

Beiträge der Tierzuchtwissenschaften zur Bioökonomie

Klaus Wimmers^{1,2}, Jörn Bennewitz³ und die Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaften e.V.

¹ Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Dummerstorf

² Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität Rostock

³ Institut für Nutztierwissenschaften, Universität Hohenheim

Definition und Handlungsfelder der Bioökonomie

Unter dem Begriff Bioökonomie werden alle Bereiche der Wirtschaft zusammengefasst, die biologische Ressourcen (Mikroorganismen, Pilze, Algen, Pflanzen und Tiere) erzeugen oder zur Bereitstellung von Produkten, Verfahren und Dienstleistungen nutzen. Diese umfassen die Primärsektoren Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau sowie Fischerei und Aquakultur, die nachgelagerte Lebensmittel- und Futtermittelindustrie sowie die sogenannten biobasierten Industrien und deren Produkte (Chemie und Kunststoffe, Pharmazeutika, Zellstoff und Papier, Holz, Textilien, Biokraftstoffe und Bioenergie). Das Konzept der Bioökonomie leitet einen Paradigmenwechsel von einer von fossilen Ressourcen abhängigen Ökonomie hin zu einer biobasierten Wirtschaft ein, die nachwachsende Rohstoffe und biologische Prozesse von Mikroorganismen, Pflanzen und Tieren nutzt. Triebkraft für die Bioökonomie ist nicht nur die Endlichkeit fossiler Ressourcen und die wachsende Weltbevölkerung, sondern auch die Einsicht, dass die Nutzung fossiler Rohstoffe wie Erdöl, Kohle und Erdgas mit erheblichen Belastungen für das Klima und die Umwelt einhergeht. Die Entwicklung der Bioökonomie orientiert sich an den Nachhaltigkeitszielen der UN zur Ernährungssicherung, zu Klima- und Naturschutz und zur Biodiversität und verfolgt Prinzipien einer Kreislaufwirtschaft, die im Sinne von Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit eine bestmögliche Verwertung sowie Kaskadennutzung von Rohstoffen und Stoffströmen – auch sektorenübergreifend – ermöglicht¹. Das BMBF hat die Bioökonomie zum Thema des Wissenschaftsjahres 2020 erklärt und verfolgt damit das Ziel, die Öffentlichkeit stärker für die Bioökonomie zu interessieren.

Mit der „Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030“² hat die Bundesregierung die Grundlagen für die Vision einer nachhaltigen biobasierten Wirtschaft bis zum Jahr 2030 gelegt, „... deren vielfältiges Angebot die Welt ausreichend und gesund ernährt sowie mit hochwertigen Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen versorgt“. Für die weitere Entwicklung zu einer wissensbasierten und international wettbewerbsfähigen Bioökonomie werden mit der „Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030“ fünf prioritäre Handlungsfelder gesetzt: „... (1) Weltweite Ernährung sichern, (2) Agrarproduktion nachhaltig gestalten, (3) Gesunde und sichere Lebensmittel produzieren, (4) Nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen, (5) Energieträger auf Basis von Biomasse ausbauen.“

¹ Bioökonomie in Deutschland: Chancen für eine biobasierte und nachhaltige Zukunft (Hrsg. BMBF & BMEL, 2014)

² Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030 (Hrsg. BMBF, 2010)

Die Bedeutung von Nutztieren in der Bioökonomie

Für die Handlungsfelder 1-3 sind Tierhaltungssysteme im Hinblick auf Ressourceneffizienz, Tierwohl, Anpassungsfähigkeit, Biodiversität, Tiergesundheit und Lebensmittelsicherheit relevant. All diese Aspekte haben auch Einfluss auf die gesellschaftliche Akzeptanz der Nutztierhaltung. Für die Handlungsfelder 4 und 5 sind Aspekte der Integration der Nutztierhaltung in agrarische Kreisläufe und Kaskadennutzung von Roh-, Koppel- und Reststoffen wichtig. Hinzu kommt bei diesen beiden Handlungsfeldern die Konkurrenz der Nutzung von Flächen entweder als Futterflächen zur Erzeugung von Lebensmitteln tierischen Ursprungs oder zur Erzeugung von Bioenergie oder anderen Stoffen. Gekoppelte bzw. Kaskadennutzung der Rohstoffe und eine klare Priorisierung der Flächennutzung zur Veredelung der Biomasse in Lebensmittel durch Nutztiere stellen hier einen wichtigen Beitrag zur Ernährungssicherung dar. In der Nationalen Politikstrategie Bioökonomie³ werden die Sicherung der Ernährung und der Schutz von Klima, Biodiversität und natürlichen Ressourcen sowie die Endlichkeit der Rohstoffe als Herausforderungen definiert, zu deren Bewältigung die Bioökonomie beiträgt. Die erste Bilanz dieser Strategie von BMBF und BMEL² nimmt Bezug auf die benannten Handlungsfelder und stellt u.a. fest, dass „Nutztiere eine unverzichtbare Ressource für die Versorgung der Menschen mit hochwertigen Lebensmitteln“ sind. Die Empfehlungen des Bioökonomierates⁴ gehen davon aus, dass eine Versorgung der Menschen mit hochwertigen Proteinen nicht alleine durch eine nachhaltige Tierproduktion zu gewährleisten ist, sondern Pflanzen, Insekten und aquatische Organismen eine zunehmend wichtige Rolle spielen werden. Gleichzeitig wird die Bedeutung der Biodiversität als wichtige Grundlage für die Züchtung anpassungsfähiger Tierpopulationen betont.

Die große Bedeutung der Nutztiere in der Bioökonomie ist in ihrer Rolle als Transformatoren von Biomasse mit unterschiedlichster Qualität in hochwertige Lebensmittel und in weitere Produkte (z. B. Wolle, Leder oder auch Produkte zur biomedizinischen Verwendung) begründet. Nutztiere tragen dabei insbesondere zur Nutzung von Grünflächen bei, die rund 70 % der landwirtschaftlichen Fläche der Erde ausmachen. Es werden durch Nutztiere weltweit jährlich rund 6 Milliarden Tonnen biologischer Rohstoffe und Nebenprodukte, die nicht vom Menschen verzehrt werden können, in Milch, Fleisch und Eier umgewandelt⁵. Es wird jedoch auch für den Menschen genusstaugliche Biomasse genutzt, um tierische Lebensmittel und weitere Produkte zu erzeugen, was eine Nahrungsmittelkonkurrenz zur Folge hat. Diese Konkurrenz ist bei Wiederkäuern weniger evident, da diese durch ihr Vormagensystem auch Biomasse, die nicht für die menschliche Ernährung geeignet ist, in Energie und Lebensmittel transformieren können. Auch bei Nichtwiederkäuern kann die Nahrungsmittelkonkurrenz durch die Verfütterung von Reststoffen und anderweitig nicht verwertbaren Koppelprodukten aus der Nahrungsmittel- und Energieindustrie abgemildert werden. Die Konkurrenz um die Fläche (Bioenergie vs. Erzeugung von Lebensmitteln tierischen Ursprungs) wurde oben erläutert. Eine weiterführende Betrachtung der Bioökonomie mit Blick auf das Nutztier ist bei Windisch und Flachowsky⁶ zu finden.

³ Nationale Politikstrategie Bioökonomie (Hrsg. BMEL, 2014)

⁴ Empfehlungen des Bioökonomierates: Weiterentwicklung der „Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie 2030“, (Hrsg. Bioökonomierat, 2016)

⁵ A. Mottet et al. (2017): „Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate“. *Global Food Security* 14:1–8

⁶ W. Windisch und G. Flachowsky (2020): „Tierbasierte Bioökonomie“ in „Das System Bioökonomie“ (Herausgeber D. Thrän und U. Moesenfichtel), Springer-Verlag GmbH

Die Bedeutung der Tierzuchtwissenschaft für eine gelingende tierbasierte Bioökonomie

Unter dem Begriff Tierzucht werden alle Maßnahmen zusammengefasst, die eine gerichtete Veränderung eines oder mehrerer erblicher Merkmale in einer Population über Generationen hinweg erzielen. Diese umfassen die Definition der Zuchtziele, welche die Richtung vorgeben, in die sich eine Population entwickeln soll, und die Anwendung von Zuchtmethoden, die diese gewünschte Veränderung auf züchterischem Wege ermöglichen. Die Formulierung der Zuchtziele orientiert sich an ökonomischen Faktoren und zunehmend an gesellschaftlichen Erwartungen für eine nachhaltige Nutztierhaltung und deren Akzeptanz. Die Zuchtmethoden werden durch neue Verfahren der molekularen Genetik (Genotypisierung, Sequenzierung, Genomeditierung), der Datenanalyse (genomische Selektion, maschinelles Lernen) und durch die Digitalisierung und erweiterte Merkmalerfassungen kontinuierlich optimiert. Die Tierzucht ist neben der Tierernährung und Tierhaltung ein zentrales Element des Produktionssystems zur Erzeugung von tierischen Proteinen.

Die Tierzuchtwissenschaft kann einen erheblichen Beitrag zu einer zukunftsfähigen Tier-Bioökonomie leisten. Ausgangspunkt ist das Bestreben, die folgenden vier Punkte simultan zu betrachten.

- I. Die Transformationseffizienz (die Effizienz der Umwandlung von Biomasse in hochwertige Lebensmittel) ist weiter zu steigern.
- II. Negative Folgen für die Umwelt und insbesondere für das Klima sind zu reduzieren.
- III. Die Nahrungsmittelkonkurrenz gilt es deutlich zu minimieren und im Idealfall nahezu aufzuheben.
- IV. Das Tierwohl darf nicht beeinträchtigt werden.

Ausgehend von diesen vier Zielvorgaben ergeben sich die folgenden Kernpunkte und Thesen.

1. Die Futtereffizienz, und damit einhergehend die Transformationseffizienz, wurde in den vergangenen Jahrzehnten durch eine kontinuierliche Leistungssteigerung der Nutztiere deutlich verbessert. Diese Steigerung wurde durch eine optimierte Ernährung und verbesserte Haltungsbedingungen sowie durch Zuchtfortschritt möglich. Eine Folge der Leistungssteigerung ist auch eine deutlich reduzierte Umwelt- und Klimabelastung pro Produkteinheit (z. B. Kilogramm Milch) sowie niedrigere Produktionskosten. Die Leistungszucht ist somit eine nachhaltige Strategie zur Steigerung der Futtereffizienz und Reduktion unerwünschter Umweltwirkungen. Jedoch sind bei einer starken Betonung der Leistungsmerkmale im Zuchtziel das Tierwohl und die Tiergesundheit durch leistungsassoziierte Krankheiten gefährdet. Dies kann zur Einschränkung der Nutzungsdauer führen, was aus ökonomischen, ökologischen und ethischen Gründen vermieden werden muss.
2. Eine Steigerung der Transformationseffizienz kann alternativ durch eine stärkere Gewichtung von Futter- und Nährstoffeffizienzmerkmalen im Zuchtziel erfolgen. Eine effiziente Nutzung der Ressourcen wird gleichzeitig die Belastung der Umwelt durch Nährstoffeinträge und klimaschädliche Gase reduzieren (sofern durch diese Effizienzsteigerungen keine erhöhte Nachfrage nach den Ressourcen induziert werden). Die Tierzuchtforschung muss Effizienzmerkmale identifizieren, die den Nährstoffakquisitionspfad stärker betonen, als den Pfad der Reallokation der Stoffströme im Organismus, um eine übermäßige Stoffwechselbelastung zu vermeiden. Dies kann u. a. durch die Berücksichtigung des Mikrobioms im Verdauungstrakt der Tiere erfolgen. Es müssen züchterische Werkzeuge

entwickelt werden, die sowohl das Genom des Tieres als auch das der Mikroorganismen berücksichtigen (Hologenomische Selektion).

3. Eine Reduktion oder Vermeidung der Nahrungsmittelkonkurrenz kann durch das Verfüttern von Futtermitteln erfolgen, die für die menschliche Ernährung ungeeignet sind. Eine mögliche Substitution gebräuchlicher Futterkomponenten in Hochleistungssystemen durch solche Futtermittel muss wissenschaftlich durch die Tierernährung und -physiologie begleitet werden. Die Tierzuchtwissenschaft muss in diesem Zusammenhang prüfen, ob die derzeit hauptsächlich genutzten Populationen auch für eine derart geänderte Futtermittelbasis noch die besten sind (Populationen-Umwelt-Interaktionen) bzw. ob es innerhalb der Populationen Verschiebungen hinsichtlich der Zuchtwerte der Tiere geben wird (Genotyp-Umwelt-Interaktionen).
4. Für eine effiziente Transformation in einem Produktionssystem mit vom Menschen nicht essbaren Futtermitteln ist die Identifizierung und genetische Charakterisierung neuer Merkmale eine weitere Aufgabe der Tierzuchtwissenschaft. Denkbar wären die Milchleistung aus dem Grundfutter, Merkmale für eine erweiterte Verdauungskapazität etwa für faserreiche Rationen, die verbesserte Resorption und reduzierte Emission von N, C, P oder ein effizienteres Mikrobiom.
5. Weitere Faktoren bewirken eine deutliche Änderung in den Produktionssystemen mit Nutztieren, allen voran die Folgen des Klimawandels (u. a. mehr Dürre- und Hitzeperioden auch in unseren Breitengraden), aber auch gesellschaftliche Entwicklungen⁷, die insbesondere ein verbessertes Tierwohl auch von der Tierzucht einfordern. Neben der Analyse der Genotyp-Umweltinteraktionen ist eine kontinuierliche züchterische Anpassung der Nutztiere an die neuen Produktionsumwelten und -bedingungen erforderlich. Dabei stehen zunehmend Merkmale der Resilienz, Resistenz und Robustheit⁸ im Vordergrund, für die die Tierzuchtwissenschaft neue Formen der Merkmalerhebungen und Zuchtmethoden entwickeln muss. Die Beiträge der Tierzuchtforschung zu einem verbesserten Tierwohl wurden an anderer Stelle diskutiert⁹.
6. Nutztiere werden neben der Erzeugung von Lebensmitteln und anderen Produkten auch zur Pflege und Erhaltung von Kulturlandschaften gehalten, welche ebenfalls der Tier-Bioökonomie zuzuordnen sind. Die Tierzüchtung muss hier prüfen, ob es neue Merkmale für diese Nutzungsrichtung gibt. Neben den klassischen Merkmalen der Transformationseffizienz, der Resilienz und der Robustheit können diese Merkmale zur Beschreibung der Güte der Landschaftspflege (z.B. Weideverhalten oder Bodenrückverdichtung) und Ökosystemleistung sein, die bisher kaum Beachtung finden.
7. Da die langfristige Veränderung und Diversifizierung der Produktionsumwelten sowie auch die Palette der tierischen Produkte und Nutzungsrichtungen in einer bioökonomischen Wertschöpfungskette nicht vollständig vorhersehbar sind, ist die Sicherung der genetischen Diversität von zentraler Bedeutung. So kann es sein, dass zukünftig Populationen bedeutsam werden, die derzeit vom Aussterben bedroht sind. Die Tierzuchtforschung muss Kriterien entwickeln, um unter den gefährdeten Populationen diejenigen zu identifizieren, die für eine zukünftige Tier-Bioökonomie bedeutsam werden können.

⁷ K.-U. Götz (2019): „Zukunftsfähige Nutztierhaltung – Trends und Perspektiven“, Züchtungskunde 91:20-24

⁸ T.V.L. Berghof, M. Poppe, H.A. Mulder (2019): „Opportunities to improve resilience in animal breeding programs“, *Frontier in Genetics*, 9:692

⁹ J. Bennewitz, J. Tetens und die GfT e.V. (2018): „Nutztierhaltung im Umbruch: Kernpunkte und Perspektiven der Tierzuchtwissenschaft“, abzurufen unter <http://www.tierzuchtwissenschaft.de/>.

8. Epigenetische Mechanismen gewährleisten eine Anpassung von Lebewesen an die Umwelt. Wachsende Erkenntnisse zu diesen epigenetischen Mechanismen bei Nutztieren ermöglichen gezielte Managementmaßnahmen zur Ausschöpfung des genetischen Potentials und der phänotypischen Plastizität der Nutztiere unter unterschiedlichen Haltungs- und Fütterungsbedingungen zur Optimierung von Leistung, Ressourceneffizienz, Tiergesundheit sowie zur Emissionsminimierung. Es bedarf weiterer Klärung, in wieweit durch Umwelteinflüsse induzierte epigenetische Modifikationen transgenerational übertragen werden und perspektivisch in Zuchtprogramme integriert werden können.
9. Die oben genannten interdisziplinären Forschungsfragen sind nur in gemeinsamen Projekten, vorwiegend mit anderen Disziplinen der Tierwissenschaften (insbesondere der Tierernährung und –physiologie), zu bearbeiten. Kenntnisse über alle Ebenen der Merkmalsausprägung vom Genom, Epigenom, Transkriptom, Proteom, Metabolom bis zum Phänotyp beim Nutztier sowie über die Interaktionen in agrarischen Kreisläufen (Boden, Pflanze) sind erforderlich, um mit Nutztieren Biomasse effizient, umwelt-, klima- und tierfreundlich in Lebensmittel zu transformieren. Neue Plattformen des Austausches und der interdisziplinären Zusammenarbeit von Nutztierwissenschaftlern und Vertretern angrenzender Disziplinen der Bioökonomie (z.B. Pflanzenbau oder Lebensmitteltechnologie) sind zu etablieren.
10. Die Tierzuchtforschung muss den Anspruch haben, auch die Diversität der globalen Rahmenbedingungen bedienen zu können, insbesondere für die Regionen der Erde, die sich keine eigene Züchtungsforschung leisten können. Für die Tier-Bioökonomie bedeutet dies, ggf. Zielkonflikte und anders gelagerte Rahmenbedingungen zu akzeptieren und in entsprechenden Forschungsvorhaben zu berücksichtigen.

Schlussbetrachtung

Die Nutztierhaltung ist ein zentraler Baustein der Bioökonomie. Von einer gelungenen Tier-Bioökonomie kann gesprochen werden, wenn die Aspekte Transformationseffizienz, Nahrungsmittelkonkurrenz, Umweltwirkungen und Tierwohl simultan betrachtet werden. Aus den oben gemachten Ausführungen wird deutlich, dass die Tierzuchtwissenschaft in interdisziplinär gestalteten Projekten einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Tier-Bioökonomie und damit zur Bioökonomie leisten kann.

Dummerstorf und Hohenheim im Juli 2020