

# LfL-Standpunkt

## Konkurrenz auf der Agrarfläche

**Anbau von Lebensmitteln, Futtermitteln und Nachwachsenden Rohstoffen**  
**- Ein Beitrag zur „Trog – Teller – Tank“ Debatte -**

### Ernährungssicherung als globale Aufgabe

Es ist die große Herausforderung der kommenden Jahrzehnte, die Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung sicherzustellen sowie den steigenden Energie- und Rohstoffbedarf zu decken, ohne dabei die biologischen und materiellen Ressourcen der Erde zu erschöpfen<sup>1</sup>. Nach aktuellen Prognosen wird die Weltbevölkerung von derzeit 8 Mrd. auf knapp 10 Mrd. Menschen im Jahr 2050 ansteigen<sup>2</sup>. Gleichzeitig führt ein zunehmender, globaler Wohlstand zu einem steigenden Bedarf an hochwertigen Nahrungsmitteln. Dies betrifft vor allem tierische Produkte wie Fleisch, Fisch, Milch und Eier. Damit steigt der Bedarf an Futtermitteln<sup>3</sup>. Neben der Bekämpfung von Hunger, Mangelernährung und der Erreichung von Ernährungssicherheit ist der Zugang zu erschwinglicher, nachhaltiger Energie für die Bevölkerung weltweit ein essenzielles Ziel<sup>1</sup>. Daneben steigt auch der Bedarf, auf Agrarflächen Biomasse für die Industrie anzubauen, um z. B. Öl als Rohstoff für Materialien wie Plastik zu substituieren. Parallel zu dieser Entwicklung geht durch eine nicht standortangepasste Landwirtschaft, Auswirkungen des Klimawandels, Bodenerosion<sup>4</sup>, Dürre und Überschwemmung sowie zunehmende Flächenversiegelung<sup>5</sup> stetig nutzbare Agrarfläche verloren oder wird in ihrer Ertragsfähigkeit beeinträchtigt.

Infolge der genannten Entwicklungen nehmen die Konkurrenz um Fläche und Biomasse sowie der Druck auf natürliche Ökosysteme und Ressourcen zu. Deshalb braucht es Strategien zur Realisierung einer effizienteren Nutzung von Flächen und Biomasse<sup>6</sup>. Durch den Angriffskrieg auf die Ukraine, einem wichtigen Getreideexporteur, hat das Thema der Ernährungssicherung weiter an Bedeutung gewonnen, da sich hierdurch die globale Ernährungs-, Energie- und Finanzkrise zeitweilig weiter verschärft hat<sup>7</sup>.

Ziel dieses Standpunktes ist es, zu erläutern, worin die „Konkurrenz auf der Agrarfläche“ liegt, darzulegen, wie sich die Nutzung der Agrarfläche derzeit aufteilt sowie aufzuzeigen, welche möglichen Maßnahmen zur Verfügung stehen, die Lebensmittelverfügbarkeit von der Agrarfläche zu erhöhen. Es werden ausschließlich

Biomasse-liefernde Nutzungsformen von Flächen thematisiert, weshalb der Flächenverbrauch durch z. B. Versiegelung nicht einbezogen wird.

### Erzeugung von Nahrung, Energie und Rohstoffen auf der Agrarfläche

Die Agrarfläche dient dem Anbau von Lebens- und Futtermitteln sowie von Rohstoffpflanzen zur energetischen (z. B. Pflanzen für Biogas, Ölsaaten für Biokraftstoff) und stofflichen Nutzung (z. B. Textilien, Stärke- und Ölgewinnung, Ethanol).

Diese Nutzungsarten stehen in der Regel in Konkurrenz zueinander. Angesichts der begrenzten Agrarfläche und alternativen Möglichkeiten der erneuerbaren Energieerzeugung, wird der Anbau von Lebens- und Futtermitteln in der Diskussion häufig gegenüber dem Anbau von nachwachsenden Energieträgern priorisiert<sup>8,9,10</sup>. Die Entscheidung über die Nutzung orientiert sich in der Praxis vornehmlich an ökonomischen Kriterien. Auch rechtliche Rahmenbedingungen, wie beispielsweise das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) oder das Biokraftstoffquotengesetz nehmen darauf sehr maßgeblich Einfluss.

### Nutzung der Agrarfläche weltweit, in Deutschland und in Bayern - Status Quo

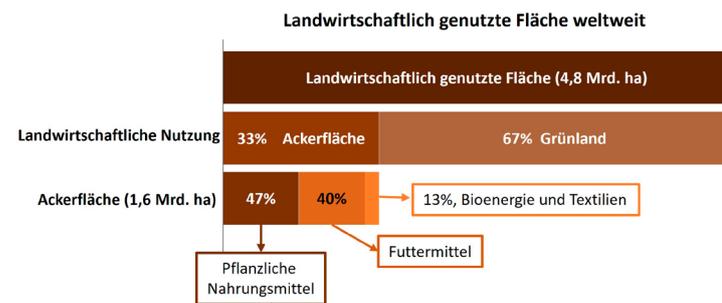
Weltweit wird etwa 50 % der bewohnbaren Erdoberfläche, insgesamt 4,8 Mrd. Hektar (ha), landwirtschaftlich genutzt (Abbildung 1, nächste Seite)<sup>11</sup>. Diese teilt sich wiederum in etwa 67 % Grünland und 33 % Ackerfläche auf. Letztere umfasst 1,6 Mrd. ha, auf denen Nutzpflanzen angebaut werden. 47 % dieser Fläche werden für die Erzeugung pflanzlicher Nahrungsmittel genutzt, auf 40 % der Fläche werden Futtermittel angebaut und die restlichen 13 % der Ackerfläche werden für die Sektoren Bioenergie, Textilien und weitere Rohstoffe in der Bioökonomie verwendet<sup>11,12,13</sup>.

Insgesamt werden rund 96 % der weltweit landwirtschaftlich genutzten Fläche direkt oder indirekt für die Erzeugung von Nahrungsmitteln genutzt. Für die Fütterung von Nutztieren werden 77 % der Fläche (Grünland + Ackerfläche für Futtermittel) aufgewendet.

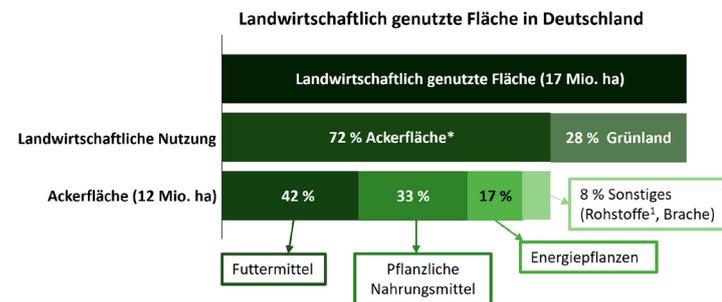
# LfL-Standpunkt

## Konkurrenz auf der Agrarfläche

Deutschland hat eine landwirtschaftliche Nutzfläche von ca. 17 Mio. ha, was rund 47 % der Gesamtfläche ausmacht (Abbildung 2)<sup>14,15</sup>. Die Nutzung dieser Fläche teilt sich in 72 % Ackerfläche (inkl. 1 % Dauerkulturen (z. B. Rebland, Obstanlagen)) und 28 % Grünland auf.



**Abb. 1:** Verwendung der landwirtschaftlich genutzten Fläche weltweit. Quellen: Richie und Roser, 2013; Poore und Nemecek, 2018; FAO FAOSTAT, 2022.<sup>11,12,13</sup>



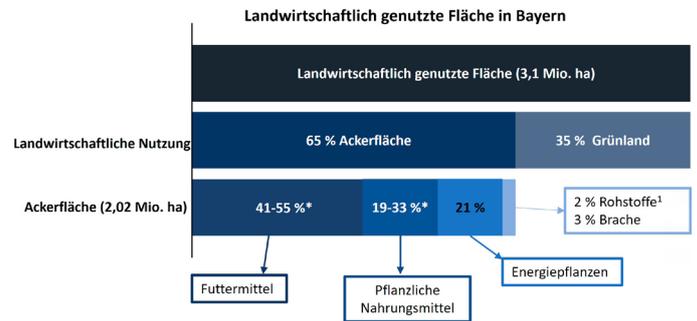
**Abb. 2:** Nutzung der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland. Quelle: Nach Statistisches Bundesamt, 2019<sup>15</sup>.

\* Ackerfläche inkl. 1 % Dauerkulturen.

<sup>1</sup> Rohstoffpflanzen, z. B. Stärke- und Ölgewinnung, Ethanol, Arzneipflanzen.

Auf 42 % der Ackerfläche werden Pflanzen zu Futterzwecken angebaut, auf 33 % Pflanzen für die direkte menschliche Ernährung und auf einem Anteil von 17 % Pflanzen zur energetischen Nutzung.

Somit wird der wesentliche Anteil von rund 84 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche für Ernährungszwecke (davon 71 % für Futtermittel und 29 % für pflanzliche Nahrungsmittel) verwendet. Auf die energetische Nutzung entfallen 12 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche, 4 % auf Rohstoffpflanzen und Brache. Bei den pflanzlichen Nahrungsmitteln



**Abb. 3:** Nutzung der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Bayern. Quelle: Nach Bayerischer Agrarbericht, 2022<sup>16</sup>.

\* Eigene Berechnungen.

<sup>1</sup> Rohstoffpflanzen: z. B. Stärke- und Ölgewinnung, Ethanol, Arzneipflanzen.

erfolgt vielfach eine weitere Verarbeitung bei denen Neben- oder Koppelprodukte wie Kleien, Treber, Pülpfen, Extraktionsschrote etc. anfallen, die als Futtermittel oder anderweitig in der Bioökonomie Verwendung finden.

In vergleichbaren Relationen zu Deutschland stellt sich die grundsätzliche Aufteilung der Flächennutzung Bayerns dar (Abbildung 3): 46 % der Gesamtfläche Bayerns wird landwirtschaftlich genutzt, davon 65 % als Ackerfläche und etwa 35 % als Grünland (1 % Sonstiges)<sup>16</sup>. Schätzungsweise wird etwa die Hälfte der Ackerfläche für den Anbau von Futtermitteln genutzt, bis zu einem Drittel für die Erzeugung von pflanzlichen Nahrungsmitteln (eigene Berechnungen) und 21 % für den Anbau von Energiepflanzen<sup>16</sup>.

### Flächenbelegung Deutschlands im In- und Ausland

Neben der für die inländische Produktion aufgewendeten landwirtschaftlichen Nutzfläche von 17 Mio. ha, wird durch Importe von Agrargütern nach Deutschland ein Flächenäquivalent von insgesamt 19 Mio. ha im Ausland belegt (Abbildung 4)<sup>15</sup>. Gleichzeitig erfolgt ein Export von 12 Mio. ha Flächenäquivalent für pflanzliche und tierische Erzeugnisse ins Ausland. Somit werden 7 Mio. ha Agrarfläche im Ausland belegt, die nicht wieder an andere Länder zurückfließen. Insgesamt umfasst der Flächenverbrauch zur Versorgung Deutschlands somit rund 24 Mio. ha.

### Maßnahmen zur Steigerung der Lebensmittelverfügbarkeit - Synergien und Zielkonflikte

Die Verfügbarkeit von Lebensmitteln tierischen und



# LfL-Standpunkt

## Konkurrenz auf der Agrarfläche

landflächen zur Lebensmittelerzeugung vornehmlich über die Haltung von Nutztieren, und dabei insbesondere von Wiederkäuern, möglich. Diese Grünlandflächen würden andernfalls für die menschliche Ernährung verloren gehen, da diese zu einem bedeutenden Anteil nicht für den Anbau von Lebensmittel liefernden Nutzpflanzen geeignet sind<sup>25</sup>. Somit stehen die Grünlandflächen weitestgehend nicht in Konkurrenz zu einer anderweitigen Form der Erzeugung von Lebensmitteln. Potenziell kann bis zu einem Drittel des menschlichen Proteinbedarfs über Nutztiere abgedeckt werden, ohne dabei vom Menschen verzehrbare Biomasse in der Tierfütterung zu nutzen<sup>26</sup>.

Im Fokus der Diskussionen steht somit hauptsächlich die möglichst effiziente Nutzung der Ackerfläche. Entsprechend dem vornehmlich verfolgten Ziel in der aktuell geführten Debatte, braucht es zukünftig Strategien, um die Verfügbarkeit pflanzlicher Nahrungsmittel von der Ackerfläche zu steigern<sup>10,17</sup>. Dafür sind Maßnahmen notwendig, die zu freierwerdender Ackerfläche für eine direkte Lebensmittelerzeugung führen. Die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen werden als zentrale Möglichkeiten angesehen, die Verfügbarkeit von pflanzlichen Lebensmitteln von der Fläche zu erhöhen sowie die effiziente Nutzung der Biomasse zu optimieren<sup>17,19,27</sup>.

Die Maßnahmen 1) und 2) führen direkt zu freierwerdender Ackerfläche und weisen deshalb ein hohes Potenzial auf, die Flächenkonkurrenz zu verringern.

### Fünf Maßnahmen für mehr Agrarfläche zur Lebensmittelerzeugung

#### 1) Reduktion des Futtermittelanbaus auf der Ackerfläche

Die Nutztierhaltung hat in unserem Ernährungssystem eine essenzielle Bedeutung in der Umwandlung von Biomasse, die nicht direkt vom Menschen verzehrbar ist, in tierische Lebensmittel<sup>10,28</sup>. Im Gegensatz dazu entstehen über die Fütterung von auch vom Menschen verzehrbaren Ressourcen an Nutztiere sogenannte Veredelungsverluste<sup>29</sup>, die die Effizienz der Lebensmittelerzeugung beeinträchtigen<sup>28</sup>. Deshalb sollte die Konkurrenz zwischen dem Anbau von pflanzlichen Lebensmitteln und Futtermitteln vermindert werden. Vielmehr kann die Kombination aus einer Reduktion der gesamten Tierzahl und einer Fütterung der Nutztiere

über nicht mit Lebensmitteln konkurrierender Biomasse eine Reduktion des Futtermittelbedarfs von der Ackerfläche erzielen<sup>27</sup>. Die Reduktion der Tierzahl setzt eine Verringerung des Verbrauchs von tierischen Produkten, sowohl im Konsum von Menschen als auch in der Fütterung von Haustieren voraus.

Ein Zielkonflikt der Reduktion des Futtermittelanbaus ist, dass insbesondere in der Geflügel- und Schweinehaltung eine sehr effiziente Umsetzung von Futter in tierische Produkte erzielt werden kann, welche sich durch einen prioritären Einsatz von energie- und nährstoffärmeren Koppel- und Nebenprodukten sowie Reststoffen verschlechtern würde. Allerdings ist vor dem Hintergrund der Flächenkonkurrenz der Anteil der Futtermittel, die in Konkurrenz zum Menschen stehen der relevantere Faktor in der Bewertung der Systemeffizienz<sup>30</sup>. Dieser Anteil ist in der Fütterung von Geflügel und Schweinen größer als bei Wiederkäuern, die über die Nutzung von Grünland hier einen bedeutenden Vorteil bringen<sup>25,27</sup>.

#### 2) Reduktion des Anbaus von Energie- und Rohstoffpflanzen auf der Ackerfläche

Auch eine Reduktion des Anbaus von Energie- und Rohstoffpflanzen auf der Ackerfläche würde zu freierwerdender Fläche führen, die zur direkten Lebensmittelerzeugung genutzt werden könnte<sup>31</sup>. Als Synergie zwischen der Ernährungssicherung und der Energieerzeugung zeigt sich der Einsatz von Tiergülle in der Biogaserzeugung<sup>17,26</sup> sowie die Verwendung von Koppel- und Nebenprodukten aus der Lebensmittelproduktion sowie Rest- und Abfallstoffen aus der Industrie oder Haushalten. Die Maßnahmen 3) bis 5) zielen auf eine Steigerung der Systemeffizienz ab, was wiederum indirekt zu einer Erhöhung der verfügbaren Ackerfläche führt.

#### 3) Steigerung der Effizienz der Futter- und Substratwirtschaft sowie Futternutzung in der Nutztierhaltung

Aus der oben benannten Reduktion des Futtermittelanbaus teilweise hervorgehenden geringeren Futtereffizienz sowohl bei Wiederkäuern im Vergleich zu Geflügel, Schweinen und Fischen als auch bei Einsatz von Koppel- und Nebenprodukten oder Reststoffen, resultiert eine weitere Maßnahme zur Verbesserung der Lebensmittelverfügbarkeit: eine Optimierung der effizienten Futternutzung durch Nutztiere<sup>27</sup>.

# LfL-Standpunkt

## Konkurrenz auf der Agrarfläche

Auf der einen Seite könnten die Fähigkeiten von Nutztieren, Futterressourcen effizienter zu verwerten über züchterische Maßnahmen verbessert werden. Folgende Eigenschaften müssten dabei im Fokus stehen<sup>27</sup>: verstärkte Verdauungsleistung von Grobfutter (auch über eine verbesserte Persistenz, die Verminderung von Stress oder Aufwand für Immunreaktionen), Fähigkeit, mit anti-nutritiven Inhaltsstoffen umzugehen oder Merkmale der Futter- bzw. Energieeffizienz<sup>32</sup>. Durch weitere Reduktion von Tierverlusten über niedrigere Mortalitätsraten, Verbesserung der Tiergesundheit sowie Verminderung unfreiwilliger Abgänge der Tiere, kann die Effizienz außerdem gesteigert werden. Auf Seiten des Pflanzenbaus, der Futterwirtschaft und der Rationszusammensetzung gibt es Optionen, die Verluste zu mindern und die Verdaulichkeit der zur Fütterung eingesetzten Biomasse zu erhöhen, um die Effizienz der Futternutzung zu steigern<sup>27</sup>. Insbesondere in der Grobfutter- und Substratwirtschaft gibt es erhebliche Potenziale zur Minderung der Verluste vom Feld bis zum Produkt, die auch ökonomisch sowie aus Sicht der Minderung der negativen Klimawirkung der Landnutzung und der Bewältigung der Folgen des Klimawandels von großem Interesse sind. Im Bereich der Haltungssysteme kann über die Umsetzung von Mischbeweidungssystemen<sup>33</sup> (z. B. Schafe und Rinder) oder innovative Futtervorlagesysteme eine höhere Nutzungseffizienz erreicht werden.

#### 4) Steigerung der Effizienz in der Erzeugung und im Konsum von Lebensmitteln

Entlang der gesamten Wertschöpfungskette gibt es Möglichkeiten, die Produktivität der Lebensmittelerzeugung zu steigern und somit wiederum für freiwerdende Ackerflächen zu sorgen. Einerseits führt eine Ertragssteigerung im Pflanzenbau zu einer Erhöhung der Lebensmittelverfügbarkeit. Über die Verbesserung der Pflanzenernährung (z. B. über angepasste Fruchtfolgen), reduzierte Nährstoffverluste, eine gesteigerte Effizienz in der Nährstoffnutzung und einen optimierten Schutz der Pflanzengesundheit können Ertragssteigerungen erreicht werden<sup>34</sup>. Außerdem kann über die Reduktion von Verlusten und Abfällen in allen Produktionsschritten der Kette sowie im Verbrauch dieser Nahrungsmittel eine verbesserte Ernährungssicherheit, ein höherer Selbstversorgungsgrad der Lebensmittelerzeugung und in der Folge ein reduzierter Flächenverbrauch erreicht werden<sup>17,27</sup>. Das sind beispielsweise die Verringerung von Ernte- oder Lagerungsverlusten sowie die Reduk-

tion von Abfällen in der Produktion von Lebensmitteln. Die anfallenden Koppelprodukte gilt es effektiv im Bereich der Tierernährung bzw. der weiteren Bioökonomie zu nutzen.

Auch auf Seiten des Lebensmittelkonsums gibt es Potenzial, die Effizienz zu erhöhen, z. B. über eine möglichst ganzheitliche Verwertung der tierischen Erzeugnisse von Nutztieren („Nose to Tail“ Verwertung)<sup>18</sup>. Ein wesentlicher Punkt ist außerdem die Verminderung von Lebensmittelabfällen, die in bedeutendem Maß auf der Gastronomie-, Handels- und Verbrauchsseite entstehen (z. B. Restaurants, Supermärkte, Privathaushalte etc.). Auch dies würde zu einer effizienteren Nutzung von Biomasse und somit zu freiwerdender Fläche beitragen.

#### 5) Alternative landwirtschaftliche Erzeugnisse – Lebensmittel, Anbausysteme

Eine Reihe von Innovationen in der Produktion von landwirtschaftlichen Gütern als Alternative zu den herkömmlichen Systemen existiert bereits. Sie sind aktuell meist noch Nischenprodukte, könnten allerdings zukünftig weiter an Relevanz gewinnen<sup>18</sup>. Insbesondere jene, die die Abhängigkeit der Lebensmittelerzeugung von der Fläche reduzieren, könnten von wachsender Bedeutung sein. So rücken die Erzeugung von Fleisch- bzw. Proteinalternativen über die Nutzung von Hülsenfrüchten, die Produktion von Proteinen aus Fermentation oder Insekteneiweiß in der menschlichen Ernährung oder die Algenproduktion vermehrt in die Diskussion und auch in den Konsum<sup>35</sup>. Hier ist es entscheidend, dass für die Erzeugung von z. B. Insektenprotein, vornehmlich Biomasse genutzt wird, die nicht auch direkt vom Menschen verzehrbar wäre. Auch innovative Anbausysteme, wie städtische Farmen (Urban farming), könnten ein wachsendes Potential bieten, die Konkurrenz auf der Agrarfläche zu reduzieren<sup>35</sup>. Teilweise stehen diese Innovationen noch in den ersten Schritten der Entwicklung, sodass sowohl die wissenschaftliche und als auch die Entwicklung der Technologien noch Zeit und finanzielle Mittel in Anspruch nehmen werden.

#### Fazit

Die aktuellen Rahmenbedingungen sprechen dafür, dass die Ernährungssicherung zukünftig eine immer dringlichere Herausforderung wird. Einer stetig wachsenden Weltbevölkerung mit steigendem Bedarf an Nahrungsmitteln, Energie und Rohstoffen steht eine

# LfL-Standpunkt

## Konkurrenz auf der Agrarfläche

weltweit begrenzte und pro Kopf abnehmende Agrarfläche gegenüber. Aufgrund von anderweitigen Nutzungsformen oder den Auswirkungen des Klimawandels nimmt die nutzbare Agrarfläche pro Kopf ab. Da allerdings verschiedene Nutzungen der Agrarfläche sowie der darauf angebauten Biomasse in Konkurrenz zueinander stehen (z. B. der Anbau von Lebensmitteln, Futtermitteln, Bioenergie, Rohstoffe), braucht es Strategien wie eine effizientere Verwendung der Fläche und Biomasse umgesetzt werden kann. Dazu gibt es bereits heute eine Reihe von Ansatzpunkten entlang der gesamten Wertschöpfungskette, die zu freiwerdender Ackerfläche führen könnten, um die Lebensmittelverfügbarkeit zu steigern.

Vor allem auf Seiten der Produktion zeigt sich ein größeres Potential für Maßnahmen, die die Konkurrenz zwischen Nutzungen auf der Agrarfläche reduzieren<sup>17</sup>. Die Grünlandflächen, die nicht zum Anbau von Nutzpflanzen geeignet sind, können somit über die Nutzung von vornehmlich Wiederkäuern in tierische Lebensmittel umgewandelt werden. Hingegen sollte Ackerfläche, auf der pflanzliche Lebensmittel angebaut werden können, auch vorrangig dafür genutzt werden. Über die Verwendung von Koppel- oder Nebenprodukten oder Reststoffen der Industrie und Lebensmittelproduktion

in der Nutztierfütterung und der Energieerzeugung kann wiederum dazu beigetragen werden, Ackerfläche zur Erzeugung von pflanzlichen Lebensmitteln freizumachen. Neben den Synergien bestehen allerdings auch Zielkonflikte, die beispielsweise zu einer reduzierten Produktionsleistung auf Seiten der Nutztierhaltung und der Energieerzeugung führen.

Es wird zukünftig die Aufgabe darin liegen, diese Zielkonflikte zu analysieren und über innovative Technologien und Lösungsstrategien zu reduzieren. Wie erfolgreich die Maßnahmen in die Praxis umgesetzt werden können, hängt zudem auch bedeutend von weiteren Faktoren, wie von agrarökonomischen Einflüssen, Markteffekten oder Verbraucherwünschen ab.

### Autoren in alphabetischer Reihenfolge

Dr. Stefanie Ammer, LfL-Forschungskoordination Nutztierwissenschaften, Grub

Dr. Peter Doleschel, LfL-Pflanzenbau, Freising

Dr. Annette Freibauer, LfL-Vizepräsidentin Wissen, Freising

Prof. Dr. Kay-Uwe Götz, LfL-Tierzucht, Grub

Dr. Martin Kussmann, LfL-Kern, Freising

Dr. Robert Schätzl, LfL-Forschungskoordination Nachhaltigkeit, München

Prof. Dr. Hubert Spiekers, LfL-Tierernährung, Grub

### Literatur

- [1] United Nations, General Assembly, 2015. Transforming Our World: the 2013 Agenda for Sustainable Development. <https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>.
- [2] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019. World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423). [https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_Highlights.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf)
- [3] Thornton, P. K., 2010. Livestock production: recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2853-2867. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0134>.
- [4] Borrelli, P., Robinson, D. A., Panagos, P., Lugato, E., Yang, J. E., Alewell, C., Wuepper, D., Montanarella, L. & Ballabio, C., 2020. Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(36), 21994-22001. <https://doi.org/10.1073/pnas.200140311>.
- [5] Bren d'Amour, C., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Güneralp, B., Erb, K. H., Haberl, H., Creutzig, F. & Seto, K. C., 2017. Future urban land expansion and implications for global croplands. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(34), 8939-8944. <https://doi.org/10.1073/pnas.1606036114>.
- [6] Garnett, T., Roos, E., & Little, D. C., 2015. Lean, green, mean, obscene...? What is efficiency? And is it sustainable? Animal production and consumption reconsidered. *Food Climate Research Network*. [https://dspace.stir.ac.uk/bitstream/1893/24127/1/fcrn\\_imgo%20%281%29.pdf](https://dspace.stir.ac.uk/bitstream/1893/24127/1/fcrn_imgo%20%281%29.pdf)
- [7] Global Report on Food Crisis, 2022. Joint Analysis for better decisions. *Global Network on Food Crises, Food Security Information Network*. [https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000138913/download/?\\_ga=2.77437269.1532943840.1666933959-661922990.1666933959](https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000138913/download/?_ga=2.77437269.1532943840.1666933959-661922990.1666933959)
- [8] Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, 2012. Bioenergie – Möglichkeiten und Grenzen. Halle (Saale).
- [9] Beschluss Bundeskabinetts, 2016. Klimaschutzplan 2050-Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/klimaschutzplan-2050.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/klimaschutzplan-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=1).
- [10] Van Zanten, H. H., Van Ittersum, M. K., & De Boer, I. J., 2019. The role of farm animals in a circular food system. *Global Food Security*, 21, 18-22. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.06.003>.
- [11] FAO FAOSTAT, 2022. Lizenz: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>.



# LfL-Standpunkt

## Konkurrenz auf der Agrarfläche



- [12] Ritchie, H. und Roser, M., 2013. Land Use. OurWorldInData.org. <https://ourworldindata.org/land-use>.
- [13] Poore, J., und Nemecek, T., 2018. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987-992. <http://dx.doi.org/10.1126/science.aag0216>.
- [14] Statistisches Bundesamt, 2022. Landwirtschaftliche Bodennutzung, Anbau auf dem Ackerland. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. [https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Publikationen/Bodennutzung/anbau-ackerland-vorbericht-2030312228004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Publikationen/Bodennutzung/anbau-ackerland-vorbericht-2030312228004.pdf?__blob=publicationFile).
- [15] Statistisches Bundesamt, 2019. Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Flächenbelegung von Ernährungsgütern 2010-2017. [https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft\\_derivate\\_00074725/5385101179004.pdf](https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00074725/5385101179004.pdf).
- [16] Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF), 2022. Bayerischer Agrarbericht 2022. <https://www.agrarbericht.bayern.de/politik-strategien/index.html>.
- [17] Muscat, A., De Olde, E. M., de Boer, I. J., & Ripoll-Bosch, R., 2020. The battle for biomass: A systematic review of food-feed-fuel competition. *Global Food Security*, 25, 100330. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100330>.
- [18] Beal, T., Gardner, C. D., Herrero, M., Iannotti, L. L., Merbold, L., Nordhagen, S. & Mottet, A., 2023. Critical Review: Friend or Foe? The Role of Animal-Source Foods in Healthy and Environmentally Sustainable Diets. *The Journal of Nutrition*. In Press. <https://doi.org/10.1016/j.tjnut.2022.10.016>.
- [19] de Boer, I. J., & van Ittersum, M. K., 2018. Circularity in agricultural production. Wageningen University & Research. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/470625>.
- [20] Kretzschmar, U., Schleiffer, M., Curran, M., Dierauer, H., Frehner, A., Leiber, F., ... & Cezanne, M. L., 2021. Nachhaltigkeit und Qualität biologischer Lebensmittel. Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Frick, Schweiz. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1405-lebensmittelqualitaet.pdf>.
- [21] Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL, 2015. Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Kurzfassung des Gutachtens. Berlin. [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/\\_Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/GutachtenNutztierhaltung-Kurzfassung.pdf%3F\\_\\_blob%3DpublicationFile%26v%3D2](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/GutachtenNutztierhaltung-Kurzfassung.pdf%3F__blob%3DpublicationFile%26v%3D2).
- [22] Windisch, W., 2021. Bioökonomische Herausforderungen an die Nutztierfütterung. in: 59. Jahrestagung der BAT vom 12.10.2021, Tagungsband: „Futter und Fütterung im Hinblick auf Klimarelevanz und die Vermeidung von Nahrungskonkurrenz“, Seite 1 – 6. [https://www.mls.lis.tum.de/fileadmin/w00bvw/anm/pdf/BAT\\_Tagungsband\\_2021.pdf](https://www.mls.lis.tum.de/fileadmin/w00bvw/anm/pdf/BAT_Tagungsband_2021.pdf).
- [23] Van Selm, B., Frehner, A., De Boer, I. J., Van Hal, O., Hijbeek, R., Van Ittersum, M. K., ... & Van Zanten, H. H., 2022. Circularity in animal production requires a change in the EAT-Lancet diet in Europe. *Nature Food*, 3(1), 66-73. <https://www.nature.com/articles/s43016-021-00425-3>.
- [24] Flachowsky, G., Meyer, U., & Südekum, K. H., 2017. Land use for edible protein of animal origin—A review. *Animals*, 7(3), 25. <http://dx.doi.org/10.3390/ani7030025>.
- [25] Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., & Gerber, P., 2017. Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>.
- [26] Van Zanten, H. H., Herrero, M., Van Hal, O., Rööös, E., Muller, A., Garnett, T., ... & De Boer, I. J., 2018. Defining a land boundary for sustainable livestock consumption. *Global change biology*, 24(9), 4185-4194. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.14321>.
- [27] Barbieri, P., Dumont, B., Benoit, M., & Nesme, T., 2022. Opinion paper: Livestock is at the heart of interacting levers to reduce feed-food competition in agroecological food systems. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 16(2), 100436. <http://dx.doi.org/10.1016/j.animal.2021.100436>.
- [28] Van Kernebeek, H. R., Oosting, S. J., Van Ittersum, M. K., Bikker, P., & De Boer, I. J., 2016. Saving land to feed a growing population: consequences for consumption of crop and livestock products. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(5), 677-687. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-015-0923-6>.
- [29] Qaim, M., 2014. Verfügbarkeit von Nahrung. Bundeszentrale für politische Bildung. Berlin. <https://www.bpb.de/themen/globalisierung/welternahrung/192109/verfuegbarkeit-von-nahrung/>.
- [30] Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ... & Toulmin, C., 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *science*, 327(5967), 812-818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>.
- [31] Vera, I., Wicke, B., Lamers, P., Cowie, A., Repo, A., Heukels, B., ... & van der Hilst, F., 2022. Land use for bioenergy: Synergies and trade-offs between sustainable development goals. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112409. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112409>.
- [32] Ledinek, M., Gruber, L., Thaller, G., Götz, K.-U., Südekum, K.-H., Spiekens, H., 2022. Effizienzmerkmale beim Milchrind: Definieren – Einordnen – Anwenden. *Züchtungskunde*, 94(2), 81-109.
- [33] d’Alexis, S., Sauvart, D., & Boval, M., 2014. Mixed grazing systems of sheep and cattle to improve liveweight gain: a quantitative review. *The Journal of Agricultural Science*, 152(4), 655-666. <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859613000622>.
- [34] Barbieri, P., Pellerin, S., Seufert, V., Smith, L., Ramankutty, N., & Nesme, T., 2021. Global option space for organic agriculture is delimited by nitrogen availability. *Nature Food*, 2(5), 363-372. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00276-y>.
- [35] Onwezen, M. C., Bouwman, E. P., Reinders, M. J., & Dagevos, H., 2021. A systematic review on consumer acceptance of alternative proteins: Pulses, algae, insects, plant-based meat alternatives, and cultured meat. *Appetite*, 159, 105058. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.105058>.
- [36] Xi, L., Zhang, M., Zhang, L., Lew, T. T., & Lam, Y. M., 2022. Novel materials for urban farming. *Advanced Materials*, 34(25), 2105009. <https://doi.org/10.1002/adma.202105009>.