichen Eindruck.

Die publizierten FPs beruhen jedoch vielfach auf der Extrapolation von regionalen Daten auf die globale Situation, wie etwa die FPs von Rindfleisch in der FAO-Publikation „Livestock's long shadow“ (STEINFELD et al. 2006). Sie repräsentieren das kraftfutterreiche Produktionssystem der USA und dürften die Situation in der mitteleuropäischen Rindermast stark überschätzen. Dies ändert jedoch nichts am Grundsatz, dass Rindfleisch die höchsten und Geflügelfleisch die mit Abstand niedrigsten FPs aufweist. Der Grund ist die Verfütterung qualitativ hochwertiger Futtermittel an Geflügel, die überwiegend auch vom Menschen essbar wären. Demgegenüber enthalten Futtermittel für Rinder stets hohe Anteile an nicht-essbarer Biomasse oder bestehen ausschließlich aus dieser. Hohe Effizienzen und spiegelbildlich dazu niedrige FPs werden somit durch Nahrungskonkurrenz zum Menschen erkaufte. Angesichts der zunehmenden Verknappung der landwirtschaftlichen Nutzfläche wird diese Fütterungspraxis zusehends schwieriger werden.

Auf den ersten Blick scheint die Verfütterung von nicht-essbarer Biomasse etwa an Wiederkäuer zwar die Nahrungskonkurrenz zum Menschen zu entschärfen, aber aufgrund der sinkenden Effizienz zu höheren Emissionen zu führen. Damit entsteht der Eindruck, dass die Nutztierhaltung im Zielkonflikt zwischen Effizienz, Emissionen und Nahrungskonkurrenz gefangen sei. Diese Sichtweise trifft jedoch nicht zu, wenn nur die unvermeidlich anfallende, nicht-essbare Biomasse verfüttert wird. Diese ist ja bereits im Zuge der Pflanzenproduktion entstanden und hat die Ressourcen (z.B. Land und Wasser) vor ihrer weiteren Verwendung bereits verbraucht. Auch das Ausmaß der Emissionen bleibt im Wesentlichen unverändert, egal ob diese Biomasse über Nutztiere oder eine Biogasanlage verwertet oder einfach nur durch Verrotten auf dem Feld in den landwirtschaftlichen Stoffkreislauf zurückgeführt wird. Beim Verrotten entsteht jedoch kein nutzbares Gut und das Produkt der Biogasanlage (Methan) ist nicht essbar. Unter der Prämisse, dass die Landwirtschaft primär der Erzeugung von Lebensmitteln dient, ist die Verfütterung der unvermeidlich anfallenden, nicht-essbaren Biomasse an Nutztiere nicht nur weitgehend emissionsneutral, sondern im Sinne der Kreislaufwirtschaft auch der sinnvollste Verwertungspfad. So entstehen die damit erzeugten Lebensmittel tierischer Herkunft zusätzlich zur veganen Nahrung und darüber hinaus auch völlig ohne Nahrungskonkurrenz zum Menschen.

Für die Verwertung der nicht-essbaren Biomasse sind insbesondere Wiederkäuer geeignet, was allerdings unvermeidlich mit Emissionen von Methan gekoppelt ist. Methan ist zwar höchst klimawirksam, unterliegt jedoch einem raschen Abbau in der Atmosphäre (Halbwertszeit von 8 Jahren). Die Verfütterung der unvermeidlich anfallenden, nicht-essbaren Biomasse an Wiederkäuer hinterlässt somit eine gewisse „Methanbürde“ der erzeugten Lebensmittel, deren quantitatives Ausmaß in der öffentlichen Diskussion jedoch vielfach stark überschätzt wird, ebenso wie die mittel- und langfristige Wirkung einer gezielten Drosselung der Methanemissionen im Vergleich zur kumulativen Relevanz der CO₂-Emissionen aus fossilen Energiequellen (GUGGENBERGER et al. 2022). Insgesamt wird die „Methanbürde“ der durch Wiederkäuer erzeugten Lebensmittel durch die Möglichkeit einer völligen Befreiung von der Nahrungskonkurrenz zum Menschen mehr als aufgewogen, denn die Ersatzbeschaffung durch eine intensiviertere vegane Produktion würde ihrerseits zusätzliche Emissionen verursachen. Darüber hinaus verwerten Wiederkäuer Biomassen aus landwirtschaftlichen Nutzungsformen, die CO₂-neutral sind und sogar lokale CO₂-Senken bilden (z.B. Dauergrünland bzw. Gründüngung mit Leguminosen auf Ackerstandorten). Somit stehen auch Wiederkäuer nicht im Widerspruch zur Forderung, in der Erzeugung von Lebensmitteln der Klimaneutralität möglichst nahe zu kommen (WINDISCH, 2022).

5 Alternativen für Lebensmittel tierischer Herkunft sind am Umgang mit der nicht-essbaren Biomasse zu bewerten

Insekten werden oftmals als neuartige Wege einer klimaschonenden Nahrungsproduktion diskutiert. In der Tat können Insekten hocheffiziente Futterverwerter sein und damit spiegelbildlich sehr niedrige FPs aufweisen. Hierzu sind sie jedoch wie alle anderen landwirtschaftlichen Nutztiere auch auf ein hochwertiges Futter angewiesen und geraten damit in Nahrungskonkurrenz zum Menschen. Die Verwendung von nicht-essbarer Biomasse reduziert die Transformationseffizienz der Insekten bis hin zur völligen Unbrauchbarkeit als Futtermittel und lässt den Ressourcenverbrauch sowie die Umwelt- und Klimawirkung des Produktionssystems ansteigen. Demnach würden Insekten gegenüber herkömmlichen landwirtschaftlichen Nutztieren erst dann eine echte Alternative darstellen, wenn sie faserreiche (also nicht-essbare) Biomasse mindestens genauso gut

verdauen könnten wie Wiederkäuer. Die derzeit verwendeten Insektenspezies schienen dazu jedoch nicht in der Lage zu sein.

Cellular meat („Kunstfleisch“) und andere Produkte auf der Basis von Zellkulturen werden ebenfalls als Alternativen beworben. Zellkulturen sind jedoch nichts anderes als einzellige „Nutztiere“, die wie alle anderen Nutztiere gefüttert werden müssen. Die Anforderungen an die Qualität des „Futters“ sind jedoch selbst im Vergleich zur menschlichen Ernährung extrem hoch. So benötigen Zellkulturen hochreine Nährstoffmoleküle (Glucose, Aminosäuren, etc.), die durch aufwändige technische Verfahren aus essbarer, pflanzlicher Biomasse hergestellt werden müssen. Die Produkte aus Zellkulturen sind somit unmittelbare Nahrungskonkurrenten um vegane Lebensmittel. Darüber hinaus ist die geerntete Menge an Eiweiß aus Zellkulturen wie bei jedem lebenden Transformationssystem stets geringer als der Input an „Futter“. Weiterhin benötigen Zellkulturen ein Zirkulationssystem für Nährstoffe und Gase (O₂ und CO₂), ein Entsorgungssystem für Abfälle des Stoffwechsels, sowie einen hohen Energieaufwand zur Erhaltung steriler Bedingungen. All diese Anforderungen entsprechen den Funktionen von Blutkreislauf, Atmung, Leber, Niere, Immunsystem, etc. in einem herkömmlichen Nutztier. Insgesamt liegt der Energieaufwand pro Gramm geerntetes Nahrungseiweiß aus der Zellkultur ähnlich hoch wie der Bedarf an Umsetzbarer Energie (ME) in der Geflügelmast. Produkte aus Zellkulturen sind somit keine echte Alternativen zur Nutztierhaltung, es sei denn, man könnte das „Futter“ für die Zellkulturen mit vertretbarem Aufwand aus nicht-essbarer Biomasse gewinnen. Davon sind wir derzeit technologisch noch weit entfernt.

Eine weitere Gruppe potenzieller Alternativen sind pflanzliche „Imitate“ tierischer Produkte (z.B. Haferdrink, Sojamilch, etc.). Solche Produkte entstehen aus der Weiterverarbeitung pflanzlicher Erntegüter und generieren dabei große Mengen an nicht-essbarer Biomasse (Nebenprodukte), die zumeist hochwertige Futtermittel darstellen. Vegane Imitate sind demnach keine Gegenpole zu Lebensmitteln tierischer Herkunft. Sie sind vielmehr Ausdruck einer weiteren Differenzierung der pflanzlichen Biomasse in eine essbare und eine nicht-essbare Komponente. Diese Auftrennung ist im Sinne der Kreislaufwirtschaft durchaus sinnvoll, denn die Kombination aus veganen Lebensmitteln und der Verwertung der dabei anfallenden, nicht-essbaren Biomasse durch Nutztiere generiert in der Summe mehr Nahrung als die alleinige Verwertung durch einer dieser beiden Pfade.

Innovative Verfahrenstechniken können sogar Flaschenhalse bei der Verwertung der pflanzlichen Biomasse eliminieren. So sind beispielsweise die Samen der blauen Lupine hauptsächlich wegen ihrer toxischen Alkaloide weder als Lebensmittel noch als Futtermittel geeignet. Moderne Aufbereitungsverfahren können jedoch die kleine, toxische Fraktion separieren und die Hauptmasse des Samens in ein hochwertiges Proteinisolat (1/3 des Ernteguts) und in nicht-essbare Biomasse für Futterzwecke (2/3 des Ernteguts) trennen. Auf diese Weise entsteht aus einer ursprünglich kaum verwertbaren Biomasse eine Produktpalette mit breiter Verwendungsmöglichkeit als Lebensmittel sowie als Futtermittel.

6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die zunehmende Verknappung der landwirtschaftlichen Nutzfläche zwingt zu einem verantwortungsvollen Umgang mit der Biomasse aus der Landwirtschaft. Diese Biomasse zeichnet sich durch eine hohe stoffliche Komplexität aus, die in allen Nutzungspfaden möglichst lange erhalten bleiben sollte, und zwar in erster Linie als Nahrung für den Menschen und in zweiter Linie als Rohstoffe für industrielle Zwecke. Die energetische Verwertung (z.B. Biogas, Biodiesel, Biosprit) sollte erst am Ende der Verwertungskaskade stehen. Demnach muss der essbare Anteil der pflanzlichen Biomasse möglichst direkt zur Ernährung des Menschen verwendet werden, während die nicht-essbare Biomasse in einem sekundären Verwertungspfad über Nutztiere in weitere Lebensmittel zu

transformieren ist. Dabei ist nicht nur die direkte Nahrungskonkurrenz zu vermeiden (Verfütterung von potenziellen Lebensmitteln), sondern auch die indirekte Form, bei der auf Ackerflächen lebensmittelliefernde Kulturen durch den gezielten Anbau von Futtermitteln verdrängt werden (z.B. Silomais anstelle von Körnermais oder Getreide).

Mit dem Verzicht auf Nahrungskonkurrenz geht allerdings eine starke Limitierung der verfügbaren Menge sowie der Qualität des Nutztierfutters einher. Damit erfährt die Produktion an Lebensmitteln tierischer Herkunft je nach Nutztierspezies und Leistungsrichtung gegenüber der derzeitigen Situation einen mehr oder weniger starken Rückgang. Schätzungen zufolge würde die Produktion an Milch(produkten) und an Rindfleisch um etwa ein Drittel sinken, die von Schweinefleisch um mehr als zwei Drittel, und die von Geflügelprodukten (Hühnerfleisch, Eier) um weit mehr als drei Viertel der gegenwärtigen Produktion (BAUR und FLÜCKINGER 2018). In gleichem Umfang würden dann auch der Ressourcenverbrauch sowie die umwelt- und klimarelevanten Emissionen einschließlich des Methans aus der Haltung von Wiederkäuern zurückgehen.

In der Situation einer stark limitierten Futterbasis gewinnt die Maximierung der Futtereffizienz der nicht-essbare Biomasse erheblich an Bedeutung, denn sie steigert nicht nur den Gewinn an Lebensmitteln, sondern reduziert spiegelbildlich auch die begleitenden Emissionen. Folgende Aspekte sind hierbei besonders zu beachten:

- Es darf kein Futterpotenzial verloren gehen: Optimierung von Futtermenge und Futterqualität durch geeignete Erntezeitpunkte, Ernteverfahren, Konservierungstechniken, Pflanzenzüchtung (z.B. Minderung der Gehalte an Lignozellulose, Toxinen, etc.).
- Nutztiere müssen möglichst präzise gefüttert werden: Vermeidung von Mangel oder Überschuss an Nährstoffen; Einsatz von essenziellen Aminosäuren, Mengen- und Spurenelementen, Vitaminen, Enzymen, etc. nach Bedarfsanalyse auf der Basis von engmaschigen Nährstoffuntersuchungen der verwendeten Futtermittel bzw. Rationen.
- Der Verdauungstrakt der Nutztiere muss leistungsfähig sein und gesund bleiben: Einsatz von Stabilisatoren der Darmgesundheit, enzymatischen Futtermittelzusatzstoffen (z.B. Proteasen, Phytasen), Sicherstellung einer wiederkäuergerechten Rationsgestaltung (Futterstruktur).
- Minimierung des unproduktiven Futterverzehr im gesamten Produktionssystem: Futterverbrauch für die Bestandserhaltung von Nutztierherden klein halten (z.B. für die Nachzucht); Tiergesundheit und Langlebigkeit fördern (z.B. mehr Laktationszyklen); Leistungssteigerung bis zum Produktionspotenzial des jeweils verfügbaren Futters.
- Insgesamt sind Nutztiere weder grundsätzliche Nahrungskonkurrenten des Menschen noch Umweltverschmutzer. Sie erfüllen vielmehr eine wichtige Doppelfunktion im agrarischen Stoffkreislauf, indem sie durch Umwandlung der unvermeidlich anfallenden, nicht-essbaren Biomasse in organische Dünger agrarische Stoffkreisläufe auf effiziente Weise schließen und darüber hinaus höchstwertige Lebensmittel generieren. Mit Biogasanlagen anstelle von Nutztieren könnte man die pflanzliche Produktivität zwar auf einem ebenso hohen Niveau halten, müsste aber einen Verlust an höchstwertigen Lebensmitteln hinnehmen. Insofern gibt es zu Nutztieren derzeit keine Alternative. Auf der Basis einer ausgeglichenen Kreislaufwirtschaft erreicht die Kombination aus Pflanzen- und Tierproduktion unter Einbeziehung der Lebensmittelindustrie hinsichtlich Ressourcenverbrauch, Emissionen und Klimawirksamkeit der pro Flächeneinheit insgesamt erzeugten Lebensmittel ihr Minimum. Das Niveau dieses Minimums lässt sich in einem zweiten Schritt noch weiter absenken, in dem man die Futtereffizienz der nicht-essbaren Biomasse weiter optimiert. Auf diese Weise erfüllen Nutztiere im Gesamtsystem der Landwirtschaft eine essenzielle Rolle bei der umwelt- und klimaschonenden Produktion von Lebensmitteln.

7 Literatur

BAUR, P. und S. FLÜCKINGER, 2018: Nahrungsmittel aus ökologischer und tiergerechter Produktion. Eine Studie im Auftrag von Greenpeace Schweiz. Wädenswil: ZHAW Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen. doi:10.21256/zhaw-1411

BRYZINSKI, T., 2020: Erträge, Energieeffizienz und Treibhausgasemissionen ökologischer und konventioneller Pflanzenbausysteme: Methodische Einflüsse und feldexperimentelle Ergebnisse. Dissertation an der Technischen Universität München, Germany. ISBN: 979-8574395912/; <https://hypel.ink/bryzinski>

GÖDECKE, T., A.J. STEIN, AND M. QAIM, 2018: The global burden of chronic and hidden hunger: Trends and determinants. *Global Food Security* 17, 21-29

GUGGENBERGER, T., G. TERLER, M. HERNDL, C. FRITZ UND F. GRASSAUER, 2022: Langzeitbewertung von Treibhausgasemissionen in Österreich. Forschungsbericht der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 33 Seiten

STEINFELD, P., T. GERBER, T. WASSENAAR, M. CASTEL, M. ROSALES, and C.D. HAAN, 2006: Livestock's long shadow: Environmental Issues and Options. FAO, Rome, 390 p.

VAN ZANTEN, H. H. E., M. HERRERO, O. VAN HAL, E. RÖÖS, A. MULLER, T. GARNETT, P.J. GERBER, C.SCHADER, I.J. M. DE BOER, 2018: Defining a land boundary for sustainable livestock consumption. *Glob Change Biol.* 24: 4185–4194. DOI: 10.1111/gcb.14321

WINDISCH, W. und G. FLACHOWSKY, 2020: Tierbasierte Bioökonomie. In: THRÄN, D., U. MOESENFECHTEL (Hrsg.): *Das System Bioökonomie*. Springer Nature, Berlin 2020. ISBN 978-3-662-60730-5. 70-86

WINDISCH, W., 2022: Warum Klimaneutralität und Wiederkäuerhaltung kein Widerspruch ist. In: HBLFA Raumberg- Gumpenstein, 49. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2022, 06.-07.04.2022, Irdning, Österreich, pp 33 – 40. ISBN: 978-3-902849-89-2