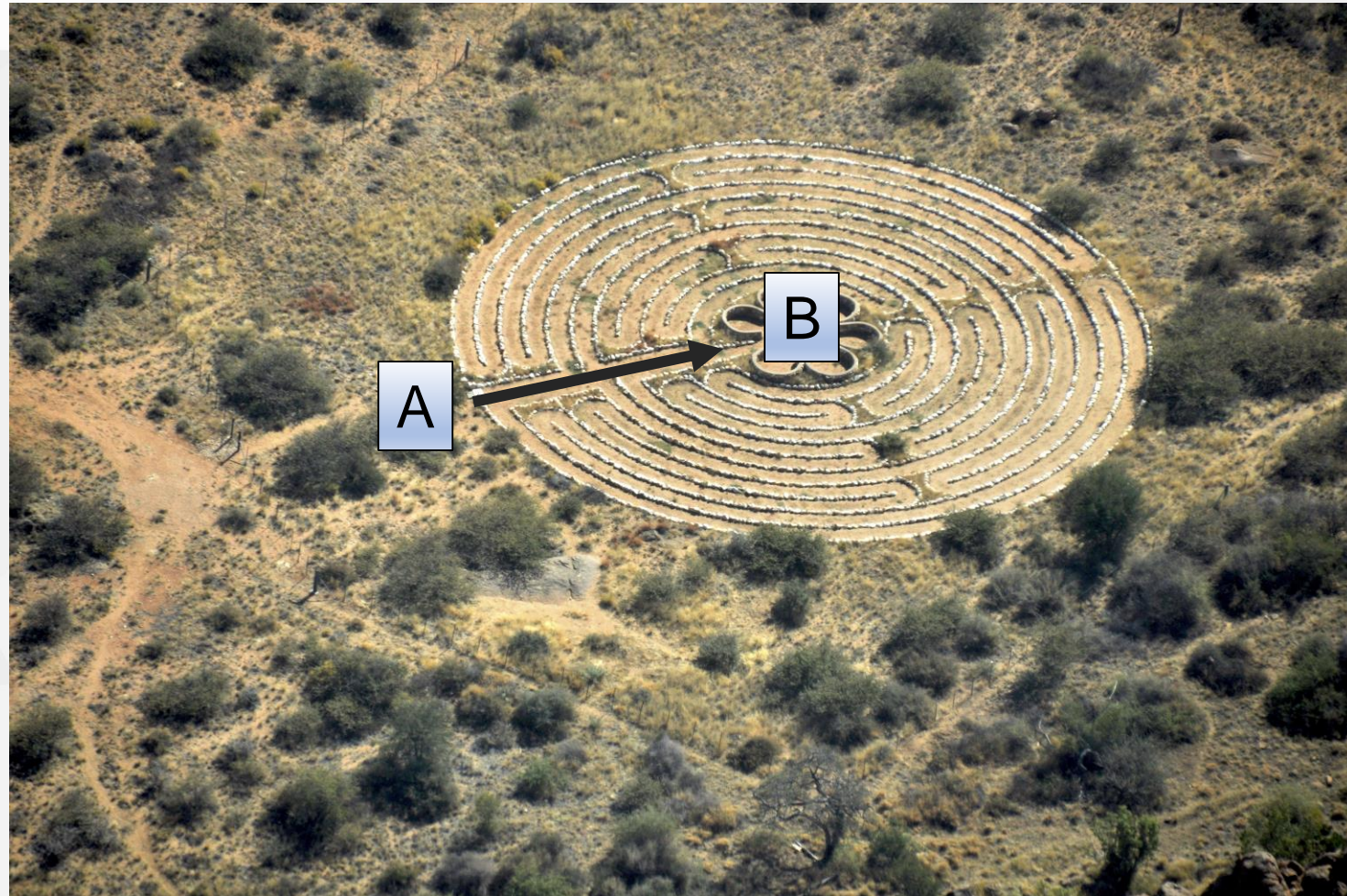


Fütterung – Wo liegen die echten Innovationen?

RE
Stephan Schneider

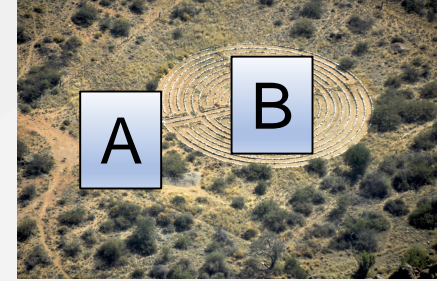


Was sind Innovationen?



[File:Labyrinth Weissenfels.jpg - Wikimedia Commons](#), Baumeler

„Precision feeding“



File:Labyrinth Weissenfels.jpg - Wikimedia Commons, Baumeler



Futterbewertung -
Liefervermögen der Nahrung



Bedarf der Nutztiere

Futtermittelanalytik am Beispiel Insekten in der Schweinefütterung



Quelle: LfL, 2021

ZEITSCHRIFT
für
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und
Pflanzenschutz

51. Jahrgang. Januar 1941 Heft 1.

Originalabhandlungen.

Die Verwertung von Maikäfern.

Von K. Eckstein † (Berlin) und W. Neu¹⁾ (Bonn).

Mit 3 Tabellen im Text.

Inhaltsübersicht.

	Seite
A. Einleitung	1
B. Voraussetzungen für die Verwertung	3
1. Tötung der Käfer	3
2. Trocknen und Aufbewahren	4
3. Chemische Analyse	7
C. Verwertung	8
1. Dünger, Kompost	8
2. Maikäfer als Futtermittel	10
a) Vogelfutter (Geflügel, Singvögel)	10
b) Schweinefutter	11
c) Fischfutter	12
Anhang: Maikäfer als Nahrung anderer Tierer und des Menschen	14
3. Technische Verarbeitung	15
D. Zusammenfassung	16
E. Folgerungen und Forderungen	17
F. Schrifttum	18

Tabelle 2. Analysen getrockneter Maikäfer.

	Stöckhardt 1856	Payen 1872	v. Wolff 1876	Pagnoul 1895	Slowtzooff 1903	Eckstein 1907	Neu
Wasser			13,5	3	7,61	9,12	8,65
Org. Trockensubstanz	100		86,5	97	92,39	90,88	91,35
Asche	4,21	4,67	6,7		6,04		6,42
Rohprotein			55,3	70,38	52,42	64,9	62,72
Fett	11,5		10,9	11,3	13,74	9,45	8,93
Stickstoff	9,57	12,07		11,06	14,6		10,04
Unverdaul. Chitin .			13,9		14,28		
Verdauliche, stickstoffhaltige Nährstoffe (Protein) .			38 ¹⁾			44,8	38,68
Verdaulich. Eiweiß .							27,45
Verdauliches Fett .			9,1			7,84	

Quelle: Eckstein und Neu (1941). Die Verwertung von Maikäfern

Innovation 1: Erfassung der Stoffmengen auf dem Betrieb



[File:Labyrinth Weissenfels.jpg - Wikimedia Commons](#), Baumeier

am Beispiel Grobfutter

Herausforderung: Erntemengen und Futtermengen an Grobfutter (Maissilage, Grassilage) werden in der Praxis nicht standardmäßig erfasst → keine Grundlage für Futterbau (Entzug) und Fütterung vorhanden

Ziel: Einführung von Messtechnik auf den Betrieben (mit Förderung?!)

Vorteil: Präzisierung des Futterbaus (Düngung) und der Fütterung (Liefervermögen des Futters), Grundlage für belastbare Treibhausgasbilanzierung

Herausforderung: Kosten und Verständnis für die Notwendigkeit in der Branche



Galaxy S20 FE

Foto: Klimamilchfarm Frese, 2025

Trockensubstanz/Wasser und Nährstoffe und am Beispiel Labmolke

0,5 g Lysin/kg

+ 40% Nährstoffe /
ökonomischer Wert

0,7 g Lysin/kg

Molke 1:
5% Trockensubstanz,
95% Wasser

Molke 2:
7% Trockensubstanz,
93% Wasser



Innovation 2 – On farm-Untersuchung der Inhaltsstoffe - Precision feeding



[File:Labyrinth Weissenfels.jpg - Wikimedia Commons](#), Baumeier

Nutzung von **Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)** bei

- (i) Co-Produkten bei Verladung oder Anlieferung auf dem landwirtschaftlichen Betrieb zur Bestimmung der **Trockensubstanz (TS)** und **Nährstoffgehalte**
- (ii) betriebseigenen Futtermitteln

Ziel: Bestimmung der wertbestimmenden Inhaltsstoffe (TS, N, Aminosäuren, Ca, **P**)

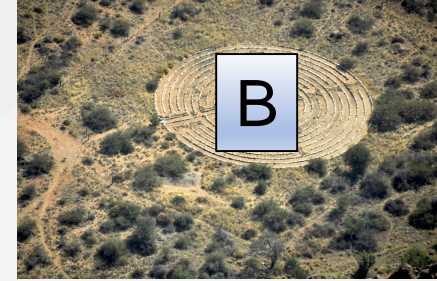
Herausforderung: Analytik im Labor zeitintensiv und aufwendig

Schnellanalyse: bisher NIRS mit relativ engem Messbereich, Korrelationen zu Datenbankwerten

Aufgabe: andere Technik/Wellenlängen nutzen (P), vernetzte Datenbank (Digitalisierung, KI)
– technische Innovationen notwendig

→ Taggenaue Anpassung der Fütterung an den Bedarf der Nutztiere





File:Labyrinth Weissenfels.jpg - Wikimedia Commons, Baumeler

Innovation 3: Bedarf der Nutztiere

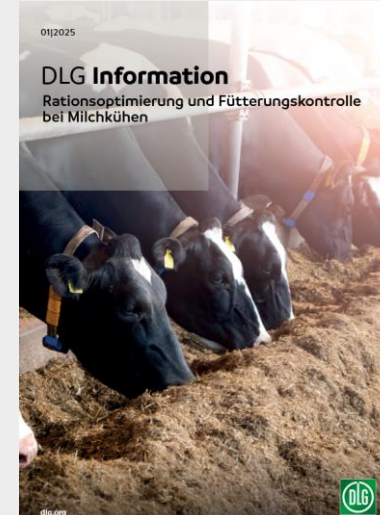
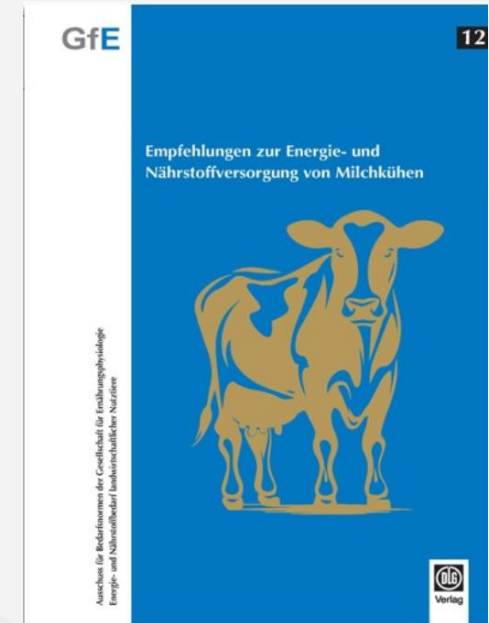
Ziel: Ressourcenschonende, umweltfreundliche und tierwohlfördernde Nutztierhaltung durch **aktuelle Versorgungsempfehlung für alle wichtigen landwirtschaftlichen Nutztiere**

Beispiel: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen, GfE 2023

Implementierung in der Praxis: DLG Arbeitskreis Futter und Fütterung

Verlauf der Bedarfsempfehlungen beim Schwein:

Rohprotein (CP) → Aminosäuren → dünndarmverdauliche Aminosäuren (18% → 14% CP):
Ammoniakemissionen fast halbiert, N-/P-Ausscheidungen stark reduziert



Herausforderung:
- „Aktuelle“ Versorgungsempfehlung
Schwein von 2006

Top-20-Forschungsbereiche im Schweinebereich, geordnet nach Gesamtpunktzahl der Umfrageteilnehmer

Table 2. Survey results—top 20 research areas as ranked by the total score of the survey responders

Rank	Discovery area	Score ¹	% ²
1	Amino acids—discovery, synthesis, requirements	673	87
2	Nutrient requirements—establishment, refinement	532	68
3	Vitamins—discovery, synthesis, requirements	381	67
4	Minerals—discovery, role, requirements	347	56
5	Antibiotics—discovery of growth enhancement	231	64
6	Nursery diets for early weaned pigs, whey, lactose, plasma	219	55
7	Nutrient bioavailability—P, trace elements	187	46
8	Ideal protein concept	180	46
9	Phytase	158	50
10	Soybean meal and the corn-soybean meal diet	137	38
11	Crystalline AA synthesis	136	38
12	Discovery and synthesis of vitamin B ₁₂	128	27
13	Metabolic modifiers—ractopamine	99	36
14	Ileal digestibility of AA	88	24
15	National Research Council requirements, development of models	81	18
16	Sow diets—gestation and lactation	80	27
17	Phase feeding and split-sex feeding	78	26
18	Selenium requirements, interrelationship with vitamin E	76	21
19	Copper sulfate and zinc oxide as growth stimulants	73	24
20	Development of energy systems	69	18

¹The first choice by a responder to the survey was given a 10, a second choice was given a 9, a third choice was given an 8, and so on.

²Percentage of the 66 responders to the survey who listed this discovery area in their top 10.

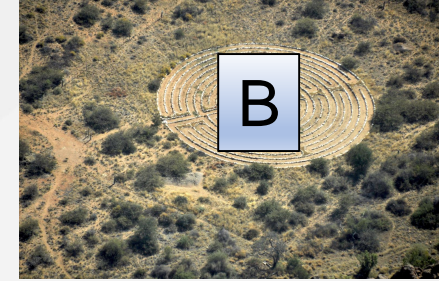
Wunsch 1: Differenzierte Betrachtung von Tierversuchen

Zur Ableitung von Versorgungsempfehlungen sind Versuche mit Nutztieren notwendig

Aktuell: In Deutschland zunehmende Erschwernis durch regulatorische Vorgaben → Blockierung von Forschung und Innovationen im Inland, Abwanderung der Spitzenforschung ins Ausland

Ziel: Differenzierte Betrachtung von „Tierversuchen“

Lob: Tönnies Forschung für Förderung von Projekt im Bereich Rindermast – Ganzkörperanalysen von Mastbullen zur Ableitung neuer Versorgungsempfehlungen



[File:Labyrinth Weissenfels.jpg - Wikimedia Commons](#), Baumeler

Mitteilungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE)

Stellungnahme zur Unerlässlichkeit von Tierversuchen und zur Eignung von Ersatzmethoden in der Tierernährungsforschung

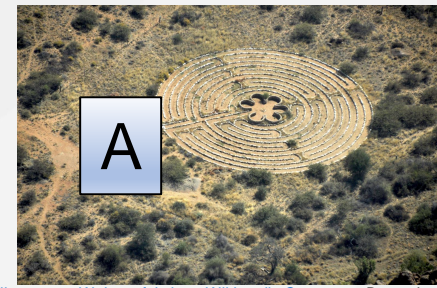
Quelle und zu zitieren als: GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2017): Stellungnahme zur Unerlässlichkeit von Tierversuchen und zur Eignung von Ersatzmethoden in der Tierernährungsforschung. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 26, 218-224.

Synopse

Unsere Gesellschaft hat hohe Erwartungen an die globale Ernährungssicherheit, die Futtermittel- und Lebensmittelsicherheit sowie den damit verbundenen Schutz der Nutztiere, der natürlichen Ressourcen und der Umwelt. Diesen Erwartungen gerecht zu werden setzt Forschungsaktivitäten der Tierernährung voraus. In der Tierernährungsforschung werden sowohl Tierversuche durchgeführt als auch Ersatzmethoden entwickelt und verwendet. Stehen geeignete Ersatzmethoden nicht zur Verfügung, sind Tierversuche unerlässlich. Planung und Durchführung von Tierversuchen folgen der Maxime, Belastungen der Versuchstiere auf ein möglichst geringes Maß zu beschränken.

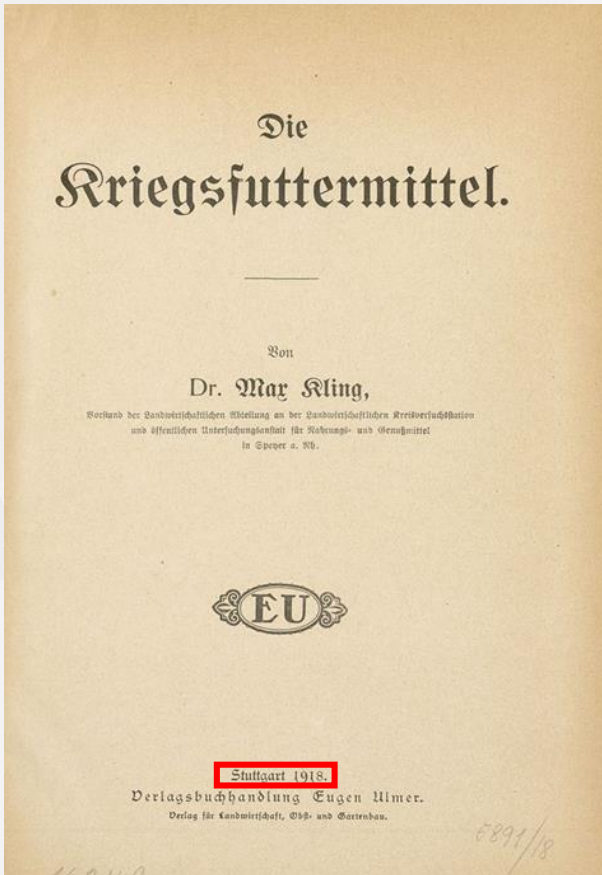
GfE, 2017

Innovation 4: Verborgene Potentiale nutzen/Synergien maximieren



File:Labyrinth Weissenfels.jpg - Wikimedia Commons, Baumeler

Co-Produkte-Einsatz keine Innovation – Innovation ist die optimierte Nutzung und der Einsatz bei der passenden Tierart



1.	Abchnitt: Grünfutter, Trockenfutter	12
2.	" Spreu, Schalen, Futtermittel aus Stroh und Holz	40
3.	" Wurzeln, Knollen, Zwiebeln	69
4.	" Samen und Früchte	79
5.	" Abfälle der Müllerei	112
6.	" Abfälle der Stärkefabrikation	126
7.	" Produkte der Zuckerfabrikation	129
8.	" Melassemischfuttermittel	130
9.	" Abfälle der Gärungsgewerbe (Brauerei, Brennerei, Obstweinebereitung etc.)	137
10.	" Abfälle der Ölindustrie	147
11.	" Tierische Produkte und Abfälle	165
12.	" Verschiedene Futtermittel	182
13.	" Milchfuttermittel	191
14.	" Futterzusätze und Viehpulver	202
	Alphabetisches Verzeichnis der besprochenen Futtermittel	206

Schwein als Allesfresser und Resteverwerter

Sammlung von „Schweineeimern“ in Erfurt (1974) und Ost-Berlin (1989)



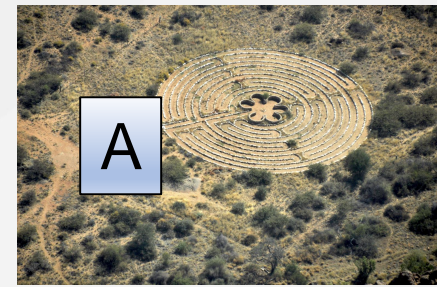
Nachhaltige Resteverwertung: Schweine füttern mit Nebenprodukten aus der Molkerei | Unser Land | BR

<https://www.br.de/br-fernsehen/sendungen/uns-er-land/lebensmittelreste-schweinefutter-27-februar-2026-unse-land-100.html>



Quelle: Stadtarchiv Erfurt

Innovation 4: Verborgene Potentiale nutzen/Synergien maximieren



[File:Labyrinth Weissenfels.jpg - Wikimedia Commons](#), Baumeier

am Beispiel von **Speiseresten**

Ziel: Wertschöpfung und Wertschätzung von Co-Produkten; zentraler Bestandteil von Nährstoffkreisläufen (P)

Herausforderung: Engpass zum Schließen von Nährstoffkreisläufen und für Innovationen ist häufig die rechtliche Regulatorik und das 100%-Sicherheitsdenken in der EU (EU-weites Verbot der Verfütterung von Speiseresten)

Lösung:

- Keine Nutzung von Schweineeimern im privaten Bereich!
- Professionelle Hygienisierung und Bearbeitung von Speiseresten in speziellen Unternehmen mit kontinuierlicher Analytik und Überwachung

Innovation 5: Verbesserung/Manipulation des Futterwertes



[File:Labyrinth Weissenfels.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Labyrinth_Weissenfels.jpg) - Wikimedia Commons, Baumeier

Ziel: Futtermenge pro kg Produkt senken – Inhaltstoffe maximal nutzen, Biomasse in Kaskaden nutzen und Verbesserung des Futterliefervermögens/Futterwertes durch

- (i) **Pflanzenzüchtung:** Lücken schließen (High-Lysin-Mais, Golden Rice), Futterwert erhöhen, antinutritive/toxische Substanzen reduzieren
- (ii) **Konservierung und Lagerung:** Erhalt des Futterwertes, Logistik, Lagerungs- und Fütterungstechnik, Verhinderung von Futterverlusten
- (iii) **Futtermittelzusatzstoffe:** Aminosäuren, Phytase, NSP-Spalter (Glucanasen, Xylanasen), Proteasen, Enzyme



https://de.wikipedia.org/wiki/Goldener_Reis#/media/Datei:Golden_Rice.jpg

Herausforderung:

- (i) Rechtliche Regulatorik
- (ii) Trocknung von flüssigen und feuchten Futtermittel, insbesondere mit fossilen Brennstoffen, nicht nachhaltig
- (iii) Produktion Futterzusatzstoffe v.a. in Asien/China – Abhängigkeit

Futterwirtschaft/Futtermittelkunde wichtige Disziplinen → Digitalisierung vorantreiben - Effizienz und Verlustreduktion ist Klimaschutz

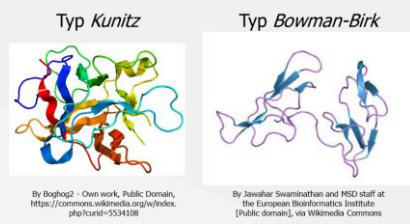
(i) Futterqualität maximieren durch züchterische Elimination von Toxinen

Sojabohne



Von Scott Bauer - US Department of Agriculture – Agricultural Research Service, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16974382>

Trypsininhibitor
stark anti-nutritiv



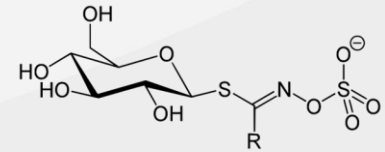
Elimination durch Erhitzung

Rapssaat



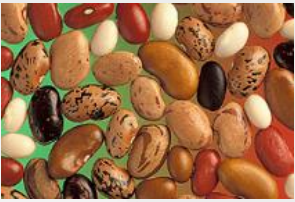
Von Frank Liebig - Archiv Frank Liebig, CC BY-SA 3.0 de, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=59039276>

Glucosinolate (Senfölglycoside)
giftig



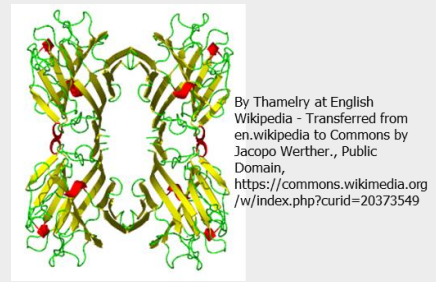
Elimination durch Züchtung

Gartenbohne



By Spedona - Cliché personnel, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3741664>

Phasin (Lektin)
stark giftig



Elimination durch Züchtung möglich

Erfolgsstory Raps

Raps war bis vor ca. 25 Jahren als Tierfutter weitgehend ungeeignet (zu hohe Gehalte an natürlichen Giftstoffen). Konsequente Pflanzenzüchtung hat diese Giftstoffe eliminiert (00-Raps). Nebenprodukte der Verarbeitung von Raps sind inzwischen zum weltweit zweitwichtigsten Eiweißfuttermittel aufgestiegen.

(iii) Futterzusatzstoffe – neue Kategorie seit 2022

→ STOFFE, DIE DIE UMWELT GÜNSTIG BEEINFLUSSEN

1

Funktionsgruppe 4c – Stoffe, die die Umwelt günstig beeinflussen

Kennnummer des Zusatzstoffs	Name des Zulassungsinhabers	Zusatzstoff <i>[englischer Name]</i>	Zusammensetzung, chemische Bezeichnung, Beschreibung, Analysemethode	Tierart oder Tierkategorie	Höchstalter	Mindestgehalt	Höchstgehalt	Sonstige Bestimmungen	Geltungsdauer der Zulassung (Rechtsgrundlage)
						mg Wirkstoff/kg Alleinfuttermittel mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 12 %			
Verringerung der enterischen Methanproduktion									
4c1	DSM Nutritional Products Ltd, in der Union vertreten durch DSM Nutritional Products Sp. z o.o.	3-Nitrooxypropanol <i>[3-nitrooxypropanol]</i>	Zusammensetzung des Zusatzstoffs Zubereitung mit mindestens 10 % 3-Nitrooxypropanol Partikel < 50 µm: unter 0,5 % Partikel < 10 µm: 0 % Körniges Pulver Charakterisierung des Wirkstoffs: 3-Nitrooxypropanol (Propan-1,3-diol-mononitrat) Chemische Formel: C ₃ H ₇ NO ₄ CAS-Nr.: 100502-66-7 Analysemethode³⁾: Zur Quantifizierung von 3-Nitrooxypropanol im Futtermittelzusatzstoff, in Vormischungen und Mischfuttermitteln: — Umkehrphasen-Hochleistungsflüssigkeitschromatografie mit spektrofotometrischer Detektion (HPLC-UV)	Milchkühe und Zuchtkühe	—	53	80	1. Der Zusatzstoff wird Futtermitteln als Vormischung beigegeben. 2. Für Verwender des Zusatzstoffs und der Vormischungen müssen Futtermittelunternehmer operative Verfahren und angemessene organisatorische Maßnahmen festlegen, um Risiken durch Einatmen und durch Haut- oder Augenkontakt zu vermeiden. Können diese Risiken durch solche Verfahren und Maßnahmen nicht auf ein vertretbares Maß reduziert werden, so sind Zusatzstoff und Vormischungen mit persönlicher Schutzausrüstung, einschließlich Augen-, Haut- und Atemschutz, zu verwenden.	28.04.2032 (DVO (EU) Nr. 2022/565) Kennzeichnungspflichtig *

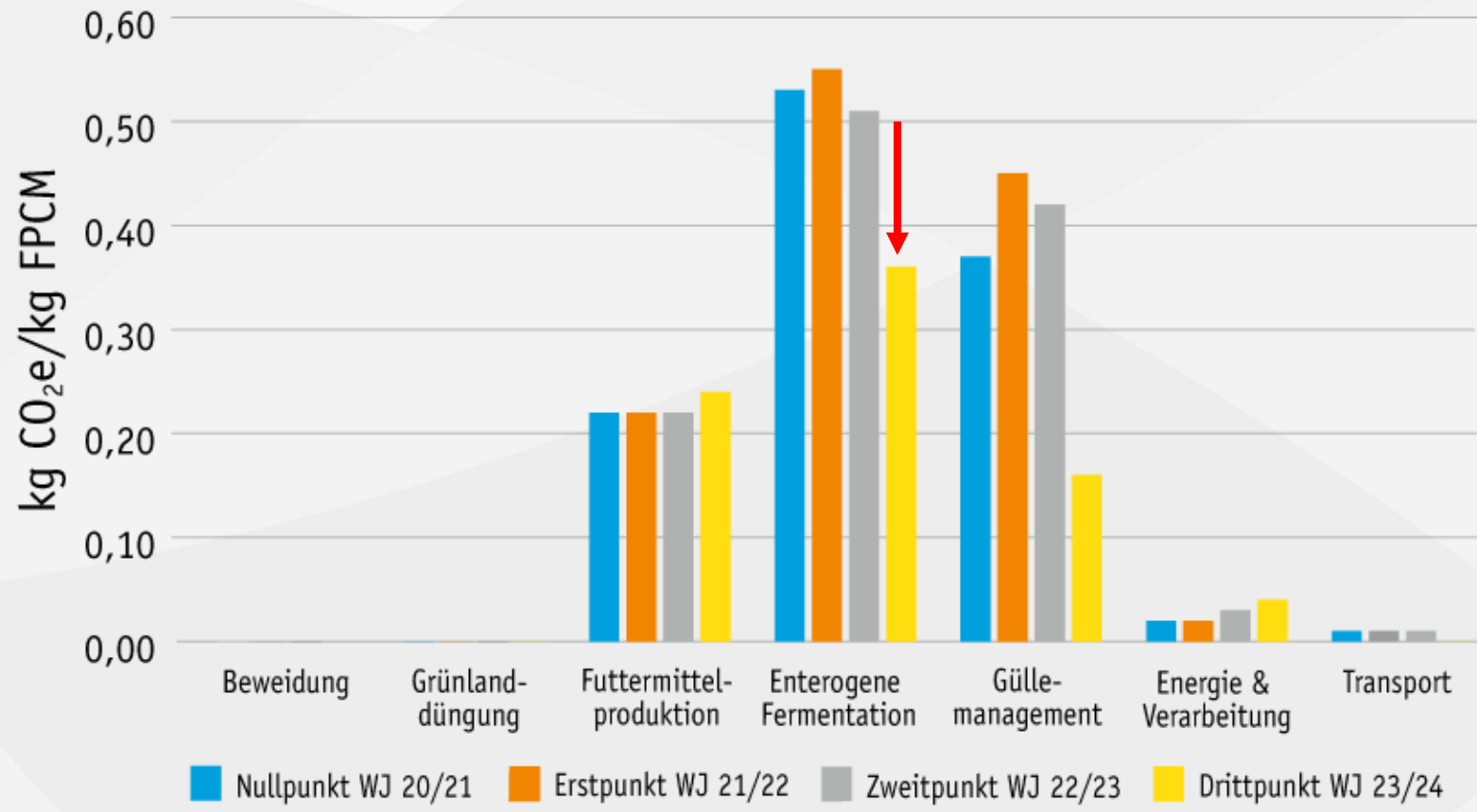
Aktuell ein Produkt in dieser Kategorie

Zugelassene Futterzusatzstoffe

Zusatzstoffe zugelassen nach Richtlinie 70/524/EWG und Übergangsregelung Verordnung EG 1831/2003	Zusatzstoffe zugelassen nach Verordnung EG 1831/2003
→ AMINOSÄUREN	→ AMINOSÄUREN, ODERN SALZE UND ANALOGE
→ ANTIKOAGULANTEN	→ ANTIKOAGULANTENMITTEL
→ AROMA- UND APPETITANREIZENDE STOFFE	→ AROMASTOFFE
→ ENDOMITTEL, FLIESSHELFSSTOFFE UND BEERHILFSTOFFE	→ ENDOMITTEL
→ EMULGATOREN, STABILISATOREN, VERDICHTUNGS- UND GELIERMITTEL	→ DIARHÄORAGSTABILISATOREN
→ ENZYME	→ EMULGATOREN
→ FÄRBEDE STOFFE, EINSCHLIESSLICH PIGMENTE	→ FÄRBEDE STOFFE, DIE BEI VERFÜHRERUNG AN TIERE LEBENSMITTELN TIERISCHEN URSPRUNGS PARBE GEBEN
→ KOKZIDIOSTATIKA UND HISTOMONOSTATIKA	→ FÄRBEDE STOFFE, DIE FUTTERMITTELN PARBE GEBEN
→ KONSERVIERENDE STOFFE	→ FÄRBEDE STOFFE, DIE ZIERFISCHEN UND -VÖGELN PARBE GEBEN
→ MIKROORGANISMEN	→ GELIERMITTEL
→ RADIOUKLINDENDEMITTEL	→ HÄRSTOFF UND SEINE DERIVATE
→ SÄUREREGULATOREN	→ KOKZIDIOSTATIKA, HISTOMONOSTATIKA
→ SILIKERZUSATZSTOFFE	→ KONSERVIERENDE STOFFE
→ SPURENELEMENTE	→ MYKOTOXINENDEMITTEL
→ VITAMINE, PROVITAMINE UND ÄHNLICH WIRKENDE STOFFE, DIE CHEMISCH EINDEUTIG BESCHRIEBEN SIND	→ RADIOUKLINDENDEMITTEL
	→ SÄUREREGULATOREN
	→ SILIKERZUSATZSTOFFE
	→ SONSTIGE TECHNOLOGISCHE ZUSATZSTOFFE
	→ SONSTIGE ZOOTECHNISCHE ZUSATZSTOFFE
	→ STABILISATOREN
	→ STOFFE, DIE DIE UMWELT GÜNSTIG BEEINFLUSSEN
	→ STOFFE ZUR VERBESSERUNG DER HYGIENISCHEN REINHEIT
	→ TRENNMITTEL
	→ VERBUNDUNGEN VON SPURENELEMENTEN
	→ VERDÄUMLICHKEITSPÖRADEREK
	→ VERDICHTUNGSMITTEL
	→ VITAMINE, PROVITAMINE UND CHEMISCH DEFINIERTE STOFFE MIT ÄHNLICHER WIRKUNG

Quelle: BVL, 2026

Verlauf der THG-Emissionen von Milch im Projekt Klimamilchfarm



Minderung im Projekt bisher 35%:
1,15 kg CO₂/kg Milch auf 0,75 kg CO₂/kg

(u.a. durch Silierhilfsmittel und Futterzusatzstoffe)

Quelle: Schneider, 2025

Alternative Futterquellen

- Neue Futtermittelressourcen sollten einen **hohen Nährwert** und einen **geringen Futteraufwand** aufweisen, aber auch in der Lage sein, **hochwertige und sichere tierische Erzeugnisse** zu liefern und dabei **Land und Wasser effizient zu nutzen**.

Poppi and McLennan, 2010

- Futtermittel auf **pflanzlicher und tierischer Basis** sind zum Beispiel

- Essbare Insekten
- Verarbeitetes tierisches Protein (PAP)
- Algen (Makro- und Mikroalgen)
- Produkte aus mikrobieller Fermentation
- Muscheln
- Wasserlinsen
- Blatteiweißkonzentrate
-

→ Futterkosten haben einen erheblichen Einfluss auf die Rentabilität der Schweinefleischproduktion. Die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Futtermittel ist grundlegend und muss immer berücksichtigt werden.

Wunsch 2: Innovationen zulassen und fördern

Proteinfuttermittel aus der Bioraffinerie



 UNIVERSITÄT
HOHENHEIM

Forschung Studium Universität Aktuelles Studierende Beschäftigte

Startseite > Aktuelles > Uni-News > Presse > Pressemitteilungen

Proteine aus Grünland-Schnitt: Erste Fütterungsversuche verlaufen erfolgreich [29.11.22]

Uni Hohenheim erschließt neue Proteinquelle: In einer On-Farm-Bioraffinerie entsteht Proteinfutter für Schweine und Geflügel und andere hochwertige Rohstoffe sowie Energie.

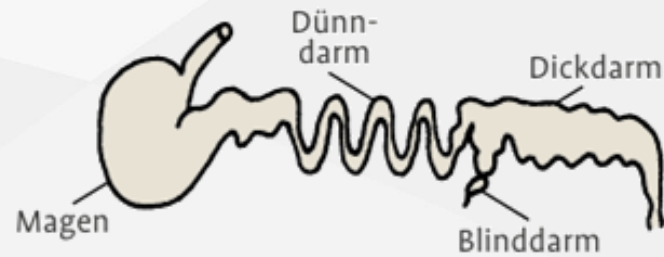
https://agrar.uni-hohenheim.de/detailansicht-extern?tx_ttnews%5Btt_news%5D=57092&cHash=7e391b5d43c927538bda8327de095a16

oder der mikrobiellen Fermentation oder ...

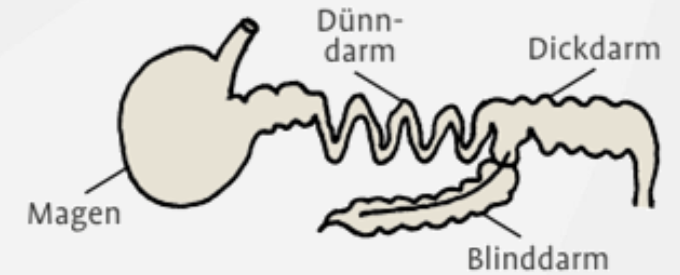


Verdauungstrakt verschiedener Tierarten

Typ I
Einfaches System:
 Mensch (omnivor)
Schwein (omnivor)
 Hund (carnivor)

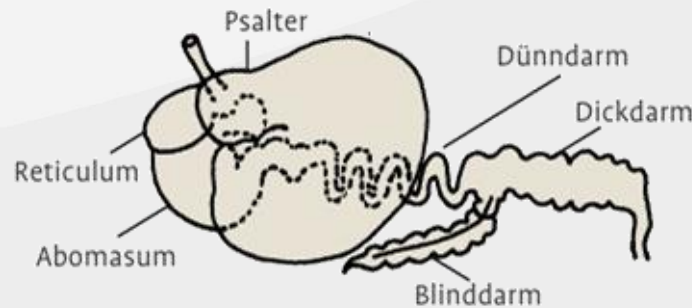


Typ II
Einfaches System mit funktionellem Caecum:
 Pferd (herbivor)
 Kaninchen(herbivor)
 Ratte (omnivor)

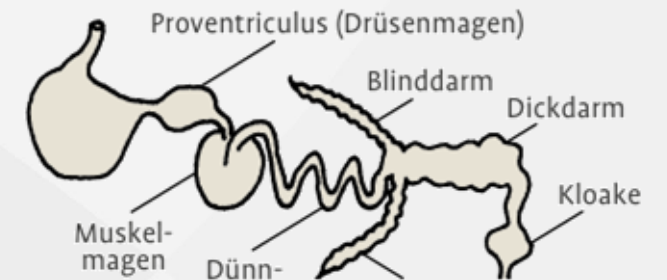


Schwein: sehr anpassungsfähig, Allesfresser

Typ III
Multiples System:
(Wiederkäuer)
Rind
 Schaf
 Ziege



Typ IV
Aviäres System:
(Geflügel)
Huhn
 Pute
 Ente



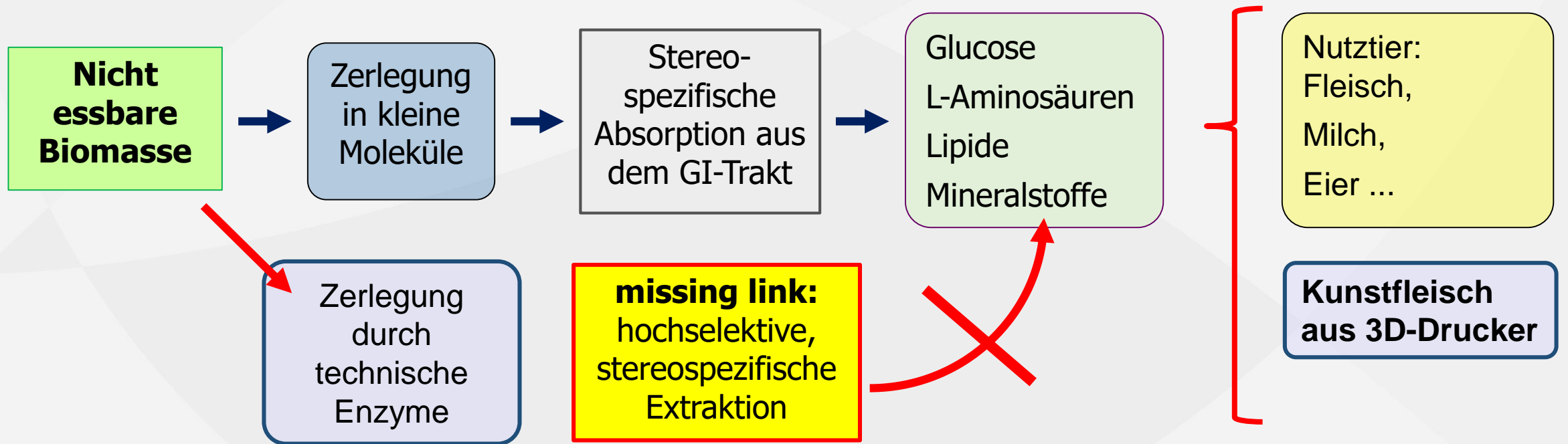
Rind: Faser-/Zelluloseverdauung über Pansenmikrobiom

Quelle: Jeroch et al., 2020, verändert

Ultimative Innovation: Nachbau der Verdauungstrakts

Herausforderungen

- selektiver und sensibler Absorption von wertvollen Inhaltsstoffen (beim Nutztier durch selektive Transporter durch die Darmwand)
- selektive Entsorgung der Abbauprodukte bei Stoffaufbau (beim Nutztier durch Niere und Leber)



Die Gewinnung hochreiner Nährstoffe aus nicht essbarer Biomasse schaffen bislang nur Nutztiere!

Fazit

- Regulatorische Vorgaben verhindern häufig Innovationen
- häufig in der Praxis kein Wissens-/Innovationsproblem – sondern ein **Umsetzungsproblem**
 - Lehre, Forschung, und Förderung sollten sich in diese Bereich stärker engagieren um die PS auf die Straße bringen
- Einzelne Disziplinen können Herausforderungen der Gegenwart nicht lösen: Inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit notwendig: Pflanzenzucht, Pflanzenbau, Tierhaltung, Futtermittelkunde, Tierernährung, Ökonomie, Landtechnik, ...
- Grundsatz: Es ist immer die gesamte aufgewachsene Biomasse zu betrachten!
- Wenn nur noch Veröffentlichungen in hochrangigen peer-reviewed Journals zählen, wird die Innovation in der Praxis dadurch nicht maximiert.