

Vom Nutztier zum Mitgeschöpf: Die Potentiale einer multifunktionalen Nutztierhaltung für eine zukunftsfähige Landwirtschaft

Alexander Greiner 

Abstract

Diese Studie untersucht das Konzept einer multifunktionalen Nutztierhaltung (MFT) als nachhaltiges Zukunftsmodell für die Rinderhaltung in Deutschland. Es wurden Kriterien zur Definition und Bewertung der MFT entwickelt und ein Vergleich mit konventionellen Haltungssystemen durchgeführt. Die MFT zeigte das höchste Nachhaltigkeitspotential in den Bereichen Gesellschaft, Ökologie und Tierwohl. Das berechnete Produktionspotential der MFT könnte den ernährungsphysiologischen Bedarf an Milch (604-965 g täglich) und den heutigen Konsum an Rindfleisch (147-235 g wöchentlich) in Deutschland decken. Die Studie schlägt einen Multifunktionalitätsgrad von über 60% als Zielwert für eine nachhaltige Nutztierhaltung vor. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die MFT eine vielversprechende Alternative zu aktuellen Haltungssystemen darstellt und Nachhaltigkeitsprobleme lösen könnte. Weitere Forschung zur praktischen Umsetzung und zu Transformationspfaden wird empfohlen.

SCHLÜSSELWÖRTER

Nachhaltigkeit, Multifunktionalität, Nutztierhaltung, Rinder, Tierwohl, Kreislaufwirtschaft

1 | EINLEITUNG

Die Weltbevölkerung wächst und damit steigt auch die Nachfrage nach tierischen Produkten (UN 2022; FAOSTAT 2023). Doch die moderne Nutztierhaltung verursacht bereits heute ökologische, soziale und tierethische Probleme. Zahlreiche Nutztiere leben von ihrem natürlichen Lebensraum getrennt (BMEL 2019; Destatis 2021a; Destatis 2021b) und nur wenige Hochleistungsrassen dominieren die Produktion (Destatis 2023). Folglich übernehmen die Nutztiere nur isolierte Funktionen und bleiben fundamental reine Rohstofflieferanten. Ökonomische Interessen stehen häufig über dem Tierwohl, obwohl Nutztiere in Deutschland und Europa rechtlich geschützt und als fühlende Wesen anerkannt sind (u.a. Art. 13 AEUV; Art. 20a Grundgesetz, TierSchG). Im anthropozentrischen Denken nehmen Nutztiere folglich nur eine Randstellung ein. Doch könnte das Wohlergehen von Tieren und die Zukunft der Menschheit stärker zusammenhängen?

Auch wenn Nutztiere eine wichtige Rolle bei der weltweiten Proteinversorgung spielen, erhöhen nicht alle Haltungssysteme die Effizienz des

Ernährungssystems (van Zanten et al. 2018; Mottet et al. 2017; Wilkinson 2011; Wilkinson & Lee 2017). Durch die ausschließliche Verwendung von Grasland und industriellen Neben- und Reststoffen kann sie ökologische und soziale Vorteile entfalten und einen positiven Beitrag zur Lebensmittelversorgung leisten (Schader et al. 2015). Doch besonders die industrielle Tierhaltung macht die Nutztiere durch die Verfütterung von für den Menschen essbaren Ackerkulturen, die zur Steigerung der Produktionsmengen eingesetzt werden, zu Nahrungs- und Flächenkonkurrenten des Menschen.

Durch die Nutzung von 70 % der deutschen (Jungmichel et al. 2020) und 76 % der weltweiten landwirtschaftlichen Flächen (Mottet et al. 2017) ist die Nutztierhaltung innerhalb der Landwirtschaft unweigerlich einer der größten Treiber des anthropogenen Klimawandels, des Verlusts der Biodiversität und Bodenfruchtbarkeit (vgl. Benton et al. 2021; Steinfeld et al. 2006). Zudem verursacht ein übermäßiger Fleischkonsum gesundheitliche Probleme (Sun et al. 2021; Song et al. 2016; Battaglia Richi et al. 2015) und auch weitere

Gefahren wie Antibiotikaresistenzen und Zoonosen könnten durch eine intensive Nutztierhaltung mit genetisch homogenen, geographisch konzentrierten und krankheitsanfälligen Viehbeständen zunehmen (van Boeckel et al. 2017, ECDC et al. 2021; Liverani et al. 2013; Hayek 2022).

Es zeigt, dass die heutigen Intensivsysteme eindimensional sind und externe Effekte vernachlässigen. Dennoch wird die Effizienz des Systems noch immer hauptsächlich an der Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt beurteilt, anstatt sich am tatsächlichen ernährungsphysiologischen Bedarf, dem Ernährungssicherheitspotential, Tierwohl oder Umwelt- und Sozialkriterien zu orientieren. Es fehlen ganzheitliche Handlungskonzepte, die nicht nur Symptome behandeln und eine weitere Industrialisierung als einzige Lösung stilisieren (siehe WBA 2015; BMEL 2019), um die aktuelle Produktionspraxis und Konsummuster zu schützen. Die steigende Effizienz und der Traum von moderneren Ställen mit mehr Technisierung existieren bereits seit Jahrzehnten, ohne bisher eine langfristige Lösung gewesen zu sein. Durch den Rebound-Effekt dürfte es die aktuelle Situation bedingt und die Steigerung des Fleisch-, Eier- und Milchkonsums ermöglicht haben. Doch wie könnte eine zukunftsfähige Nutztierhaltung aussehen, die die Interessen von Mensch, Tier und Umwelt vertritt?

Dieser Beitrag stellt das Konzept einer multifunktionalen Nutztierhaltung (MFT) vor, die das Tier als Mitgeschöpf und seine vielfältigen Funktionen in den Mittelpunkt der Nachhaltigkeitsbewertung rückt. Am Beispiel der Rinderhaltung in Deutschland wird das Potential der MFT im Vergleich zu gängigen Haltungssystemen analysiert. Das Ziel ist, die MFT als alternative Lösung, auch gegenüber aktuellen staatlichen Maßnahmen, zu prüfen und Zielwerte einer zukunftsfähigen Nutztierhaltung abzuleiten. Eine solche Analyse der Potentiale und Folgen eines physiozentrischen Ansatzes, der das Tier und nicht den Menschen in den Mittelpunkt stellt, fehlt bisher.

Definitionen und Erklärungen

Multifunktionalität

Die Analyse der Multifunktionalität kennt zwei Ansätze. Der eine interpretiert Multifunktionalität als eine Eigenschaft wirtschaftlichen Handelns, charakterisiert durch die simultane Produktion vielfältiger, verknüpfter Güter, Dienstleistungen oder Wirkungen. Diese können positiv oder negativ, beabsichtigt oder unbeabsichtigt, ergänzend oder gegensätzlich, verstärkend oder ausgleichend sein. Manche dieser Güter und Dienstleistungen werden am Markt bewertet, andere entziehen sich der Marktmechanismen (OECD 2001).

Nach dem normativen Konzept der Multifunktionalität hat die Landwirtschaft zugewiesene vielfältige Rollen und ist mit der Erfüllung definierter gesellschaftlicher Aufgaben beauftragt. Die Multifunktionalität ist somit keine reine Eigenschaft des Produktionsprozesses, sondern hat selbst einen Wert. Das Ziel der Politik kann es folglich sein, die Multifunktionalität einer Aktivität zu bewahren oder zu erhöhen (ebd.).

Der Fokus wurde auf die direkten Funktionen der Tiere gelegt, um eine Überschneidung mit dem Begriff der Nachhaltigkeit zu vermeiden.

Ernährungssicherheitspotential

Erhalt und Schaffung von fruchtbaren Böden als langfristige Produktionsgrundlage und Maximierung der Nahrungs- und Produktionsreserven durch angepasste Ernährung und effiziente Produktion.

2 | METHODEN

Die Studie definierte nach einer Literaturrecherche zunächst eine multifunktionale Nutztierhaltung (MFT) anhand von sieben Funktionsbereichen, die Nutztiere erfüllen können. Dazu zählen neben der Produktion von Rohstoffen wie Milch und Fleisch auch Aspekte wie

Landschaftspflege, Verwertung von Grünland und Reststoffen oder der Erhalt der Artenvielfalt bei Nutztieren (Abbildung 1). Das Rind wurde als Anwendungsbeispiel ausgewählt, da es in einem zirkulären Ernährungssystem als Wiederkäuer, vor allem für die Grünlandnutzung, eine zentrale Rolle einnimmt (Schader et al. 2015) und die höchste Effizienz bei Futtermitteln, die für den menschlichen Verzehr nicht geeignet sind, hat (Mottet et al. 2017; Wilkinson 2011; Wilkinson & Lee 2017).

Um die Nachhaltigkeit der MFT im Vergleich zu gängigen Haltungssystemen zu bewerten, wurden 46

Kriterien aus den Bereichen Ökologie, Ökonomie, Gesellschaft und Tierwohl herangezogen. Sie bilden die heutige Situation und mögliche zukünftige Entwicklungen und Risiken ab.

Systemvergleich

In einer Bewertungsmatrix erfolgte anschließend über Literaturangaben der Vergleich zwischen der MFT und vier Haltungsformen - jeweils ein Basis- und ein Premiumsystem für Milchkühe und Mastrinder. Die Vergleichssysteme orientieren sich an den Systemen

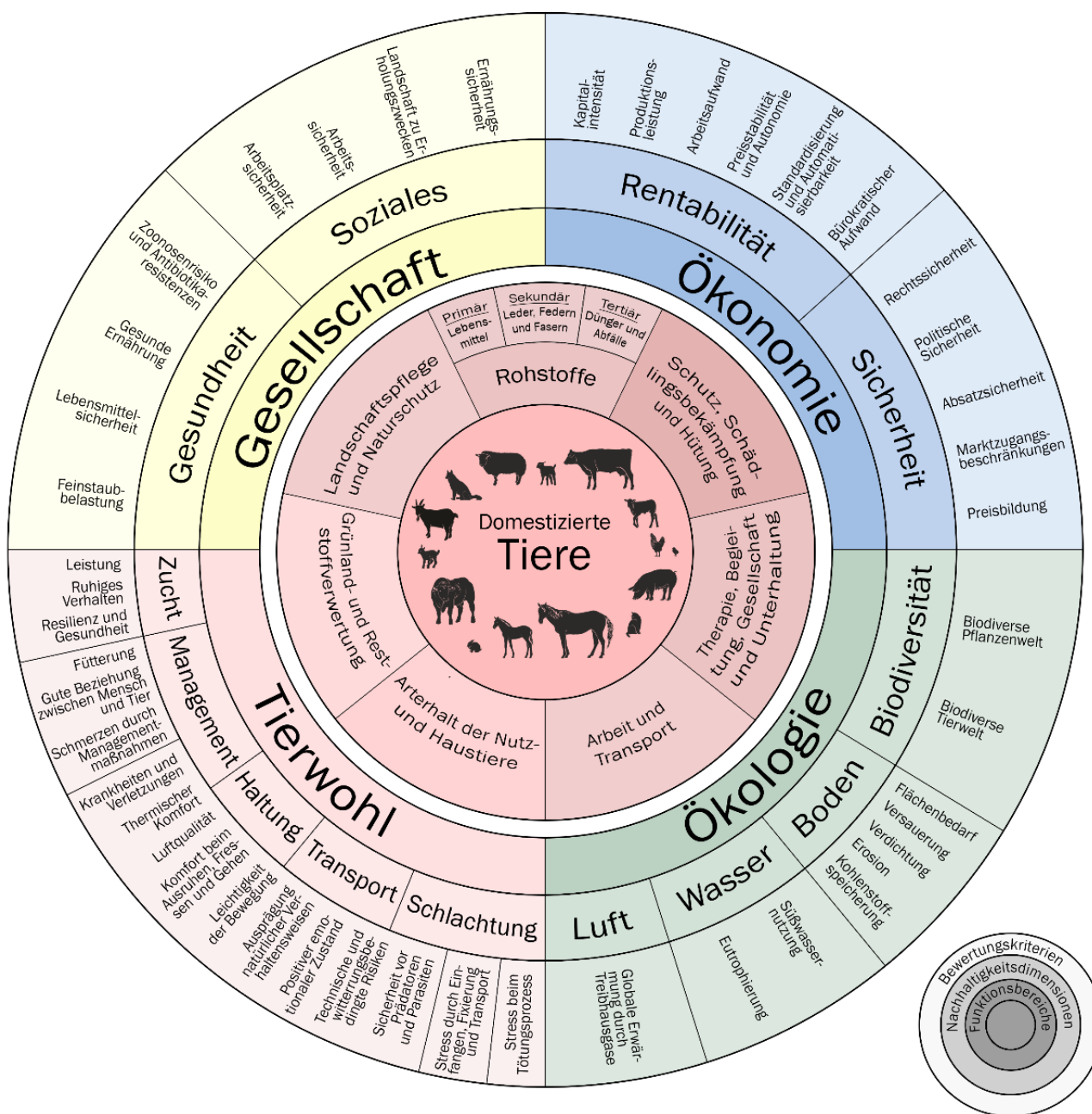


Abbildung 1: Nachhaltigkeitskreis der Multifunktionalen physiozentrischen Nutztierhaltung

Stufe 0 und 3 (entsprechen den Haltungstufen 1 und 4) aus dem Thünenbericht zur Politikfolgeabschätzung zu den Empfehlungen des Kompetenznetzwerks Nutztierhaltung von Deblitz et al. (2021). Das Basissystem bildet repräsentativ die aktuellen Betriebsstrukturen in Deutschland ab; das Premiumsystem ist eine zukünftige Alternative nach heutigen tierwohlrechtlichen Haltungszielen und entspricht haltungstechnisch der EU-Öko-Verordnung (Abbildung 2).

Die **Grundlage der MFT** sind zwei Prämissen: (1) das Wohl und die Gesundheit der Tiere haben für die maximale Multifunktionalität und langfristige Funktionsausübung die oberste Priorität und (2) das höchste Wohl ist in einer natürlichen Lebensumgebung und Sozialstruktur zu erzielen. Folglich müssen die natürlichen Funktionen und Bedürfnisse der Tiere erfüllt sein. Das definierte System wurde darauf ausgerichtet.

Bei Rindern als Weichbodengänger und Wiederkäuer, deren natürliche Ernährung zu 70 % aus Gras, 20 % Kräutern und 10 % Blättern und Baumbewuchs besteht (Bell 1997 nach Brade & Brade 2017a), bedeutet es möglichst ganzjährig Weidehaltung mit festen Herdenstrukturen (Reinhardt & Reinhardt 1981; Putfarken et al. 2008) und eine Versorgung der Kälber mit ausreichend Vollmilch – idealerweise eine kuhgebundene Kälberaufzucht. Außerdem werden die Rinder mit Weideschuss getötet und nur im Notfall transportiert, um Stress zu verhindern. Alle Rinder sind züchterisch auf die jeweilige Umwelt angepasst.

Für jedes System wurde basierend auf den

Bewertungen der einzelnen Kriterien ein Nachhaltigkeitswert auf einer Skala von 1-5 berechnet. Er stellt die geschätzte Wirkung auf die einzelnen Kriterien im Verhältnis zueinander (bei fehlender absoluter Referenz) von positiv bis negativ dar. Zusätzlich wurde der Multifunktionalitätsgrad (0-100 %) bestimmt, der ausdrückt, wie umfangreich die verschiedenen Funktionen der Tiere jeweils genutzt werden.

Produktionspotential

Abschließend erfolgte eine Abschätzung des Produktionspotentials, das die MFT in Deutschland realisieren könnte. Dafür wurden die verfügbaren Grünland- und Ackerflächen für notwendige Fruchtfolgen sowie die anfallenden pflanzlichen Reststoffe aus der Lebensmittelindustrie, die bei der Produktion von Mehl, Stärke, Speiseöl, Bier und Zucker anfallen, als Berechnungsgrundlage verwendet (siehe Anhang). Notwendige Kulturen in Fruchtfolgen gehen über den Selbstzweck der tierischen Erzeugung hinaus und sind für die langfristige Bodenfruchtbarkeit erforderlich bzw. entfalten ökologische

Multifunktionale Nutztierhaltung (Rind)



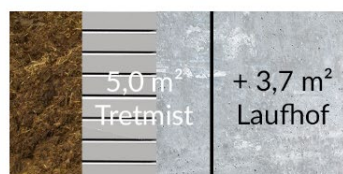
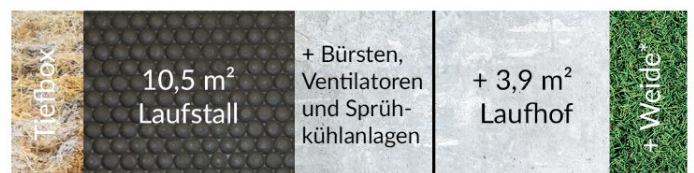
Basis (Haltungsstufe 1) Milchvieh



Mastvieh



Premium (EU-Öko, Haltungsstufe 4)



+ 220-365 Tage
*120 Tage mit 6 h/d

Abbildung 2: Übersicht der Annahmen im Systemvergleich

Vorteile. Dazu zählen Futtermittel wie Klee gras, Luzerne oder Leguminosengemenge, die in einer Ackerfruchtfolge zur Unkrautregulierung, Humusanreicherung und Stickstofffixierung eingebunden sein können (SMUL 2008).

Es wurden zwei Szenarien erstellt, die die minimale und maximale Produktionsmenge – aufgeschlüsselt nach vorhandener Energie- und Proteinmenge in Futtermitteln – zeigen (siehe Anhang).

$$\text{Produktionspotential} = \frac{\text{Grünlandpotential} + \text{Nebenstoffpotential} + \text{Fruchtfolgepotential}}{\text{Futterbedarf}}$$

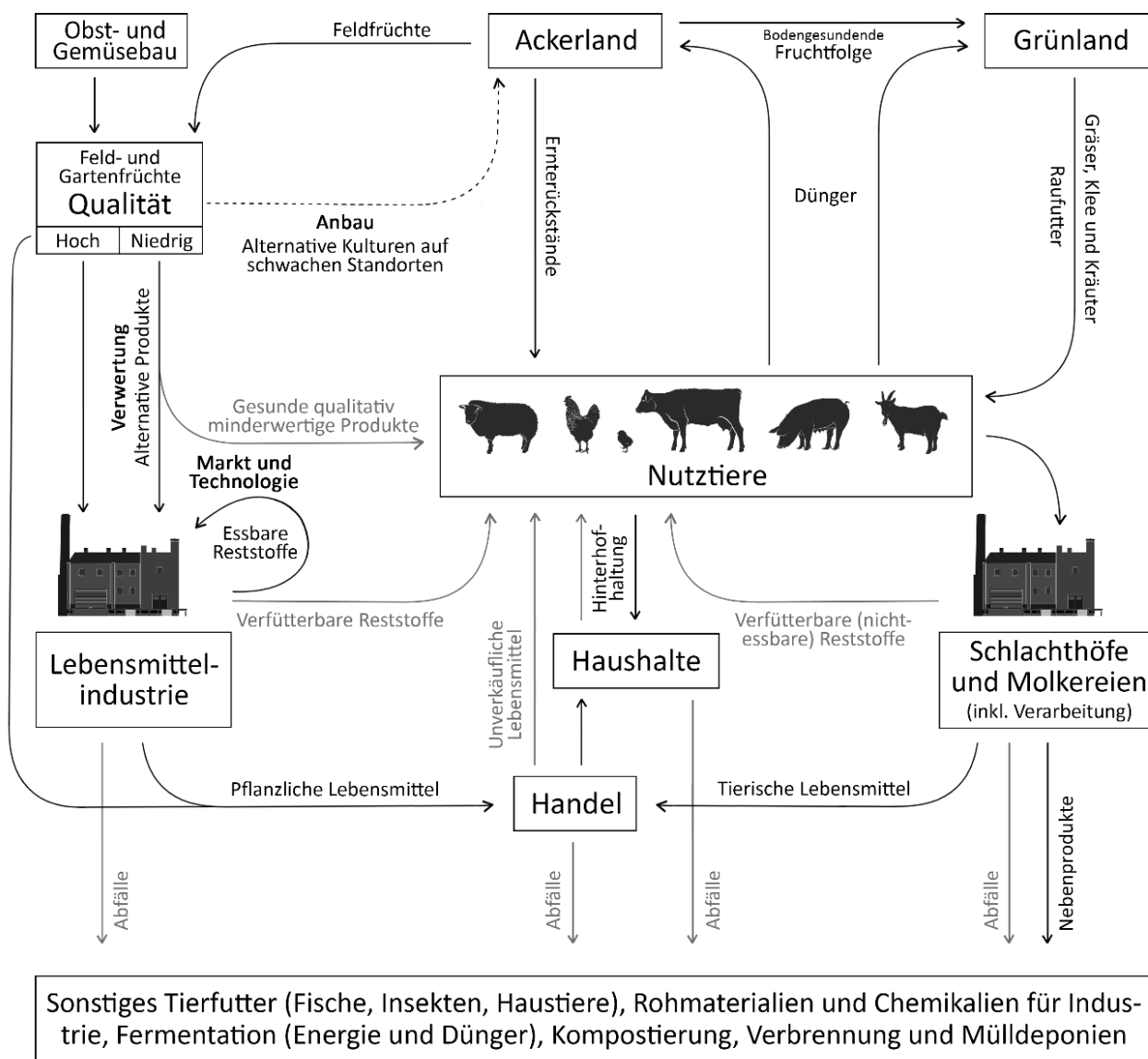


Abbildung 3: Flussdiagramm einer multifunktionalen Nutztierhaltung als Teil einer zukünftigen, zirkulären Wirtschaft mit ausschl. Verwendung von nicht-essbarer Biomasse als Futtermittel und einer Minimierung (graue Pfade) der Abfall- und Reststoffströme (durch Technologie, Markt, Verwertung und Anbau) sowie Abflüsse aus dem Ernährungssystem

3 | ERGEBNIS

Die Studie definierte sieben Funktionsbereiche, die Nutztiere potenziell erfüllen können. Im westlichen Kontext der Rinderhaltung liegt der Fokus auf den ersten vier Funktionen: Rohstoffe, Landschaftspflege und Naturschutz, Grünland- und Reststoffverwertung und Arterhalt der Nutz- und Haustiere (Abbildung 1). Dabei zeigte sich ein grundsätzlicher Zielkonflikt zwischen der Rohstoffproduktion und den anderen Funktionen wie Landschaftspflege oder Grünlandverwertung. Je intensiver die Produktion, desto weniger kommen die anderen Funktionen zum Tragen.

Systemvergleich

Im Vergleich der betrachteten Systeme erzielte die MFT mit 62-67% den höchsten Multifunktionalitätsgrad. Die kombinierten aktuellen Haltungsformen erreichten 50-53%. Bei den Basishaltungen für Milchkühe und Mastrinder lagen die Werte mit 22-31% bzw. 21-27 % am niedrigsten (Tabelle 1). Auch bei den Nachhaltigkeitskriterien schnitt die MFT mit einem Gesamtwert von 3,9 am besten ab. Dabei erreichte sie in den

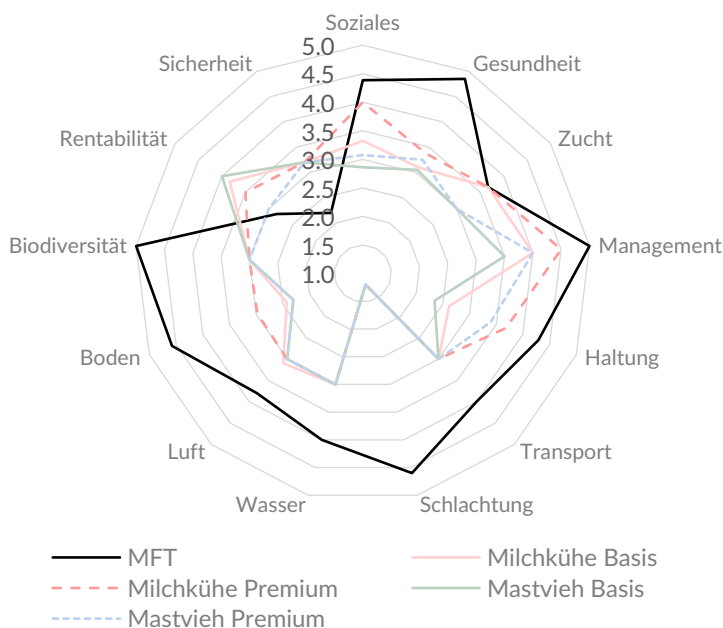


Abbildung 4: Detaillierte Übersicht über die Nachhaltigkeitswerte der Vergleichssysteme

Bereichen Tierwohl, Ökologie und Gesellschaft Werte von über 4, während die Vergleichssysteme maximal auf etwa 3,4 kamen. Lediglich im ökonomischen Bereich waren die Vergleichssysteme mit Werten von 3-3,5 gegenüber 2,5 bei der MFT im Vorteil (Abbildung 4; Tabelle 2).

Tabelle 1: Vereinfachter Multifunktionalitätsgrad im Vergleich

Funktion	MFT	Milchkühe		Mastbullen		Kombination ^e	
		Basis	Premium	Basis	Premium	Basis	Premium
Rohstoffe (50 %)							
Milchmenge (kg) ^c	5.500	9.200	8.200	0	0	9.200	8.200
Schlachtgewicht (kg)	318	371	371	450	450		
Fleischmenge pro Jahr (kg SG/a) ^c	127	74,2	74,2	260	260	334	334
Verkaufsalter (Tage)	730 ^d	1.825 ^d	1.825 ^d	570	570		
Zwischenwert (%)	43,4	45,3	41,5	37,1	37,1	82,4	78,6
Naturschutz und Landschaftspflege (15 %)							
Weidedauer (d/a; h/d) ^c	220; 24	0	150; 6	0	0	0	75; 6
Weideintensität (GVE/ha)	2,1	0	10,0	0	0	0	5,0
Zwischenwert (%)	75,0	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0	8,5
Grünland- und Reststoffverwertung (25 %)							
Anteil (TM) Grünland und pflanzlicher Nebenprodukte und Reststoffe an Ration (%)	100	38,1	64,4	40,2	45,8	39,2	55,1
Zwischenwert (%)	100,0	38,1	64,4	40,2	45,8	39,2	55,1
Arterhalt der Nutz- und Haustiere (10 %)							
Anteil an gefährdeten Rassen (%) ^a	50	3	3	6	6	4,5	4,5
Zwischenwert (%)	50,0	3,0	3,0	6,0	6,0	4,5	4,5
Multifunktionalitätsgrad							
ungewichtet	67,1	21,6	31,5	20,8	22,2	31,5	36,7
gewichtet ^b	61,7	30,6	37,3	27,2	28,3	49,5	52,5

^a Maximale Schätzung nach Auswertung von Viehbestand nach Rassen 2022 (Destatis)

^b Der Gewichtungsfaktor steht in Klammern hinter der Funktion

^c Das angesetzte Produktionsmaximum liegt bei der Milch bei 13.270 kg Milch/Kuh/a und bei Fleisch bei 350 kg SG/a. Die Weidedauer für das angesetzte Maximum beträgt 2640 h/a (220 Tage x 12 h) und orientiert sich an der Vegetationsdauer in Deutschland in 2021 (DWD 2022 nach UBA 2022).

^d Bei der MFT handelt es sich nicht wie beim Milchvieh Basis und Premium um die Nutzungsdauer der Milchkühe, sondern um das Schlachalter vom Mastvieh. Die Färsen ersetzen entweder nach zwei Jahren die Milchkühe oder werden geschlachtet. Die Nutzungsdauer der Milchkühe in der MFT liegt höher.

^e Betrachtung von Milch- und Mastvieh als geschlossenes, einzelnes System.

Tabelle 2: Übersicht des Systemvergleichs der Nachhaltigkeitskriterien
(Begründung der Beurteilung siehe technischer Anhang in Greiner 2023)

Dimension		Kriterium	Richtung	MFT	Milchkühe		Mastrinder			
					Basis	Premium	Basis	Premium		
Gesellschaft	Soziales	Ernährungssicherheit	↑	++	0	+	-	-		
		Nahrungs- und Flächenkonkurrenz	↑	++	0	+	-	-		
		Verfügbarkeit und ökonomischer Zugang	↑	-	++	+	++	+		
		Landschaft zu Erholungszwecken	↑	++	-	0	-	-		
		Arbeitssicherheit	↑	0	++	++	+	+		
		Arbeitsplatzsicherheit	↑	++	0	+	0	+		
	Gesundheit	Zoonoserisiko und Antibiotikaresistenzen	↑	+	-	0	-	0		
		Eintrittsrisiko	↑	0	+	0	+	0		
		Expositionsrisiko und Ausbreitung	↑	+	-	0	--	0		
		Antibiotikaeinsatz	↑	++	-	0	-	0		
		Gesunde Ernährung	↑	++	0	+	-	-		
		Gesundheitsschäden durch Verzehrmenge	↑	++	0	0	--	--		
		Gesundheitliche Vorteile	↑	++	0	+	0	0		
		Lebensmittelsicherheit	↑	++	++	++	++	++		
		Feinstaubbelastung	↑	++	-	-	0	0		
		Tierwohl	Zucht	Leistung	Ziel	-	++	++	++	++
				Ruhiges Verhalten		+	0	0	-	-
Resilienz und Gesundheit	++			0		0	-	-		
Management	Fütterung		Fütterung	↑	++					
			Gute Beziehung zwischen Mensch und Tier	↑	++	++	++	+	+	
			Schmerzen durch Managementmaßnahmen	↑	++	0	+	0	+	
	Haltung		Krankheiten und Verletzungen	Krankheiten und Verletzungen	↑	++	-	+	-	+
				Klauen- und Gliedmaßenkrankungen	↑	++	-	++	-	+
				Eutergesundheit	↑	++	0	+		
				Stoffwechselstörungen	↑	0	-	0	0	0
				Atemwegserkrankungen	↑	++	0	+	-	0
				Fruchtbarkeitsstörungen	↑					
				Verletzungen und Integumentschäden	↑	++	-	+	--	+
				Thermischer Komfort	↑	+	0	+	+	++
				Hitzestress	↑	+	--	0	-	++
				Kältestress	↑	0	++	++	++	++
				Luftqualität	↑	++	0	+	0	+
				Komfort beim Ausruhen, Fressen und Gehen	↑	++	--	0	--	0
				Liegeflächen	↑	++	-	0	--	+
				Fressplatz	↑	++	--	-	--	--
				Laufgänge	↑	++	--	0	--	0
				Leichtigkeit der Bewegung	↑	++	-	+	--	-
				Rutschfestigkeit	↑	++	-	+	-	+
				Platzangebot	↑	++	-	+	--	-
				Ausprägung sozialer und natürlicher Verhaltensweisen	↑	++	-	0	--	-
				Herdenstabilität und Konkurrenz	↑	++	0	0	-	-
				Weidezugang	↑	++	--	0	--	-
				Positiver emotionaler Zustand	↑	++	-	+	--	0
				Technische und witterungsbedingte Risiken	↑	+	0	0	0	0
				Sicherheit vor Prädatoren und Parasiten	↑	-	++	++	++	++
				Schutz vor Prädatoren	↑	--	++	++	++	++
				Sicherheit vor Parasiten	↑	-	++	+	++	++
Transport	Schlachtung		Stress durch Einfangen, Fixierung und Transport	↑	+	0	0	0	0	
			Stress und Leid beim Tötungsprozess	↑	++	--	--	--	--	
			Ruhe und Vertrautheit der Umgebung	↑	++	--	--	--	--	
			Stressfreie Betäubungs-/Tötungsmethode	↑	++	--	--	--	--	
			Fehleranfälligkeit	↑	0	-	-	-	-	

Ökologie	Wasser	Süßwassernutzung	←	+	o	o	o	o	
		Eutrophierung	←	+	o	o	o	o	
	Luft	Globale Erwärmung durch Treibhausgase	←	+	o	o	o	o	
		Fossile Energienutzung	←	+	o	o	o	o	
		Methanausstoß	←	-	+	o	o	o	
	Boden	Biodiversität	Bodendegradation	←	++	-	o	-	-
			Kohlenstoffspeicherung	←	++	-	o	-	-
			Erosion	←	++	-	o	-	-
			Versauerung	←	++	o	o	-	-
		Biodiversität	Verdichtung	←	+	-	-	-	-
			Flächenbedarf	←	+	+	+	+	+
			Ackerflächenbedarf	←	++	-	o	-	-
			Landwirtschaftliche Flächen	←	-	++	+	++	++
			Biodiversität	←	++	o	o	o	o
			Biodiverse Pflanzenwelt	←	++	o	o	o	o
	Ökonomie	Rentabilität	Biodiverse Tierwelt	←	++	o	+	o	o
Kapitalintensität			←	++	o	-	o	-	
Produktionsleistung			←	--	++	+	++	++	
Preisstabilität und Autonomie			←	++	-	o	-	-	
Arbeitsaufwand			←	o	+	o	++	-	
Standardisierung und Automatisierbarkeit			←	--	++	++	++	o	
Sicherheit		Bürokratischer Aufwand	→	-	+	+	+	+	
		Rechtssicherheit	→	-	+	+	+	+	
		Politische Sicherheit	→	o	-	+	-	+	
		Absatzsicherheit	→	+	-	+	-	+	
		Marktzugangsbeschränkungen	→	--	+	-	+	-	
		Preisbildung	→	--	+	-	+	-	

Legende: Effekt auf Kriterium/Indikatoren (←) / Einfluss von Kriterium/Indikatoren auf System (→)	
++	Positiv (entspricht Zielrichtung des Indikators)
+	Eher positiv
o	Neutral
-	Eher negativ
--	Negativ
	Keine Angabe / geteilte Meinung
Anmerkung: Ein System kann Einfluss auf die jeweiligen Nachhaltigkeitskriterien haben (←). Es wird jedoch vom Übersystem präferiert oder diskriminiert, d.h. es verändert das Übersystem nicht (→). Dies wird über die Richtung dargestellt.	

Produktionspotential

Das berechnete Potential der Fleisch- und Milchproduktion aus Multifunktionaler Nutztierhaltung liegt zwischen 644,2-1030,0 Tsd. Tonnen verkaufsfähigem Rindfleisch (Abbildung 5) und 18,6-29,6 Mio. Tonnen Milch (Abbildung 6). Es entspricht beim niedrigsten Szenario 220,4 kg Milch/a (603,9 g/d) und 7,7 kg/a (21,0 g/d) Fleisch pro Person. In Deutschland wurde der empfohlene Bedarf in 2022 nach DGE bei Milch um 47 % und beim gesamten Fleisch um 121 % übertroffen.

Nach neuen Empfehlungen, die Gesundheitsaspekte, Umweltfaktoren und übliche Konsumgewohnheiten einbeziehen (Schäfer et al. 2024), ist der Verzehr von Milch sogar um 94 % und von Fleisch um 223 % erhöht. Das Minimalszenario würde unter den getroffenen Annahmen bereits 91-121% des Milch- und 32-49 % des Fleischbedarfs bzw. 77 % des Rindfleischkonsums abdecken. Bei Milch und Rindfleisch besteht das Potential, den heutigen Konsum zu befriedigen.

Auch ohne drainierte Moorflächen (20,5 % der Grünland- und 2,8 % der Ackerflächen nach DEHSt 2023) stünden mind. 191,3 kg Milch/a (524,2 g/d) und 6,7 kg/a (18,2 g/d) Fleisch pro Person zur Verfügung. Dies würde einem Rückgang um 13 % entsprechen, wenn eine vollständige Wiedervernässung als Klimaschutzmaßnahme umgesetzt wird, ohne auf eine Pflege der Moore durch ausgewählte Rinderrassen (z.B. Hochlandrinder) oder Wasserbüffel zurückzugreifen.

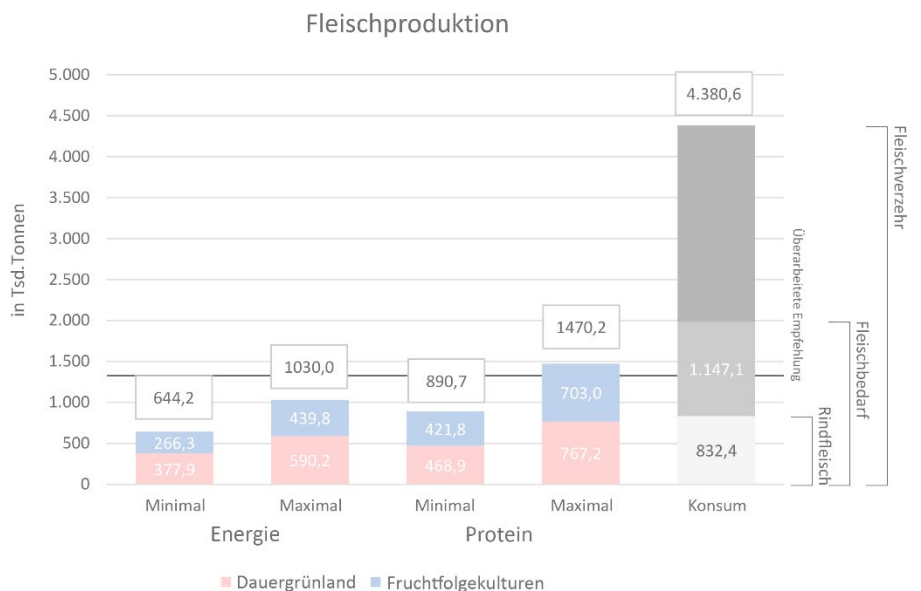


Abbildung 5: Potential der jährlichen Rindfleischproduktion in Deutschland im Vergleich zum Bedarf nach DGE und Verzehr in 2022 (Bedarf nach Breidenassel et al. 2022, neue Empfehlung nach DGE 2024 und Verzehr nach BLE 2023d)

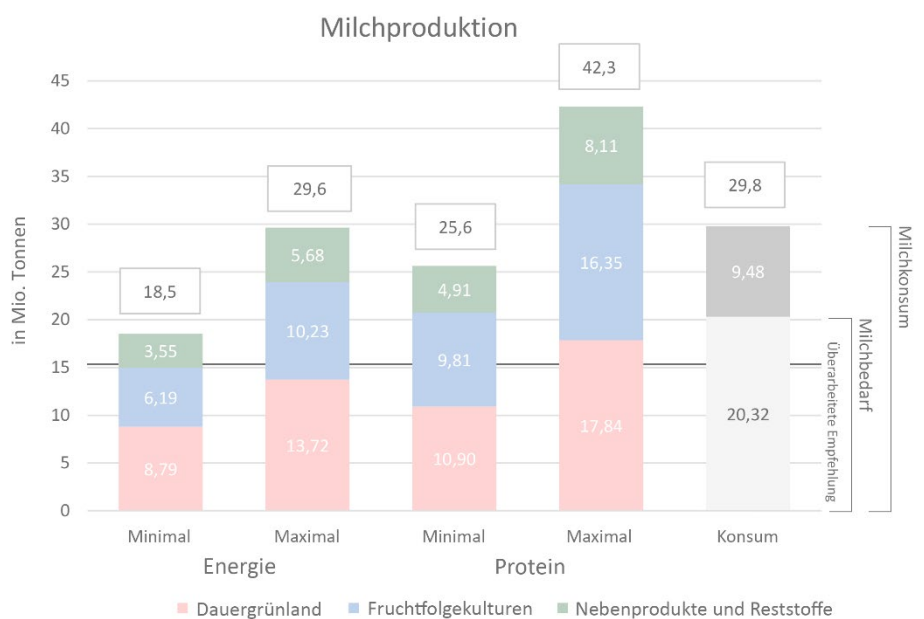


Abbildung 6: Potential der jährlichen Milchproduktion in Deutschland im Vergleich zum ernährungsphysiologischen Bedarf nach DGE und Verzehr in 2022 (Bedarf nach Breidenassel et al. 2022, neue Empfehlung nach DGE 2024 und Verzehr nach MVI 2023)

Kälberfütterung

Eine längere Versorgung der Kälber mit Vollmilch über 5 Monate mit 900 kg Milchverbrauch reduziert die verkaufsfähige Milchmenge um 11,2 % auf 536,3-857,4 g/d/Kopf (195,7-313,0 kg/a/Kopf) bzw. 16,46-26,31 Mio. t pro Jahr.

Rindviehbestand

Der mögliche Rinderbestand liegt in den berechneten Szenarien zwischen 10,4-16,6 Mio. mit 4,0-6,4 Mio. Milchkühen (siehe Abbildung 7) und 2,1-3,3 GVE pro Hektar Dauergrünland. Das untere Niveau ist auf einem vergleichbaren Level wie der heutige Bestand (-5 %) mit 6 % mehr Milchkühen. Beim höheren Niveau können 52-69 % mehr Rinder bzw. Milchkühe gehalten werden.

Historisch ist der berechnete Maximalrinderbestand bis in die 1940er Jahre (2. Weltkrieg) und zwischen 1968-1991 übertroffen worden. Der maximale Milchviehbestand wurde erst nach der Wiedervereinigung unterschritten.

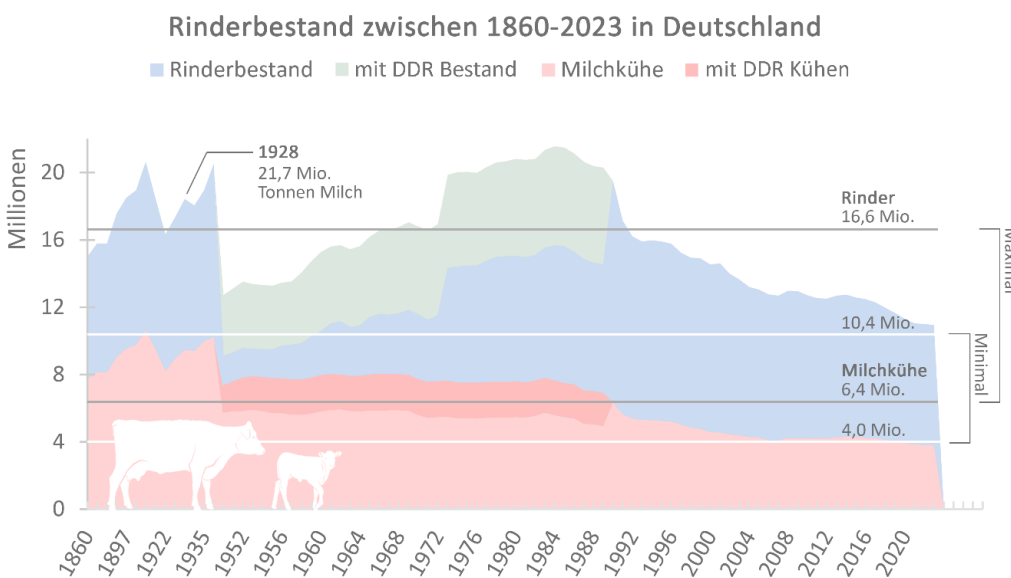


Abbildung 7: Rinder- und Milchviehbestand in Deutschland (Deutsches Reich) zwischen 1860-2023 in Millionen ohne Korrektur um die verfügbare größere landwirtschaftliche Fläche im Deutschen Reich (Daten von Statistisches Reichsamt 1930 (1897-1937), Statistisches Bundesamt 2023 und Statistisches Amt der DDR 1990 (1955-1990))

4 | DISKUSSION

Die Multifunktionale Nutztierhaltung ist ein physiozentrisches System, das die Funktionen der Tiere in den Mittelpunkt der Nachhaltigkeitsbetrachtung stellt. Dies ist ein grundlegender Unterschied zu anderen Nachhaltigkeitsmodellen. Ein hohes Tierwohlniveau ist eine notwendige Bedingung für die uneingeschränkte Ausübung der verschiedenen Funktionen. Dies schließt eine weitgehend natürliche Haltungsumgebung der Tiere ein. Ein

hoher Multifunktionalitätsgrad könnte grundsätzlich als einfacher Proxy für die Nachhaltigkeit eines Systems dienen. Dies bestätigte sich auch im Systemvergleich, in dem mit steigender Multifunktionalität auch die Nachhaltigkeitswerte ansteigen.

Unter den getroffenen Annahmen zeigt sich, dass das multifunktionale Nutztiersystem dem aktuellen System und möglichen verbesserten Haltungssystemen aus nachhaltiger Sicht überlegen sein könnte. Die MFT ist vollständig in eine Kreislaufwirtschaft integriert, da keine Futtermittel eingesetzt werden, die in Nahrungskonkurrenz zum Menschen stehen. Außerdem entspricht sie dem Tierschutz- und Grundgesetz sowie den

gesellschaftlichen Vorstellungen an eine nachhaltige Nutztierhaltung (siehe WBA 2015) und dem inerten Moralverständnis des Menschen. Die MFT erfüllt diese Kriterien anders als der Großteil der konventionellen Systeme.

Einzig unter ökonomischen Gesichtspunkten scheint die MFT durch die niedrigeren Produktionsmengen im heutigen Markt- und Preisbildungssystem weniger vorteilhaft. Auch wäre durch die flächenbezogene Haltung eine Dezentralisierung von Verarbeitungs-

strukturen wie Molkereien und Schlachthöfen erforderlich. Weitere Standortbedingungen wie die Verkehrslage und fehlende arrondierte Flächen erschweren die Umsetzung für die Betriebe. Doch auch alternative Stallsysteme, die das Tierwohl verbessern, sind mit höheren Kosten verbunden (Deblitz et al. 2021) oder ökonomisch nicht tragfähig (BZL 2022). Heute diskutierte Stallmodelle beschränken sich jedoch meistens auf die Haltung. Zahlreiche Aspekte, wie z.B. eine Fütterung mit hohem Maisanteil, der ein ökologisches und

gesellschaftliches Problem darstellen kann, bleiben unverändert. Der multidimensionale Blickwinkel in der MFT verhindert dies.

Als Zielwerte für den Multifunktionalitätsgrad, also die relative Erfüllung der verschiedenen möglichen Funktionen, wird ein Wert von über 60% vorgeschlagen, wie er in der definierten MFT erreicht wird.

Produktionspotential in Deutschland

Die heutigen Produktionsmengen in Deutschland von Fleisch und Milch können in einer MFT nicht erreicht werden. Die Berechnungen vom Produktionspotential zeigt jedoch, dass eine Deckung des ernährungsphysiologisch empfohlenen Milch- und (Rind-)Fleischbedarfs nach DGE durch eine multifunktionale Nutztierhaltung möglich sein könnte. Die verfügbare Energie ist der limitierende Faktor, da mehr Protein aus dem Grünfutter bezogen werden kann.

Das exakte Futterpotential in Deutschland hängt von vielfältigen Bedingungen ab, die Bodenart und Klima einschließen, um die Qualität und Quantität des Grünlandaufwuchses und von Feldfrüchten aus Fruchtfolgen oder für Nahrungsmittel, bei denen Nebenprodukte und Reststoffe anfallen, bestimmen zu können. Vereinfacht lautet die Formel zur Bestimmung des Futteraufkommens:

Futterpotential = Dauergrünland + nicht essbare Biomasse

Zur nicht essbaren Biomasse zählen (1) Nebenprodukte und Reststoffe aus der Produktion und Lebensmittelindustrie, (2) Feldfuttermittel, die in Fruchtfolgen zur Gesunderhaltung der Äcker notwendig sind und nicht gleichwertig durch für den Menschen essbare Ackerkulturen oder alternative Landnutzungsverfahren mit Nettogewinn für das Ernährungssystem wie Biodiversitäts- und Klimamaßnahmen ersetzbar sind, oder (3) qualitativ minderwertige Ackerkulturen, die noch keine Verwendung für die menschliche Ernährung haben (Abbildung 3). Ein großer Teil dieser Futtermittel ist zumindest theoretisch für den menschlichen Verzehr geeignet. Es würde allerdings einen Wandel des

Konsum- und Essverhaltens und evtl. ernährungstechnologische Forschung brauchen.

Nutzungsalternativen von Grünland

Die Umwandlung von Grünland zu Ackerflächen für die direkte menschliche Lebensmittelproduktion – wie sie weltweit auf theoretisch rund 0,7 Mrd. ha möglich wäre (Mottet et al. 2017) – kann nicht empfohlen werden. Eine Landnutzungsänderung würde u.a. Humus abbauen und CO₂ und N-Verbindungen freisetzen. Aus ökologischer Sicht hat die Grünlandnutzung durch Rinder Vorteile gegenüber Ackerflächen, etwa beim Bodenschutz, der Biodiversität oder der Kohlenstoffspeicherung (Beilouin et al. 2023; Borrelli et al. 2017; Modernel et al. 2013; Subak 1999; Hart 2001; Kun et al. 2021; Dierschke & Briemle 2002 nach BfN 2014).

Auch die energetische Nutzung der nicht essbaren Biomasse, die von Befürwortern einer nutztierfreien Landwirtschaft angeführt wird, kann aus ernährungstechnischer Perspektive nicht empfohlen werden, da es einen indirekten Verlust von Lebensmitteln bedeutet. Durch eine energetische Nutzung wären die verfügbaren Futtermittel reduziert. In Abfallhierarchien zur Vermeidung von Lebensmittelverschwendung wird die Herstellung von Tierfutter gegenüber der energetischen Nutzung präferiert – nach Ausschöpfung aller Möglichkeiten zur direkten Nutzung für die menschliche Ernährung (u.a. US EPA 2015 und EU 2016). Die Verwertungsreihenfolge kann plakativ als „Teller, Trog und Tank“ bezeichnet werden und stellt eine Konsistenzstrategie dar, um die anfallenden Rohstoffe im Sinne des Kreislaufgedankens möglichst sinnvoll und lange zu nutzen.

Die erhöhte Flächenkonkurrenz durch den Anbau von Energiepflanzen verletzt diese Grundsätze ebenfalls, selbst wenn bei der Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen wie Ölsaaten und Getreide Koppelprodukte anfallen, die als Futtermittel nutzbar sind.

Aus der Verwertungshierarchie leitet sich analog die Kritik am heutigen Anbau bzw. der Nutzung von Futtergetreide und anderen Ackerkulturen, die als Tierfutter genutzt werden, ab. Unter anderem führt der Deutsche

Bauernverband an, dass viele Flächen, auf denen Futtergetreide wie Roggen und Gerste angebaut werden, klimatisch oder qualitativ nicht für den Weizenanbau geeignet seien und nicht alle Feldfrüchte die Qualitätsansprüche für die menschliche Direktverwendung erfüllen (DBV 2022). Mögliche Alternativen können (1) den Anbau und (2) die Verwertung betreffen.

(1) Anbau

Ein Teil der schwachen Ackerstandorte könnte für alternative Kulturen oder für die Grünlandnutzung mit Kohlenstoffaufbau und Erosionsschutz im Vergleich zum Ackerbau genutzt werden. Bei einem zu niedrigeren Produktionspotential könnte die Umwandlung in natürliche Ökosysteme über Aufforstung von Wäldern und Schaffung von geschützten Naturräumen erfolgen. Argumentativ könnte zumindest bei Wäldern und Naturräumen durch weniger verfügbare Futtermittel ein kurzfristiger Verlust von Lebensmitteln angeführt werden, da von keiner vergleichbaren Jagdabweile von Wild auszugehen wäre.

Der mögliche langfristige Nutzen dieser Maßnahmen für das regionale und globale Ernährungssystem und die Lebensmittelversorgung müsste dagegen abgewogen werden – beispielsweise durch eine größere Biodiversität mit mehr Bestäubern oder die Kohlenstoffspeicherung zur Klimastabilisation, um Ertragsausfälle durch Dürren und Starkregen zu verhindern. Alternative Anbauverfahren zum großflächigen Ackerbau könnten ebenfalls erwogen werden, um eine größere Heterogenität der Landschaft zu erzeugen und möglichen Nachhaltigkeitsproblemen zu begegnen, ohne die Flächen für die Lebensmittelgewinnung aufzugeben.

(2) Verwertung

Die erzeugten Ackerkulturen wie beispielsweise Braugerste oder Brotweizen, die nicht die qualitativen Mindestansprüche des Abnehmermarktes an die Brau- und Backqualität erreichen und heutzutage als Viehfutter dienen, könnten einer alternativen Verwendung zugeführt werden. Es könnten z.B. Produkte wie Fladen produziert werden, die keine hohe Backqualität benötigen. Dafür bräuchte es entsprechende Marktstrukturen für

diese Produkte, die auf einen übersättigten Markt treffen oder im Ausland vermarktet werden müssten. Außerdem könnte vermehrt auf anspruchslosere Getreide bzw. Kulturen wie Roggen, Hafer, Buchweizen oder andere Weizensorten, deren Backqualität weniger empfindlich auf niedrigere Proteingehalte reagiert (Saaten Union o. J.O), umgestiegen werden. Beispielsweise kann Roggen zur Brotherstellung verwendet werden, Hafer für Haferflocken oder Müsli und Buchweizen für Grütze.

Das unelastische Angebot der landwirtschaftlichen Produktion und das Nachfrageoligopol des Lebensmitteleinzelhandels setzt die Landwirtschaft ins unterste Marktglied. Handel und/oder Industrie müssten daher entsprechende Strukturen für alternative Erzeugnisse aus qualitativ minderwertigeren Rohstoffen, die andernfalls für die Tierernährung genutzt werden, schaffen. Gleichzeitig wird ein verändertes Konsumenten- und Essverhalten vorausgesetzt. Es dürfte davon ausgegangen werden, dass mehr als 14 % der Futtermittel (nach Mottet et al. 2017: 4) bzw. genutzten Ackerflächen für die menschliche Ernährung verwendbar wären, wenn Anbau und Verwendung geändert werden würden. Die Zahl vermittelt einen falschen Eindruck der Effizienz des aktuellen Systems.

Am Ende hängt die Ausgestaltung von Alternativen, politischen Zielen, wissenschaftlich fundierten Einschätzungen und finanziellen und rechtlichen Prüfungen ab, die aus nachhaltiger und ernährungstechnischer Sicht auch von landwirtschaftlichen Interessenvertretern, der Lebensmittelindustrie und dem Lebensmitteleinzelhandel angestoßen werden müssten, um die Ernährungsversorgung langfristig zu sichern.

Ökologische und ökonomische Dimensionen

Tierpopulation, Klimaauswirkungen und Flächennutzung

Eine gleichbleibende bis steigende Rinderzahl von 10,4-16,6 Mio. in der multifunktionalen Nutztierhaltung ist für Deutschland aus Ernährungssicht empfehlenswert, um das Produktionspotential auszuschöpfen. Die Populationsgröße sollte an das Flächen- und Futterpotential

gebunden werden, um ein effizientes Ernährungssystem zu etablieren. Dies steht im Gegensatz zu aktuellen Forderungen nach sinkenden Rinderbeständen zur Eindämmung des Klimawandels. Solche Forderungen basieren jedoch oft auf einer eindimensionalen Betrachtung von THG-Bilanzen, die biogene Emissionen nicht im Kontext des natürlichen Kohlenstoffkreislaufs betrachten.

Biogene Methan- und CO₂-Emissionen sind Teil dieses Kreislaufs und werden in gängigen CO₂_{eq}-Fußabdrücken für tierische Produkte oft falsch eingeordnet. Eine Verminderung dieser Emissionen durch Bestandsreduktion oder Effizienzsteigerungen könnte zwar kurzfristig einen kühlenden Effekt haben (Liu et al. 2021; Allen et al. 2018), langfristig aber negative Folgen haben, wenn dies mit erhöhtem Einsatz fossiler Energie einhergeht. Bei gleichbleibendem Bestand tragen die Methanemissionen der Rinder nicht zu einer weiteren Erwärmung bei. Bereits der historische Rinderbestand vor 100 Jahren überstieg die heutige Population.

Der Maßstab zur Bewertung von Treibhausgasen sollten fossile Energien sein, die durch CO₂ langfristig Einfluss auf die Klimaerwärmung haben (vgl. Howarth 2014). Entsprechend müssten Reduktionsstrategien auch bei anthropogenem fossilen Methan beginnen, das zur Energiegewinnung genutzt wird, und rund ein Drittel des globalen CH₄ ausmacht (Hmiel et al. 2020). Außerdem müsste die Produktionsalternative zu tierischen Produkten aus einer MFT beleuchtet werden. Eine verstärkte pflanzliche Produktion, die die tierischen Produkte ersetzen würde, ist heutzutage ebenfalls auf fossile Energie angewiesen und benötigt Ackerflächen, die langfristig Kohlenstoff freisetzen. Einzig Weidewirtschaft, auch im Vergleich zur Mahd von Grünland, benötigen theoretisch in der Vegetationsperiode keine externe Energie. Die Minimierung des fossilen Energieeinsatzes, besonders für die Winterfutterproduktion, sollte jedoch durch effizientere Technik vorangetrieben werden.

Eine an die Umwelt angepasste Weidehaltung kann nicht nur das Grünland mit vielfältigen Ökosystemfunktionen erhalten, sondern auch zu einer negativen CO₂_{eq}-Bilanz führen, da Grünland als Kohlenstoffspeicher fungieren kann (Wang et al. 2015; Liebig et al. 2010; National

Trust 2012; Stanley et al. 2018). Über Jahrzehnte können solche Systeme, bis ein neues Gleichgewicht erreicht wird, mehr Kohlenstoff binden, als sie emittieren, auch weil der Boden durch ganzjährige Vegetationsbedeckung besser vor Erosion geschützt ist (Teague et al. 2016; Machmuller et al. 2015). Weitere Verbesserungen sind durch Silvopastoralsysteme möglich, die zusätzlich Bäume integrieren (Gaitán et al. 2016).

Die Kritik an der Weidehaltung bezüglich hoher Flächennutzung übersieht, dass viele Weideflächen nicht für die direkte menschliche Ernährung nutzbar sind. Das entscheidende Kriterium sollte der Anteil an Ackerflächen sein, der für die tierische Produktion verwendet wird. Theoretisch könnte eine höhere Flächenproduktivität mehr unberührten Naturraum schaffen und durch eine größere Distanz zu Wildtieren das Zoonoserisiko reduzieren (Hayek 2022). Die Realität zeigt jedoch oft einen Rebound-Effekt mit steigenden Produktionsmengen und Flächenausweitung. Um mögliche Vorteile der Effizienzsteigerung für den Naturraum zu nutzen, müsste – wie in der MFT existent – eine Produktionsbegrenzung eingeführt und die landwirtschaftlichen Flächen in ausgewählte, natürliche Ökosysteme transformiert werden.

Effizienz und Nachhaltigkeitsstrategien

Die moderne Landwirtschaft wird oft als effizient bezeichnet, weil sie Ressourcen pro Einheit optimal nutzt. Diese eindimensionale Sichtweise vernachlässigt jedoch den Gesamtressourceneinsatz und Suffizienz Aspekte. Extensive Systeme wie die Weidehaltung zeigen die höchste Umwandlungsrate von für Menschen nutzbaren pflanzlichen in tierische Proteine und decken mehr Funktionen ab, was im Gegensatz zu Intensivsystemen zu einer positiven Gesamtproteinbilanz führt (Mottet et al. 2017).

Um die Nachhaltigkeit zu verbessern, ist eine Kombination verschiedener Strategien nötig. Die bisherige Effizienzstrategie, die seit 1928 zu einer Verdreifachung der Erntemengen geführt hat (Statistisches Reichsamt 1930; Destatis o. J.), löst nicht alle menschlichen Probleme und kann durch den Rebound-Effekt sogar

kontraproduktiv sein. Ohne natürliche oder selbstgesetzte wissenschaftlich fundierte Grenzen könnte eine reine Effizienzsteigerung die planetaren Grenzen schneller überschreiten als ein weniger effizientes System. Die Grenzen sind somit zum Schutz der Menschheit und der langfristigen Nutzung von begrenzten natürlichen Gütern notwendig.

In der Nutztierhaltung muss daher die züchterische Kraftfutter-Effizienz von Hochleistungsrassen, die nur zu einer relativen Reduktion von Ackerfuttermitteln führt, und mögliche Energieeinsparungen durch Digitalisierung und Technisierung durch einen gedeckelten Konsum begrenzt werden. Die MFT setzt dies um, indem sie den ernährungsphysiologischen Bedarf als erste Grenze (Suffizienzstrategie) und das nachhaltige Produktionspotential als zweite Grenze nutzt. Die Konsistenzstrategie wird durch die richtige Verwertungsreihenfolge (menschliche Ernährung, Futtermittel, energetische Nutzung) umgesetzt. Das Effizienzargument wäre somit nur unter Einhaltung der beiden Grenzen valide.

Ernährungsaspekte und globale Perspektive

Die Diskussion um tierische Produkte – und besonders um notwendige tierische Proteine – vernachlässigt oft den Mangel an anderen wichtigen Lebensmitteln. In Deutschland werden laut DGE-Empfehlungen zu wenig Gemüse, Hülsenfrüchte, Obst, Nüsse, Kartoffeln und Vollkornprodukte konsumiert (Breidenassel et al. 2022). Eine Ernährungsumstellung mit weniger tierischen Produkten könnte diesem Mangel entgegenwirken.

Auch wenn nicht von gesundheitlichen Schäden des einzelnen Produktes in der richtigen Menge ausgegangen werden kann, trägt ein System durch eine zu hohe Produktionsmenge zu einem Überkonsum bei. Dies wird in der MFT verhindert. Der Überkonsum verursacht weitere gesellschaftliche Probleme. Die Ernährungssicherheit ist zwar aktuell in Deutschland – auch durch Importe – nicht gefährdet, Praktiken im heimischen Ernährungssystem können jedoch, z.B. durch die Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen im Ausland (Destatis 2020), den Nahrungsmangel in anderen Nationen verstärken. Dies kann in politischen und gesellschaftlichen

Verwerfungen, Kriegen und Flüchtlingsströmen münden, die negative Auswirkungen auf Europa und Deutschland haben können.

Die Kosten dieser Externalitäten sind nur schwer zu ermitteln. Letztlich müssten sie in die Preise der Produkte einfließen, die keinen positiven Nettobeitrag zum Ernährungssystem leisten und für den Menschen essbare Produkte verbrauchen.

Global betrachtet wird der Fleischkonsum aufgrund von Bevölkerungswachstum und steigendem Wohlstand wahrscheinlich weiter zunehmen (OECD & FAO 2023). Diese Nachfrage sollte durch nachhaltigere Produktionsmethoden gedeckt werden. Länder und Regionen mit hoher Wasserverfügbarkeit und viel Grünland, wie Deutschland, Irland und Neuseeland, sind für eine nachhaltige Rinder- bzw. Wiederkäuerhaltung prädestiniert. Mögliche Folgen für das Klima und entsprechende Lösungen müssen langfristig und global betrachtet werden.

Die MFT bietet einen Ansatz, der diese verschiedenen Aspekte berücksichtigt und eine Balance zwischen Produktion, Umweltschutz und Ernährungssicherheit anstrebt. Sie erfordert jedoch ein Umdenken in Produktion und Konsum sowie angepasste politische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen.

Ökonomische Herausforderungen und internationaler Wettbewerb

In Deutschland würde die alleinige Anpassung von Umwelt- und Tierwohlstandards im europäischen Binnenmarkt die Wettbewerbsfähigkeit schwächen und Milliardenverluste verursachen (Schmitz 2019). Es würde zu regionalen Produktionsverlagerungen führen, die Nachhaltigkeitsprobleme verstärken dürften. Doch selbst EU-einheitliche Standards können in einem liberalisierten Agrarmarkt durch die Konkurrenz auf dem Weltmarkt zu Abwanderung von Produktionsstandorten aus der EU führen (Isermeyer & Schrader 2003). Die Kosten bei der Rindfleischproduktion sind in Europa bereits rund zwei- bis dreimal so hoch wie in Nord- und Süd-Amerika (Deblitz 2011).

Unabhängig vom System müssen die Rahmenbedingungen der Nutztierhaltung zu Preisen führen, die ein wirtschaftliches Überleben der Erzeuger zulassen. Kurzfristig sind extensive Systeme mit niedrigeren Leistungen und/oder höheren Kosten stärker betroffen. Spätestens bei einer Verknappung von fossilen Energien dürften die Fixkosten und variablen Kosten in Intensivsystemen durch höhere Preise für Baumaterialien, Maschinen, Dünger oder Futtermittel steigen.

Die Umsetzung der MFT erfordert daher nicht nur nationale, sondern auch internationale Anstrengungen zur Anpassung der rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Nur so kann ein System etabliert werden, das sowohl ökologisch nachhaltig als auch ökonomisch tragfähig ist und im globalen Wettbewerb bestehen kann.

Ethische Dimension

Die multifunktionale Nutztierhaltung (MFT) berücksichtigt neben ökologischen und ökonomischen Aspekten auch wichtige ethische Dimensionen. Diese ethischen Überlegungen sind fundamental für die Gestaltung eines nachhaltigen und gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltungssystems.

Rechtliche und ethische Grundlagen

Das Tierschutzgesetz definiert Tiere als geschützte Mitgeschöpfe, denen niemand ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen darf (§1 TierSchG). Es zeigt, dass das Leid von Tieren gesetzlich vermieden werden soll. Doch eine objektive Schwelle, wann von Leid und Schmerz zu sprechen ist, fehlt. Die fehlende Definition eines vernünftigen Grunds zeigt die normative Natur und den permissiven Charakter dieser Gesetze. Dies kann als „Platzhalter für das [...] Prüfverfahren des Moral- und Gerechtigkeitsempfindens der menschlichen Vernunft“ (Luy 2018) gesehen werden. Folglich könnte der Umgang mit den Tieren in der deutschen Gesellschaft als Spiegelbild der gesellschaftlichen Moral, Wertvorstellung und Vernunft gesehen werden. Die MFT strebt an, diese Lücke zu schließen, indem sie

das Wohlergehen der Tiere als integralen Bestandteil des Systems betrachtet.

Die Vagheit der Formulierung kann Einfallstor zweier Probleme sein: (1) Durch eine schwache Auslegung kann sie vermeidbares Tierleid und (2) durch die Subjektivität bei der Auslegung staatliche Willkür, beispielsweise durch Veterinärbehörden mit überzogenen Haltungsanforderungen, ermöglichen. Dies stellt ein potentielles Risiko für Tiere und Landwirte dar.

Grundlagen zur Maximierung des Tierwohls

Es dürften zwei Sichtweisen definiert werden, die als Rechtfertigung zur Maximierung des Tierwohls herangezogen werden können: (1) Ein Tier hat einen immanenten moralischen Wert und (2) das Tier ist zu schützen, um negative Folgen für den Menschen und die Gesellschaft zu vermeiden. Mögliche negative Folgen für Mensch und Gesellschaft wie Antibiotikaresistenzen oder Zoonosen wurden in den Nachhaltigkeitskriterien tiefergehend beleuchtet. Die Vernunft würde zur Sicherung der menschlichen Existenz eine Minimierung dieser negativen Effekte anstreben. Der moralische Wert der Tiere ist schwieriger zu bewerten.

Moralischer Wert von Tieren

Es gibt keine moralischen Gründe, die die Gesamtheit der Tiere unter die der Menschen stellen, die willkür- und religionsfrei sind. Die Artgrenze ist moralisch irrelevant festgelegt und kann unter dem Begriff *Speziesismus* beschrieben werden (vgl. Luy 2018). Dies zeigt sich daran, dass einzelne Kriterien wie die Intelligenz, die zu einer kognitiven Überlegenheit der menschlichen Spezies als Ganzes gegenüber anderen Tierarten führt, einzelne Individuen der menschlichen Spezies unter ausgewählte Individuen anderer Tierarten fallen lassen kann. Dies betrifft z.B. Menschen innerhalb der frühkindlichen Entwicklung und mit geistigen Einschränkungen, deren Gehirnentwicklung nicht abgeschlossen oder beeinträchtigt ist. Das moderne Moralverständnis verbietet es, diese Menschen als minderwertig zu bezeichnen oder ihnen einen intrinsischen Wert bzw. moralischen Status abzusprechen. Eine konsequente und konsistente

Auslegung würde einem Tier somit auch einen moralischen Wert zu schreiben.

Verhältnismäßigkeitsprüfung

Unter der Annahme, dass ein Tier einen moralischen Wert hat, dürfte die Existenz dieses Wesens nur durch die Gefährdung der eigenen Existenz überlagert werden. In der MFT wird die Nutzung von Tieren unter diesem Aspekt der Verhältnismäßigkeit betrachtet. Als legitime Gründe gelten primär die notwendige ernährungsphysiologische Bedarfsdeckung des Menschen, die durch eine pflanzliche Ernährung erfüllt sein kann (Melina et al. 2016), und die Steigerung der Gesamteffizienz des Nahrungssystems bei knappen Ressourcen. Die MFT zielt anders als das konventionelle System darauf ab, diese Effizienz zu maximieren, ohne das Tierwohl zu kompromittieren. Die MFT zeigt sich folglich durch seine Effizienz, Reduktion von negativen Effekten und höheren Wertzuschreibung fürs Tier als ethisch vorteilhafter. Der Weg des geringsten Übels könnte somit neben einer Reduktion oder Vermeidung von tierischen Produkten auch die Maximierung des Tierwohls durch verbesserte Haltungssysteme, Management und Schlachtprozesse bedeuten.

Kritik an bestehenden Bewertungsansätzen

Die international anerkannten Fünf Freiheiten können die rechtliche und ethische Lücke nicht schließen. Eine vollständige Vermeidung von negativen Reizen, inklusive Schmerz und Unwohlsein, würde den Tieren einen Teil ihres natürlichen Verhaltens rauben und eine ununterbrochene Überwachung sowie verstärkte Medikation notwendig machen. Die MFT berücksichtigt, dass negative Reize zu genetisch verankerten

„Je mehr Möglichkeiten ein Haltungsverfahren den Tieren zur Ausübung ihres Normalverhaltens bietet und je besser ihr biologischer Bedarf erfüllt wird, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Wohlbefinden der Tiere beeinträchtigt ist.“

(Brade & Flachowsky 2007)

Verhaltensmechanismen gehören können und Tierwohl auch positive Erfahrungen benötigt (vgl. Mellor 2016).

Wirtschaftliche Aspekte und ethische Implikationen

Der wirtschaftliche Nutzen als alleiniges Kriterium wurde vom Bundesverwaltungsgericht bereits eingeschränkt, wie das Verbot des Kükentötens zeigt (BVerwG 2019). Analog dürften beispielsweise vermeidbare Schmerzen durch die Nutzung von Hochleistungsmilchrassen (vgl. Bauer et al. 2021) ebenfalls keinen vernünftigen Grund darstellen.

Inkonsequenterweise sind andere vermeidbare Schmerzen nach TierSchG aus wirtschaftlichen Gründen gestattet wie zahlreiche Eingriffe von Kastration, Enthornung und Schwanzkürzung zeigen, obwohl diese Maßnahmen abweichend von §5 Abs. 2 TierSchG vergleichbare Eingriffe beim Menschen nicht ohne Betäubung erfolgen würden und es schmerzfreie(re) Alternativen gibt. Dies schließt Haltungssystem, Zucht und den Tötungsprozess ein, deren Grundlage die Ökonomie und nicht die Vernunft ist. Auch der Import von Produkten mit niedrigeren Tierwohlstandards ist weiterhin in Deutschland erlaubt.

Auch dürfte nach Logik des Utilitarismus kein vernünftiger Grund vorliegen, wenn die Tötung – und in diesem Zusammenhang einhergehende Züchtung und Haltung – eines Tieres für die Gesellschaft größere Schäden verursacht als der Nutzen, der aus den tierischen Produkten resultiert, z.B. durch ein erhöhtes Zoonoserisiko, Antibiotikaresistenzen und Fehlernährung. Es stellt auch eine inkonsistente Auslegung des Utilitarismus dar, da die Überhöhung der Interessen der gesellschaftlichen Mehrheit im menschlichen Kontext die Grundlage für die Diskriminierung von Minderheiten ermöglichen würde. Gleichzeitig wird der Grundsatz im menschlichen Kontext verletzt, wenn die Mehrheit der Weltbevölkerung unter den aktuellen Ernährungsmustern leidet und die Ernährungsunsicherheit durch einen zu hohen Konsum tierischer Produkte vergrößert wird – der globale Süden erleidet einen Mangel, der globale Norden einen Überschuss, der gesundheitliche Probleme verursacht (Sun et al. 2021).

Die Minimierung von Leid, die eine tragende gesellschaftliche Maxime ist, müsste aus Gründen der Konsistenz und Unbefangenheit beim Fehlen moralisch relevanter Unterscheidungen auf alle Lebewesen ausgeweitet werden (Kemmerer 2006). Im Tierschutzgesetz fehlt auch die Verankerung, dass einem Nutztier eine positive Gegenleistung für die in Anspruch genommenen Leistungen geboten wird, statt nur Leid und Schmerz zu vermeiden. Nur dann würde das inerte Moral- und Gerechtigkeitsempfinden des Menschen nicht verletzt (vgl. van Gall & Luy 2019; Luy 2018).

Die Doppelrolle des Menschen als Nutzer und Schützer der Tiere ist unüberwindbar. Die MFT strebt eine Balance zwischen menschlichen Bedürfnissen und tierischem Wohlergehen an, unter Berücksichtigung langfristiger ökologischer und gesellschaftlicher Folgen. Die ethischen Überlegungen in der MFT gehen über die bloße Einhaltung gesetzlicher Vorgaben hinaus. Sie zielen auf ein System ab, das die moralischen Werte der Gesellschaft widerspiegelt und gleichzeitig praktikabel und effizient ist. Durch die Integration ethischer Prinzipien in alle Aspekte der Tierhaltung strebt die MFT eine nachhaltige und gesellschaftlich akzeptierte Form der Nutztierhaltung an.

Praktische Umsetzung und Tierwohl-Monitoring

Tierwohlindikatoren und Bewertung

Neben dem Zugang zur Weide zur Ausübung der natürlichen und sozialen Verhaltensweisen, die dem emotionalen Zustand zuträglich sind, erscheint eine Reduktion auf wenige ausgewählte Tierwohl- und Krankheitsindikatoren, die einen guten Überblick über tierwohlrelevante Probleme geben, möglich. Dazu zählen die Mortalitäts-, Fruchtbarkeitsrate bzw. Abkalbequote, Nutzungsdauer, Euter-, Klauengesundheit sowie rasse- und standortbezogene Leistungsparameter wie Milchleistung und beim Mastvieh die Tageszunahmen. Tierbezogene Indikatoren sind management- oder ressourcenbezogenen Indikatoren vorzuziehen (Brinkmann et al. 2020), auch um möglichen spezifischen Rasse-, Zucht-, Fütterungs- und Haltungsunterschieden gerecht zu werden,

da sie die tatsächlichen Auswirkungen auf das Wohlbefinden der Tiere widerspiegeln. Ziel ist die Schaffung eines Systems mit gesunden und widerstandsfähigen Tieren, nicht die bloße Erfüllung und Kontrolle theoretischer Richtwerte.

Entbürokratisierung zur Steigerung des Tierwohls

Die Forderung nach einer flächendeckenden stärkeren Überwachung, Dokumentation und tierärztlicher Betreuung kann besonders für kleine extensivere Betriebe ein kostentechnisches Problem darstellen. Die erhöhten Personal- und Tierarztkosten pro Rind können im aktuellen Preis- und Marktsystem durch die niedrigeren Produktionsmengen im Vergleich zur Intensivhaltung schlechter ausgeglichen werden. Ein System mit nachweislich gesünderen Tieren sollte von zusätzlichem bürokratischen Aufwand befreit werden. Dies könnte durch eine vernetzte Datenbank von landwirtschaftlichen Betrieben, Schlachtunternehmen, Abdeckern und Molkereien realisiert werden. Einfache Behandlungen definierter Krankheitsbilder durch erfahrene Tierbetreuer sollten ohne zusätzliche veterinärmedizinische Kontrolle möglich sein, solange die objektiv überprüfbaren Gesundheitswerte im Betrieb unauffällig bleiben.

Die Entbürokratisierung sollte im Sinne des Tierwohls auch einen vereinfachten, kostengünstigeren Ablauf des Weideschusses einschließen. Die Notwendigkeit der Lebendbeschau durch einen amtlichen Veterinär sollte überprüft werden, da mögliche tierwohlrelevante Probleme auch bei der Schlachtkörperbeschau dokumentiert werden könnten. Der Weideschuss ist zwar aus tierindividueller Sicht zu präferieren, weitere Untersuchungen müssten die breite Anwendung der mobilen Schlachtung im Hinblick auf Tierwohl, Lebensmittel- und Arbeitssicherheit, Abfallwirtschaft und öffentliche Gesundheit betrachten (Hultgren 2018).

Staatliche Maßnahmen und Alternativen

Die MFT könnte ein pragmatischerer Ansatz zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen sein als verschiedene staatliche Instrumente wie Stickstoffüberschussabgaben, Tierwohlabgaben oder

Mehrwertsteuererhöhungen für tierische Produkte (siehe Richter et al. 2023). Sie wäre unbürokratischer und würde die Ursachen statt nur die Symptome eines fehlerhaften Systems adressieren. Bei der Gestaltung von Maßnahmen muss berücksichtigt werden, dass extensive Betriebe nicht unverhältnismäßig belastet werden, da sie oft schon höhere Erzeugungskosten haben. Dies wäre beispielsweise bei einer Mehrwertsteuererhöhung für tierische Produkte oder CO_{2eq}-Bepreisungen durch höhere biogene Methanemissionen pro Produktionseinheit möglich.

Limitationen und zukünftige Forschung

Der ermittelte Nachhaltigkeitswert bietet eine relative Bewertung der untersuchten Systeme. Aufgrund der Verwendung einer Ordinalskala ist die Datenqualität begrenzt, was eine Interpretation der Differenzen zwischen den Systemen erschwert. Zukünftige Forschung sollte einen gemeinsamen Bewertungsstandard entwickeln und umfassendere Betriebsdaten erheben. Dies würde eine absolute Bewertung ermöglichen und die Unterschiede zwischen den Systemen anhand metrischer Daten quantifizierbar machen.

5 | FAZIT

Die multifunktionale Nutztierhaltung (MFT) stellt einen innovativen, ganzheitlichen Ansatz dar, um die drängenden Probleme der derzeitigen Nutztierhaltung in den Dimensionen Gesellschaft, Ökologie und Tierethik zu lösen. Sie verdeutlicht, wie eng das Wohlergehen von Mensch und Tier zusammenhängen und dass ein grundlegender Paradigmenwechsel in der Tierhaltung sowohl möglich als auch notwendig ist.

Der umfassende Bewertungsrahmen mit 46 Kriterien belegt, dass die MFT in fast allen Bereichen den konventionellen Haltungssystemen überlegen ist. Sie erreicht einen höheren Multifunktionalitätsgrad (62-67 %) im Vergleich zu aktuellen Haltungsformen von Milchkühen (22-37 %) und Mastvieh (21-28 %) und kombinierten Systemen (32-53 %), besonders in den Bereichen Tierwohl, Ökologie und Gesellschaft.

Die Potenzialanalyse für Deutschland zeigt, dass eine MFT den ernährungsphysiologisch empfohlenen Bedarf an Milch (220-965 g täglich) und den heutigen Konsum an Rindfleisch (147-235 g wöchentlich) decken könnte, trotz geringerer Gesamtproduktion als im aktuellen System. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, den Konsum tierischer Produkte auf ein bedarfsgerechtes Maß zu reduzieren. Das Futterpotential basiert auf Grünland, Nebenprodukten und notwendigen Fruchtfolgekulturen und verzichtet auf menschenessbare Futtermittel.

Ökologisch bietet die MFT erhebliche Vorteile durch effiziente Grünlandnutzung, Bodenschutz und Biodiversitätserhalt. Die Kohlenstoffbilanz kann durch angepasste Weidehaltung sogar negativ sein, was das Potenzial zur Einhaltung planetarer Grenzen unterstreicht. Die Kritik an der hohen Flächennutzung wird relativiert, da viele Weideflächen nicht für die direkte menschliche Ernährung nutzbar wären.

"Das Rind erscheint uns heute als das unentbehrlichste aller Haustiere. Es ist uns während seines Lebens wie nach seinem Tode nutzbar, indem es uns seinen Organismus leiht zur Verrichtung von Arbeit, uns in der Milch (und auch im Dünger) ein Erzeugnis dieses Organismus gewährt, und endlich nach seinem Tode uns gestattet, jeden Teil seines Körpers auszunutzen."

(Wilkins 1885 nach LfL 2006)

Die MFT entspricht dem Tierschutzgesetz und wird dem moralischen Status von Tieren als fühlende Wesen gerecht. Sie bietet einen Ansatz, der sowohl ethischen Ansprüchen als auch gesetzlichen Vorgaben besser gerecht wird als die heutigen Systeme.

Die ökonomischen Aspekte stellen jedoch eine zentrale Herausforderung dar. Niedrigere Produktionsmengen und notwendige Strukturanpassungen erfordern innovative Lösungen und möglicherweise politische Interventionen, um höhere Standards zu finanzieren und faire Bedingungen für Landwirte zu schaffen.

Das übergeordnete Ziel ist eine flächengebundene, kreislauforientierte und am Tierwohl ausgerichtete Nutztierhaltung, die die natürlichen Funktionspotenziale bestmöglich ausschöpft. Dazu wird ein Multifunktionalitätsgrad von über 60% und eine Orientierung am ernährungsphysiologischen Bedarf als Produktionsobergrenze empfohlen.

Zur langfristigen Sicherung der Nachhaltigkeit kombiniert die MFT Effizienz-, Konsistenz- und Suffizienzstrategien. Dies schließt auch Anpassungen im Konsumverhalten und der Marktstrukturen ein.

Die Studie leistet einen wichtigen Beitrag zur Debatte über die Zukunft der Nutztierhaltung, indem sie erstmals die Potenziale eines alternativen Systems quantifiziert und einen ganzheitlichen Bewertungsrahmen vorschlägt. Sie verdeutlicht die Notwendigkeit eines tiefgreifenden Systemwandels, der alle Akteure einbezieht und von einem breiten gesellschaftlichen Konsens getragen werden muss.

Weiterer Forschungsbedarf besteht in der praktischen Umsetzung, der Entwicklung von Transformationspfaden und der Untersuchung regionaler Gegebenheiten. Ein breiter gesellschaftlicher Diskurs ist nötig, um die Machbarkeit zu prüfen und konkrete Umsetzungsschritte zu entwickeln.

WEITERE INFORMATIONEN

Vollständige Arbeit mit technischem Anhang unter <https://orgprints.org/id/eprint/53237>.

LITERATUR

- Allen, Myles R., Shine, Keith P., Fuglestedt, Jan S., Millar, Richard J., Cain, Michelle, Frame, David J. et al. (2018): „A solution to the misrepresentations of CO₂-equivalent emissions of short-lived climate pollutants under ambitious mitigation" *npj Climate and Atmospheric Science*. (1)Nr. 1 (2018), 16. doi:10.1038/s41612-018-0026-8
- Battaglia Richi, Evelyne, Baumer, Beatrice, Conrad, Beatrice, Darioli, Roger, Schmid, Alexandra und Keller, Ulrich (2015): „Health Risks Associated with Meat Consumption: A Review of Epidemiological Studies" *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. (85)Nr. 1-2 (2015), 70-78. doi:10.1024/0300-9831/a000224
- Bauer, A, Martens, H und Thöne-Reineke, C (2021): „Tierschutzrelevante Zuchtprobleme beim Milchvieh – Interaktion zwischen dem Zuchtziel „Milchleistung" und dem vermehrten Auftreten von Produktionskrankheiten". *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 134, 1-9 (2021), 1-9. doi:10.2376/1439-0299-2021-5
- Beillouin, Damien, Corbeels, Marc, Demenois, Julien, Berre, David, Boyer, Annie, Fallot, Abigail et al. (2023): „A global meta-analysis of soil organic carbon in the Anthropocene" *Nature Communications*. (14)Nr. 1 (2023), 3700. Nature Publishing Group doi:10.1038/s41467-023-39338-z
- Bell 1997 nach Brade & Brade 2017a (keine vollständige Quellenangabe im Dokument vorhanden)
- Benton, Tim G, Bieg, Carling, Harwatt, Helen, Pudasaini, Roshan und Wellesley, Laura (2021): „Food system impacts on biodiversity loss" (2021). Verfügbar unter: https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-02/2021-02-03-food-system-biodiversity-loss-benton-et-al_0.pdf [07.04.2023].
- BFN (2014): „Grünland-Report | BFN" Verfügbar unter: <https://www.bfn.de/publikationen/bfn-report/gruenland-report> [27.10.2023].
- BLE (2023d): Versorgung mit Fleisch in Deutschland im Kalenderjahr 2010-2022 (Neuberechnung). Verfügbar unter: https://www.ble.de/DE/BZL/Daten-Berichte/Fleisch/fleisch_node.html [16.10.2023].
- BMEL (2019): „Nutztierstrategie - Zukunftsfähige Tierhaltung in Deutschland" (2019). Verfügbar unter: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschuren/Nutztierhaltungsstrategie.pdf?blob=publicationFile&v=11> [04.03.2023].
- Borrelli, Pasquale, Robinson, David A., Fleischer, Larissa R., Lugato, Emanuele, Ballabio, Cristiano, Alewell, Christine et al. (2017): „An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion" *Nature Communications*. (8)Nr. 1 (2017), 2013. doi:10.1038/s41467-017-02142-7
- Brade & Brade 2007 (keine vollständige Quellenangabe im Dokument vorhanden)
- Brade & Flachowsky 2007 (keine vollständige Quellenangabe im Dokument vorhanden)
- Breidenassel, Christina, Schäfer, Anne Carolin, Melanie, Micka, Richter, Margrit, Linseisen, Jakob und Watzl, Bernhard (2022): „The Planetary Health Diet in contrast to the food-based dietary guidelines of the German Nutrition Society (DGE)" *Ernährungs Umschau*. (69)Nr. 5 (2022), 56-72. doi:10.4455/eu.2022.012
- Brinkmann, Jan, Cimer, Kornel, March, Solveig, Ivemeyer, Silvia, Pelzer, Andreas, Schultheiß, Ute et al. (2020): „Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis - Rind" (2020). Verfügbar unter: https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/Tierwohl/Leitfaden2020_Milchkuehe.pdf [10.10.2023].
- BVerwG (2019): Urteil vom 13.06.2019 - BVerwG 3 C 28.16 - Untersuchung des Tötens männlicher Küken. Bundesverfassungsgericht Verfügbar unter: <https://www.bverwg.de/130619U3C28.16.0> [12.07.2023].
- DBV (2022): Faktencheck Teller, Trog & Tank. Verfügbar unter: https://www.bauernverband.de/fileadmin/user_upload/dbv/faktenchecks/Teller_Trog_Tank/Faktencheck_Teller_Trog_und_Tank_Final-komprimiert_neu.pdf [28.10.2023].
- Deblitz, Claus (2011): „A new dimension for the analysis of the beef sector" (2011). Verfügbar unter: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn054623.pdf [27.09.2023].
- Deblitz, Claus, Efken, Josef, Banse, Martin, Isermeyer, Folkhard, Rohlmann, Christa, Tergast, Hauke et al. (2021): „Politikfolgenabschätzung zu den Empfehlungen des Kompetenznetzwerks Nutztierhaltung" (2021). Verfügbar unter: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn063574.pdf [27.09.2023].
- DEHSt (2023): „Moorschutz ist Klimaschutz". Verfügbar unter: https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/factsheets/factsheet_Moore.pdf?blob=publicationFile&v=9 [20.09.2024].
- Destatis (2020): „Flächenbelegung" Statistisches Bundesamt. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft->

- [Umwelt/Umwelt/UGR/landwirtschaft-wald/Tabellen/flaechen-belegung.html](#) [05.04.2023].
- Destatis (2021a): „Stallhaltung, Weidehaltung - Landwirtschaftszählung - 2020" (2021). Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Produktionsmethoden/Publikationen/Downloads-Produktionsmethoden/stallhaltung-weidehaltung-tb-5411404209004.pdf? blob=publicationFile> [17.07.2023].
- Destatis (2021b): „Tierhaltung: Dominierende Haltungsformen gewinnen weiter an Bedeutung" Statistisches Bundesamt. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/08/PD21_N051_41.html [17.07.2023].
- Destatis (2022): „Dauergrünland nach Art der Nutzung im Zeitvergleich" Statistisches Bundesamt. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/zeitreihe-dauergruenland-nach-nutzung.html> [15.10.2023].
- Destatis (2023): Viehbestand. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Tiere-Tierische-Erzeugung/Publikationen/Downloads-Tiere-und-tierische-Erzeugung/viehbestand-2030410225324.pdf? blob=publicationFile> [17.07.2023].
- Destatis (o. J.): „Anbauflächen, Hektarerträge und Erntemengen ausgewählter Anbaukulturen im Zeitvergleich" Statistisches Bundesamt. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/liste-feldfruechte-zeitreihe.html> [28.10.2023].
- DLQ (2022): „DLQ-Richtlinie 2.1- Tierwohl in der Milchviehhaltung mit System" (2022). Verfügbar unter: <https://infothek.q-check.org/wp-content/uploads/2020/06/DLQ-Richtlinie2.1.pdf> [10.11.2023].
- ECDC, EFSA, und EMA (2021): Antimicrobial consumption and resistance in bacteria from humans and animals : third joint inter-agency report on integrated analysis of antimicrobial agent consumption and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from humans and food-producing animals in the EU/EEA : JIACRA III 2016–2018. LU: European Centre for Disease Prevention and Control, European Food Safety Authority und European Medicines Agency Verfügbar unter: <https://data.europa.eu/doi/10.2900/056892> [24.08.2023].
- EU (2016): Bekämpfung der Lebensmittelverschwendung : eine Chance für die EU, die Ressourceneffizienz der Lebensmittelversorgungskette zu verbessern. Sonderbericht Nr. 34, 2016. (Europäischer Rechnungshof). LU: Publications Office. Verfügbar unter: <https://data.europa.eu/doi/10.2865/342949> [28.10.2023].
- FAOSTAT (24.03.2023): „Crops and livestock products" Verfügbar unter: <https://www.fao.org/faostat/en/#data> [07.04.2023].
- Gaitán, Lucía, Läderach, Peter, Graefe, Sophie, Rao, Idupulapati und Van Der Hoek, Rein (2016): „Climate-Smart Livestock Systems: An Assessment of Carbon Stocks and GHG Emissions in Nicaragua". (P. Pardha-Saradhi, Hrsg.). PLOS ONE. (11)Nr. 12 (2016), e0167949. doi:10.1371/journal.pone.0167949
- Greiner, Alexander (2023): „Eine multifunktionale Nutztierhaltung als Zukunftskonzept – Kriterien zur Bewertung und Konzipierung einer nachhaltigen Nutztierhaltung mit Fokus Rind". Verfügbar unter: <https://orgprints.org/id/eprint/53237/> [27.06.2024].
- Hart, Richard H (2001): „Plant biodiversity on shortgrass steppe after 55 years of zero, light, moderate, or heavy cattle grazing" (2001). Verfügbar unter: <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/30180000/Hart/25.%20Hart%202001.pdf> [29.08.2023].
- Hayek, Matthew N. (2022): „The infectious disease trap of animal agriculture" Science Advances. (8)Nr. 44 (2022), eadd6681. doi:10.1126/sciadv.add6681
- Hmiel, Benjamin, Petrenko, V. V., Dyonisius, M. N., Buizert, C., Smith, A. M., Place, P. F. et al. (2020): „Preindustrial 14CH4 indicates greater anthropogenic fossil CH4 emissions" Nature. (578)Nr. 7795 (2020), 409–412. doi:10.1038/s41586-020-1991-8
- Howarth, Robert W. (2014): „A bridge to nowhere: methane emissions and the greenhouse gas footprint of natural gas" Energy Science & Engineering. (2)Nr. 2 (2014), 47–60. doi:10.1002/ese3.35
- Hultgren, J (2018): „Is livestock transport a necessary practice? Mobile slaughter and on-farm stunning and killing before transport to slaughter." CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. (13) (2018). doi:10.1079/PAVSNNR201813054
- Isermeyer, Folkhard und Schrader, Lars (2003): „Politik : wer bezahlt den Tierschutz?" (2003). Verfügbar unter: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/zi031995.pdf [13.07.2023].
- Jungmichel, Norbert, Nill, Moritz und Wick, Kordula (2020): „Von der Welt auf den Teller: Kurzstudie zur globalen Umweltinanspruchnahme unseres Lebensmittelkonsums" (2020).
- Kemmerer, Lisa (2006): In search of consistency: ethics and animals. Reihe: Human-animal studies. Leiden: Brill.
- Kranert, M., Hafner, G., Barabosz, J., Schuller, H., Leverenz, D. und Kölbig, A. (2012): Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland. Verfügbar unter: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ernaeh-rung/Lebensmittelverschwendung/Studie_Lebensmittelab-fa-elle_Langfassung.pdf? blob=publicationFile&v=3
- Kun, Róbert, Babai, Dániel, Csathó, András István, Vadász, Csaba, Kálmán, Nikolett, Máté, András et al. (2021): „Simplicity or complexity? Important aspects of high nature value grassland management in nature conservation". Biodiversity and Conservation. (30)Nr. 12 (2021), 3563–3583. doi:10.1007/s10531-021-02262-z
- LfL (2006): Aspekte zur Nachhaltigkeit in der tierischen Erzeugung. Verfügbar unter: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p_19789.pdf [02.03.2023].
- LfL (2021): „Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe und Ziegen". Verfügbar unter: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/gruber_tabelle_fuetterung_milchkuehe_zuchtrinder_schafe_ziegen_lfl-information.pdf [10.09.2023].
- LfL (2023): „Gruber Tabelle zur Fütterung in der Rindermast" Verfügbar unter: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/gruber_tabelle_rindermast-2023_lfl-information.pdf [10.09.2023].
- Liebig, M. A., Gross, J. R., Kronberg, S. L., Phillips, R. L. und Hanson, J. D. (2010): „Grazing management contributions to net global warming potential: a long-term evaluation in the Northern Great Plains" Journal of Environmental Quality. (39)Nr. 3 (2010), 799–809. doi:10.2134/jeq2009.0272
- Liu, Shule, Proudman, Joe und Mitloehner, Frank M. (2021): „Rethinking methane from animal agriculture" CAB International and Bioscience. (2)Nr. 1 (2021), 22. doi:10.1186/s43170-021-00041-y
- Liverani, Marco, Waage, Jeff, Barnett, Tony, Pfeiffer, Dirk U., Rushton, Jonathan, Rudge, James W. et al. (2013): „Understanding and Managing Zoonotic Risk in the New Livestock Industries" Environmental Health Perspectives. (121)Nr. 8 (2013), 873–877. doi:10.1289/ehp.1206001
- Luy, Jörg (2018): Der faire Deal Basis eines neuen Rechtsverständnisses im Tier-, Natur- und Umweltschutz. (1. Auflage.). Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
- Machmuller, Megan B., Kramer, Marc G., Cyle, Taylor K., Hill, Nick, Hancock, Dennis und Thompson, Aaron (2015): „Emerging land use practices rapidly increase soil organic matter". Nature Communications. (6)Nr. 1 (2015), 6995. doi:10.1038/ncomms7995
- Melina, Vesanto, Craig, Winston und Levin, Susan (2016): „Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets" Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. (116)Nr. 12 (2016), 1970–1980. doi:10.1016/j.jand.2016.09.025

- Mellor, David (2016): „Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the "Five Freedoms" towards "A Life Worth Living" Animals. (6)Nr. 3 (2016), 21. doi:10.3390/ani6030021
- Modernel, P, Astigarraga, L und Picasso, V (2013): „Global versus local environmental impacts of grazing and confined beef production systems" Environmental Research Letters. (8)Nr. 3 (2013), 035052. doi:10.1088/1748-9326/8/3/035052
- Mottet, Anne, de Haan, Cees, Falcucci, Alessandra, Tempio, Giuseppe, Opio, Carolyn und Gerber, Pierre (2017): „Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate" Global Food Security. (14) (2017), 1–8. doi:10.1016/j.gfs.2017.01.001
- Müller-Lindenlauf, Maria, Cornelius, Christine, Gärtner, Sven, Reinhardt, Guido, Rettenmaier, Nils und Schmidt, Tobias (2014): „Umweltbilanz von Milch und Milcherzeugnissen" ifeu. (2014). Verfügbar unter: <https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/IFEU-VDM-Milchbericht-2014.pdf> [21.10.2023].
- MVI (2023): „Geschäftsbericht 2022/23" Verfügbar unter: <https://milchindustrie.de/geschaeftsberichte/2022-2023/#98> [14.10.2023].
- National Trust (2012): What's your beef? Verfügbar unter: <http://kinnebrookfarm.com/wp-content/uploads/2014/01/whatsyour-beef.pdf> [05.09.2023].
- OECD (2001): „Multifunktionalität: Auf dem Weg zu einem analytischen Rahmen" Nr. Zusammenfassung (2001). Verfügbar unter: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264192171-sum-de.pdf?expires=1681376131&id=id&accname=gu-est&checksum=14626F9C1E984AF80A689515FC689809> [13.04.2023].
- OECD und Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023): OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032. Reihe: OECD-FAO Agricultural Outlook. doi:10.1787/08801ab7-en
- Putfarken, Dorothee, Dengler, Jürgen, Lehmann, Stephan und Härdtle, Werner (2008): „Site use of grazing cattle and sheep in a large-scale pasture landscape: A GPS/GIS assessment" Applied Animal Behaviour Science. (111)Nr. 1–2 (2008), 54–67. doi:10.1016/j.applanim.2007.05.012
- Reinhardt, Viktor und Reinhardt, Annie (1981): „Cohesive Relationships in a Cattle Herd (Bos Indicus)" Behaviour. (77)Nr. 3 (1981), 121–150. doi:10.1163/156853981X00194
- Richter, Dr Beate, Zerkawy, Florian, Giesen, Henning und Grahl, Vinzenz (2023): „Maßnahmen und Instrumente zur Förderung einer nachhaltigen Milcherzeugung" (2023). Verfügbar unter: https://foes.de/publikationen/2023_08_Greenpeace_Studie_Foerderung_nachhaltiger_Milcherzeugung.pdf [30.10.2023].
- Saaten Union (o. J.): „Qualitätsweizen – Wie mit niedrigen Proteinwerten umgehen?" www.saaten-union.de. Verfügbar unter: <https://www.saaten-union.de/> [14.10.2023].
- Schader, Christian, Muller, Adrian, Scialabba, Nadia El-Hage, Hecht, Judith, Isensee, Anne, Erb, Karl-Heinz et al. (2015): „Impacts of feeding less food-competing feedstuffs to livestock on global food system sustainability" Journal of The Royal Society Interface. (12)Nr. 113 (2015), 20150891. doi:10.1098/rsif.2015.0891
- Schäfer, Anne Carolin, Boeing, Heiner, Conrad, Johanna, Watzl, Bernhard (2024): „Wissenschaftliche Grundlagen der lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen für Deutschland". Verfügbar unter: https://www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/pdfs/pdf_2024/03_24/EU03_2024_M158_M166_Online.pdf [28.09.2023].
- Schmitz, P Michael (2019): „Globale Auswirkungen einer rein pflanzlichen Ernährung" (2019). Verfügbar unter: https://www.ngw-landesverband.de/templates/images/news/556_2.pdf [10.09.2023].
- SMUL (2008): Fruchtfolgegrundsätze im Ökologischen Landbau. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Verfügbar unter: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> [21.10.2023].
- Song, Mingyang, Fung, Teresa T., Hu, Frank B., Willett, Walter C., Longo, Valter D., Chan, Andrew T. et al. (2016): „Association of Animal and Plant Protein Intake With All-Cause and Cause-Specific Mortality" JAMA Internal Medicine. (176)Nr. 10 (2016), 1453. doi:10.1001/jamainternmed.2016.4182
- Stanley, Paige L., Rowntree, Jason E., Beede, David K., DeLonge, Marcia S. und Hamm, Michael W. (2018): „Impacts of soil carbon sequestration on life cycle greenhouse gas emissions in Midwestern USA beef finishing systems" Agricultural Systems. (162) (2018), 249–258. doi:10.1016/j.agry.2018.02.003
- Statistisches Reichsamt (1930): Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich. Verfügbar unter: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN514401303_1930 [23.10.2023].
- Steinfeld, Henning, Gerber, Pierre, Wassenaar, T. D., Castel, Vincent, Rosales M., Mauricio und Haan, Cees de (2006): Livestock's long shadow: environmental issues and options. Rome: FAO.
- Subak, Susan (1999): „Global environmental costs of beef production" Ecological Economics. (30)Nr. 1 (1999), 79–91. doi:10.1016/S0921-8009(98)00100-1
- Sun, Yangbo, Liu, Buyun, Snetselaar, Linda G., Wallace, Robert B., Shadyab, Aladdin H., Kroenke, Candyce H. et al. (2021): „Association of Major Dietary Protein Sources With All-Cause and Cause-Specific Mortality: Prospective Cohort Study" Journal of the American Heart Association. (10)Nr. 5 (2021), e015553. doi:10.1161/JAHA.119.015553
- Teague, W.R., Apfelbaum, Steven, Lal, Rattan, Kreuter, Urs, Rowntree, Jason, Davies, C. et al. (2016): „The role of ruminants in reducing agriculture's carbon footprint in North America" Journal of Soil and Water Conservation. (71) (2016), 156–164. doi:10.2489/jswc.71.2.156
- UBA (08.04.2022): „Veränderung der jahreszeitlichen Entwicklungsphasen bei Pflanzen" Umweltbundesamt. Umweltbundesamt. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/veraenderung-der-jahreszeitlichen> [12.09.2023].
- UN (2022): World Population Prospects 2022. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division Verfügbar unter: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/> [09.04.2023].
- US EPA (12.08.2015): „Food Recovery Hierarchy" US EPA. Verfügbar unter: <https://19january2021snapshot.epa.gov/sustainable-management-food/food-recovery-hierarchy> [28.10.2023].
- van Boeckel, Thomas P., Glennon, Emma E., Chen, Dora, Gilbert, Marius, Robinson, Timothy P., Grenfell, Bryan T et al. (2017): „Reducing antimicrobial use in food animals" Science. (357)Nr. 6358 (2017), 1350–1352. . American Association for the Advancement of Science doi:10.1126/science.aao1495
- van Gall, Philipp und Luy, Jörg (2019): Tierschutzkonform, aber unfair. Verfügbar unter: https://www.tierethik.net/data/2019-02/TE_2019_2_InterviewGallLuy.pdf [12.07.2023].
- van Zanten, Hannah H. E., Herrero, Mario, Van Hal, Ollie, Röö, Elin, Muller, Adrian, Garnett, Tara et al. (2018): „Defining a land boundary for sustainable livestock consumption" Global Change Biology. (24)Nr. 9 (2018), 4185–4194. doi:10.1111/gcb.14321
- Wang, Tong, Teague, W. Richard, Park, Seong C. und Bevers, Stan (2015): „GHG Mitigation Potential of Different Grazing Strategies in the United States Southern Great Plains" Sustainability. (7)Nr. 10 (2015), 13500–13521. . Multidisciplinary Digital Publishing Institute doi:10.3390/su71013500
- WBA (2015): Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Gutachten. Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft Verfügbar unter: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/GutachtenNutztierhaltung.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [03.03.2023].
- Wilkinson, J.M. (2011): „Re-defining efficiency of feed use by livestock" Animal. (5)Nr. 7 (2011), 1014–1022. doi:10.1017/S175173111100005X
- Wilkinson, J.M. und Lee, M.R.F. (2017): „Review: Use of human-edible animal feeds by ruminant livestock" Animal. (12)Nr. 8 (2017), 1735–1743. doi:10.1017/S175173111700218

ANHANG

Grünlandpotential	Minimalszenario	Maximalszenario
Fläche	4,73 Mio. ha	
Bewirtschaftungsintensität	Extensiv	50 % extensiv, 50 % intensiv
Schnittnutzung	2-3 Schnitte	3-4 Schnitte
Ertrag	55 dt TM/ha	82,71 dt TM/ha
Rohproteingehalt	13,75 % in TM	15,0 % in TM
UDP-Anteil	15 %	
Energiegehalt	5,9 MJ NEL/kg TM; 9,9 MJ ME/kg TM	6,2 MJ NEL/kg TM; 10,4 MJ ME/kg TM
Verluste (Ernte, Lager, Futter)	20 %	

Nebenstoffpotential (Pflanzliche Nebenprodukte und Reststoffe)

Einbezogene Reststoffe	– Ölkuchen, Mühlennebenprodukte, Kartoffelpresspülpe, Zuckerrübenschnitzel, Zuckerrübenmelasse, Birtreber, Malzkeime, Bierhefe
	– Menge durchschnittlicher Anfall in Deutschland zwischen 2017/18 - 2021/22
	– Energie- und Proteingehalte Werte aus Gruber Tabelle (Lfl 2023)

Fruchtfolgepotential (Fruchtfolgekulturen)

Fläche	11,66 Mio. ha	
Einbezogene Kulturen	50% Klee gras, 50% Luzerne	
Anbauumfang	1/5 der Ackerfläche (einjähriger Anbau in fünfgliedriger Fruchtfolge)	1/3 der Ackerfläche (zweijähriger Anbau in sechsgliedriger Fruchtfolge)
	82,7 dt TM/ha	
Rohproteingehalt	Klee gras: 20,8% in TM; Luzerne: 13,8% in TM	
Energiegehalt	Klee gras: 6,1 MJ NEL/kg TM; 10,2 MJ ME/kg TM Luzerne: 5,44 MJ NEL/kg TM; 9,31 MJ ME/kg TM	
Verluste (Ernte, Lager, Futter)	20 %	

Futterbedarf

Milchvieh	– Energiebedarf kalkuliert über Leistungs- und Erhaltungsbedarf
	– Annahmen: 4500 kg/Jahr mit 4,0 % Fett und 3,4 % Eiweiß, 600 kg Lebendgewicht
	– Bedarf: 3,3 MJ NEL/kg Milch Leistungsbedarf und 35,5 MJ NEL/d Erhaltungsbedarf an 305 Melktagen = 84 MJ NEL/d
	– Für Früh trockensteher und Vorbereiter 60 MJ NEL/Tag angesetzt
	– Durch Kraft- und Saftfutter (1,38-2,21 kg TM/Kuh/d bzw. 5,05-8,08 dt TM/Kuh/a) weitere 1000 kg Milch/Jahr
Kälber	– 800 g Zunahmen in Monat 2-5 mit 35 MJ ME und 410 g nXP
	– 80% Absetzerquote
	– 293 kg Vollmilch pro Kalb für 2 Monate
	– Ausmast aller Kälber
Mastvieh	– 19 Monate Mast nach Absetzen mit 5 Monaten (150 kg)
	– 400 kg mittleres Lebendgewicht, 800 g Tageszunahmen
	– Bedarf: 81,9 MJ ME und 942 g XP

Gesamtbedarf von Kälbern und Mastvieh halbiert für Jahresbedarf. Bestandsergänzung der Milchkühe darin enthalten.

Bedarf mit Daten von Lfl 2021 und Lfl 2023, Fläche nach Destatis 2022

Milchpotential

- Milchkuhzahl multipliziert mit Milchmenge pro Kuh
- Abzüglich 293 kg Milch/Kuh/Jahr für Kälber
- Abzüglich 1,25% Milchverluste entlang der Wertschöpfungskette bei Verarbeitung (0,5%) und Distribution bis zum Einzelhandel (0,75%)¹
- Zwischenkalbezeit von 365 Tagen als Idealwert
- Abkalberate von 90%
- 5% Totgeburten

Fleischpotential

- Halbe Mastviehzahl multipliziert mit Endgewicht von 600 kg, um Gewicht aller in einem Jahr geschlachteten Tiere zu erhalten
- Ausschachtung von 53% angenommen
- Abzug von 4% wegen möglicher Tierverluste
- 70% als verkaufsfähige Menge nach Abzug von Flüssigkeits- und Zerteilungsverlusten (Fleischabfällen)
- Weitere Abzüge von 5,7% wegen Verlusten durch Lagerung (0,7%) und Verarbeitung und Verpackung (5%)²
- Reststoffe nur zum Ausgleich möglicher Energie- und Proteindefizite eingesetzt und als Reserve gesehen.

Durchschnittlicher Konsum pro Kopf auf Grundlage des Zensus 2011 (Stichtag 30.06.2022) berechnet.

¹ Müller-Lindenlauf et al. 2014

² Kranert et al. 2012

Formeln

Milchviehbestand

$$X = \frac{Y}{K_1 + A * 2 * K_2}$$

X = Anzahl Milchvieh
Y = Verfügbare Energie/Protein
A = Absetzerquote (Abkalberate abzüglich Kälber-Verendungen und Totgeburten)
K₁ = Bedarfskoeffizient von Milchvieh
K₂ = Bedarfskoeffizient von Mastvieh, Kälbern und Bestandsergänzung

Der Mastviehbestand ist der doppelte Milchviehbestand multipliziert mit der Absetzerquote (inkl. Totgeburten).

Verkaufsfähige Milchmenge

$$VM = [X * M * AR - (K * X * AR * (1-T))] * (1 - V)$$

VM = Verkaufsfähige Milchmenge
X = Anzahl Milchvieh
M = Milchmenge pro Kuh und Jahr
AR = Abkalberate
K = Milchbedarf pro Kalb
T = Totgeburtenrate
V = Verluste entlang der Wertschöpfungskette

Verkaufsfähige Fleischmenge

$$VF = \frac{N * L * G}{2} * (1 - T) * W * (1 - V)$$

VF = Verkaufsfähige Fleischmenge
N = Anzahl Mastvieh
L = Lebendgewicht (Endgewicht)
G = Ausschachtungsgrad
T = Tierverluste
W = Anteil verkaufsfähiger Ware an Schlachtgewicht
V = Verluste entlang der Wertschöpfungskette