

Der Nahrungsmittel Konkurrenzfaktor - humen edible feed conversion efficiency (heFCE)

Dr. Wolfram Richardt und Tina Hake

In der Diskussion um Klimaveränderungen und Nahrungsmittelsicherheit fallen nicht selten solche Sätze wie „... die Kühe fressen unsere Nahrung weg und produzieren dazu auch noch Methan“. Die Tatsache ist, dass Wiederkäuer bei der Verdauung von Futtermitteln tatsächlich Methan produzieren und einen schlechteren CO₂-Fußabdruck als z. B. Geflügel und Schweine haben. Wiederkäuer haben einen deutlich höheren Futteraufwand je kg essbares Protein als Geflügel und Schweine. Dies ist in ihrem Verdauungssystem und den Verdauungsvorgängen begründet. Rinder, wie auch alle anderen Wiederkäuer, bauen über 70% der aufgenommenen und verdauten Nahrung in ihrem Vormagensystem ab und wieder neu auf. Dies ist ein aufwendiger Prozess der mit Energie- und Stoffverlusten verbunden ist. **Aber! Wiederkäuer ernähren sich hauptsächlich von nicht-essbaren (Roh)Protein und Energie, also von für Menschen nicht verwertbaren Futtermitteln.**

Im Laufe der Millionen Jahre andauernden Anpassung der Wiederkäuer an die Aufnahme von zellulosereichen Gräsern hat sich eine Symbiose mit einem Mikrobiom im Pansen und dem Wirtstier entwickelt. In den Vormägen der Wiederkäuer ist eine artenreiche Mikrofauna (Bakterien) angesiedelt, die mit ihrem Enzymsystem die Verwertung von Zellulose ermöglicht. Nur die Pansenbakterien des Wiederkäuers sind in der Lage, dieses Kohlenhydrat für die Erzeugung von Milch und Fleisch nutzbar zu machen. Je nach Leistung kann er dafür Futter nutzen, die von Menschen und monogastrischen Tierarten nicht verwertet werden können (absolutes Tierfutter).

Auf Grund der gestiegenen Leistung der Milchrinder kommen aber auch lebensmitteltaugliche Futtermittel (potentielle Nahrungsmittel) zum Einsatz (z. B. Getreide). Unter potentielle Nahrungsmittel versteht man die Futtermittel, welche direkt in der Lebensmittelkette als menschliche Nahrung verarbeitet werden können. Um das Ausmaß der verfütterten potentiellen Nahrungsmittel und die Auswirkung auf die Lebensmittelproduktion aus dem Reich des Mystischen zu holen, wurde schon vor 20 Jahren mit wissenschaftlichen Methoden ein Bewertungssystem entwickelt (Flachowsky G, 2002; Niemann H, Kuhla B, Flachowsky G, 2011; Wilkinson J M, 2011; Ertl P et al., 2015; Flachowsky G, Meyer U, Südekum K-H, 2017):

heFCE = humen edible feed conversion efficiency (Nahrungsmittel-Konvertierungseffizienz).

Es geht um die Frage: **Wieviel pflanzliche Lebensmittel werden für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischen Ursprungs aufgewendet?**

Die Frage kann dann erweitert werden: Wieviel Ackerland wird für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischen Ursprungs verwendet?

Die Berechnung erfolgt nach einer einfachen Formel: $heFCE = \frac{\text{kg Protein (aus Milch, Fleisch, Ei)}}{\text{kg Protein aus potentiellen Lebensmitteln}}$ (Ziel: Werte > 1).

Ein Wert über 1 bedeutet, dass mehr essbares Protein erzeugt als verfüttert wird und ist deshalb positiv. Ein Wert <1 bedeutet, dass mehr essbares Protein verfüttert als erzeugt wird, was negativ zu beurteilen ist.

Neben Protein wird i. d. R. auch die Energie bewertet. Grundsätzlich könnte man das System natürlich auch auf andere Inhaltstoffe ausweiten.

Grundsätze des Systems

- Bezug zur Brutto-Energie und zum Rohprotein (N-Aufwand)
- Dient nur der Darstellung des mengenmäßigen Aufwandes für ein Produkt (kg essbares Protein oder Bruttoenergie in MJ).
- Bei Berücksichtigung der biologischen Wertigkeit würde auch die Produktqualität berücksichtigt. Hier gibt es bereits spannende Ansätze wie den DIAAS (digestible indispensable amino acid score = Score für die verdaulichen unverzichtbaren/essentiellen Aminosäuren)
- Die Einstufung eines Futtermittels als potentielles Lebensmittel (z. B. Getreide, Sojabohne, Lupine) berücksichtigt nicht, ob die verfütterte Charge tatsächlich lebensmitteltauglich ist oder nicht.
- Anwendung für alle Tierarten und Produktionsformen.
- Bewertung von Teilabschnitten (Aufzucht, Mast, Laktation) aber auch von Lebenszyklen möglich.
- Bewertung eines ganzen Betriebes möglich.

Aktuell Keine Implementierung anderer Aspekte

- regionaler oder globaler Flächenverbrauch/Anbauökonomie,
- ist die Fläche für den Anbau von Lebensmittel geeignet/wird sie dafür benötigt (z. B. Getreideflächen wo sich der Anbau von Nahrungsgetreide qualitativ und quantitativ nicht lohnt)
- Vorgaben durch Fruchtfolgen u. a.
- regionaler Versorgungsgrad mit einem Lebensmittel (Selbstversorgungsgrad Fleisch, Milch, Eier, Getreide)

Im nachfolgenden Beispiel (Tab. 1 und 3) soll die Anwendung des Systems und die Berechnung des Faktors für die Effizienz der Konvertierung von potentiellen Lebensmitteln (heFCE) beispielhaft dargestellt werden.

Tab. 1: Berechnung der Menge an potentiellen Nahrungsmitteln einer Ration am Beispiel des Rohproteins

Futtermittel	Futteraufnahme je Tier und Tag	Rohprotein	Faktor	Rohprotein aus Nahrungsmitteln
Grassilage	12 kg TM	160 g/kg TM	0,0	0 g
Getreide	6 kg TM	130 g/kg TM	0,7	546 g
Summe:				546 g

TM: Trockenmasse, Faktor 0,7 = 70% des Rohproteins im Futtermittel haben Nahrungsmittelcharakter, Faktor 0,0 = Rohprotein hat keinen Wert als Nahrungsmittel

Grassilage: 6,4 MJ NEL/kg TM, 160 g/kg TM Rohprotein, Getreide: 8,4 MJ NEL/kg TM, 130 g/kg TM Rohprotein

Der Wert von 546 g ergibt sich aus der folgenden Rechnung: = 6 kg TM x 130 g/kg TM x 0,7. Die Faktoren, welche den Anteil an Nahrungsmitteltauglichkeit widerspiegeln, liegen in tabellierter Form vor (siehe Tab. 2). In Tabelle 2 sind ausgewählte Futtermittel bzw. Futtermittelgruppen mit ihrem Energiegehalt, Rohproteingehalt (CP) und den Nahrungsmittelfaktoren dargestellt.

Tab. 2: ausgewählte Futtermittel mit Gehalt an Rohprotein (CP), Bruttoenergie und den Nahrungsmittelfaktoren

Futtermittel	CP	BE (MJ)	Mittel P	Mittel E
Weizen	126	18,2	0,80	0,80
Mais	94	18,7	0,80	0,80
Erbse, Ackerbohne, Lupine	239	18,3	0,80	0,64
Sojabohne	396	23,6	0,92	0,64
Maissilage	88	19,0	0,29	0,29
Grassilage	160	18,2	0	0
Andere Futtermittel	0	0	0	0

CP: Rohprotein, BE: Bruttoenergie, Mittel P: mittlerer Nahrungsmittelfaktor für Protein, Mittel E: mittlerer Nahrungsmittelfaktor für Energie, 0,8 bedeutet, dass 80% der Energie bzw. des Proteins als Nahrungsmittel verwendet werden kann

Die Futtermittelliste mit den entsprechenden Faktoren wird ständig erweitert und wird in 2023 von der LKS-Landwirtschaftlichen Kommunikations- und Servicegesellschaft mbH für die breite Anwendung bereitgestellt.

Tab. 3: Berechnung der Effizienz der Konvertierung von potentiellen Lebensmitteln (heFCE) am Beispiel des Rohproteins

Futtermittel	Menge	Rohprotein	Faktor	heRohprotein
Grassilage	12 kg TM	160 g/kg TM	0,0	0 g
Getreide	6 kg TM	130 g/kg TM	0,7	546 g
Summe:				546 g
erzeugte Milchmenge	26 kg	3,4%	0,94	831 g
heFCE-Protein				1,52

TM: Trockenmasse, Faktor 0,7 = 70% des Rohproteins im Futtermittel haben Nahrungsmittelcharakter, Faktor 0,0 = Rohprotein hat keinen Wert als Nahrungsmittel, Faktor 0,94 = 94% der erzeugten Milch kommt als Nahrung an (6% Verluste im Landwirtschaftsbetrieb und in der Molkerei), heRohprotein: lebensmitteltaugliches Protein
 Grassilage: 6,4 MJ NEL/kg TM, 160 g/kg TM Rohprotein, Getreide: 8,4 MJ NEL/kg TM, 130 g/kg TM Rohprotein, 700 kg Lebendmasse, 3,4% Milcheiweiß, 4,0% Milchfett

Der Faktor für die Effizienz der Konvertierung (heFCE) von 1,52 ergibt sich aus der folgenden Rechnung: = 831 g Milchprotein/ 546 g nahrungsmitteltaugliches Protein aus der verfütterten Ration. Der in der Tabelle 3 berechnete Werte von 1,52 für die Konvertierungseffizienz von Lebensmitteln bedeutet, dass 52 % mehr essbares Eiweiß erzeugt als verfüttert wurde! Trotz Einsatz von Getreide in der Ration kommt es zu einem Zuwachs an essbarem Protein.

In Tabelle 4 sind die Spannweiten der Konvertierungseffizienz für verschiedene Lebensmittel tierischer Herkunft aufgeführt. Je nach Haltung und Fütterung kann es natürlich zu erheblichen Abweichungen kommen.

Wie deutlich zu sehen, ist die Erzeugung von essbarem Protein über die Tierarten Geflügel und Schwein in der Regel mit einer niedrigen Konvertierungseffizienz verbunden. Da die Werte häufig kleiner als 1 sind, heißt das, dass mehr Lebensmittel eingesetzt werden müssen als erzeugt werden. Geflügel (speziell Hühner) und Schweine sind eben direkte Nahrungsmittelkonkurrenten des Menschen und die Haltung und der Verzehr ein Zeichen des Wohlstandes. Ursprünglich wurden diese Tierarten gehalten um die noch lebensmitteltauglichen Abfälle (z. B. Küchenabfälle) welche der Mensch aus verschiedenen hygienischen, ästhetischen, technologischen, arbeitswirtschaftlich und anderen Gründen nicht mehr verwenden wollte zu verwerten um hochwertiges Protein (Eier, Fleisch) für die menschliche Ernährung zu erzeugen.

Es muss jedoch auch noch einmal betont werden, dass das Protein aus Eiern und Fleisch deutlich hochwertiger ist als das vieler Lebensmittel. Insofern muss bei der Haltung und Fütterung von Schweinen und Geflügel nicht nur der Nahrungsmittel-Konkurrenzgedanke

sondern auch der Veredelungsaspekt gesehen werden. Wendet man den DIAAS-Score (Digestible indispensable amino acid score) auf verschiedene Nahrungsmittelgruppen an, so kommt man zu folgenden Einstufungen (Schweizerische Gesellschaft für Ernährung, Merkblatt 10/2021):

- Fleisch, Eier, Milch und Kartoffeln: > 100
- Sojabohnen: ungefähr 100
- Erbsen, Lupine: 75 bis < 100
- Mais, Reis, Weizen, Hafer: < 75

Tab. 4: Vergleich der Konvertierungseffizienz verschiedener Lebensmittel tierischer Herkunft (Literaturlauswertung, eigene Berechnungen)

Produkt	Konvertierungseffizienz heFCE- Protein
Milch	1,0 – 4,7
Rindfleisch	0,7 – 1,3
Schweinefleisch	0,3 – 0,5
Hühnerfleisch	0,7 – 1,2
Eier	0,4 – 0,7

Der Wiederkäuer (Schaf, Ziege, Rind, Büffel) ist hingegen kein direkter Nahrungsmittelkonkurrent des Menschen, da er in der Lage ist sich ausschließlich von nicht essbarer Biomasse zu ernähren. Aus diesem Grunde ist in Regionen mit sehr wenig Ackerland zur direkten Gewinnung von menschlicher Nahrung der Wiederkäuer ein wichtiger Pfeiler der menschlichen Ernährung. Im weiteren Sinne gilt dies auch für andere ausschließlich pflanzenfressende Tierarten wie Pferd und Kamel, welche jedoch global gesehen nicht die Bedeutung des Wiederkäuers erlangt haben.

In der Tabelle 5 wird exemplarisch für 6 verschiedene Rationstypen die Auswirkung auf die Konvertierungseffizienz (heFCE) dargestellt.

Wie deutlich zu erkennen, hat der Einsatz von Grassilagen (Rationen 3-5) und der Einsatz von Nebenprodukten der Lebensmittelverarbeitung wie Rapsextraktionsschrot und Pressschnitzeln einen sehr positiven Effekt auf die Konvertierungseffizienz (Ration 2, 4, 5). Durch die Reduzierung von Getreide kann die Effizienz deutlich erhöht werden. Aber auch bei Einsatz von Getreide (Ration 1) kann eine gute Effizienz bei Protein erreicht werden (2,1). Der Wert 2,1 heißt, dass mehr als doppelt so viel essbares Protein erzeugt wie verfüttert wurde.

Sollte das Protein jedoch aus dem Anbau (einheimischer) Leguminosen stammen, verschlechtert sich die Konvertierungseffizienz deutlich (siehe Ration 6). Hier zeigt sich ein Zielkonflikt, welcher in zukünftigen Diskussionen geklärt werden muss. Der Anbau von Leguminosen ist aus Gründen der Fruchtfolge sinnvoll und wünschenswert. Er verbessert die Bodenfruchtbarkeit und ist aus ökologischer Sicht wertvoll. Außerdem kann damit die „Eiweißlücke“ verringert und der Import von Soja reduziert werden. Andererseits können Ackerbohne, Erbse, Lupine und Sojabohne direkt in die menschliche Ernährung gehen und bekommen einen hohen Faktor für den Anteil an potenziell essbarer Biomasse (Protein, Energie). Damit erhöhen sie den Anteil an essbarer Biomasse in der Ration.

Weiterhin wird bei der bisherigen Betrachtung nicht berücksichtigt, ob eine Futtermittelcharge von der Lebensmittelindustrie überhaupt benötigt und nachgefragt wird. Dies könnte eintreten, wenn die Charge keine Lebensmittelqualität (z. B. Backeigenschaft, Braueigenschaft) hat, keine Nachfrage danach besteht oder aus sonstigen Gründen nicht handelbar ist. Trotzdem werden diese Futtermittel wie Lebensmittel betrachtet. An diesem Punkt muss das System weiterentwickelt werden.

Im Rahmen einer Praktikumsarbeit in Zusammenarbeit mit der HTW Dresden werden aktuell die Daten mehrerer Landwirtschaftsbetriebe aus Sachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt ausgewertet. Diese werden zu gegebener Zeit vorgestellt.

Das hier vorgestellte System hat das Potenzial die aktuellen Diskussionen um Klimaerwärmung, Ressourcenverbrauch, Nahrungsmittelsicherheit und Nachhaltigkeit mit konkreten Zahlen zu bereichern. Nachweisbare Fakten sind die Grundlage einer vernünftigen und zielführenden Diskussion und ein Gegenmittel zu Halbwahrheiten, Vermutungen und „fake news“.

Tab. 5: Einfluss des Rationstyps auf die Konvertierungseffizienz für Protein (heFCE-Protein) und Energie (heFCE-Energie)

	1	2	3	4	5	6
Grassilage (früher Schnitt)	15,0	15,0	40,0	40,0	40,0	10,0
Maissilage (kolbenreich)	25,0	25,0				30,0
Körnermais			2,0			0,7
Getreide (ohne Hafer)	4,0	1,8	5,0	4,7	3,0	
Preßschnitzel		10,0		10,0	17,0	8,0
Rapsextraktionsschrot	4,0	4,0	1,0	1,0	1,0	2,0
Sojabohnen (getoastet)						1,5
Ackerbohnen						2,0
kg TM/Tier und Tag	21,1	21,3	21,1	21,2	21,3	21,2
kg Milch aus Energie	33,4	33,3	32,9	32,6	32,2	34,8
kg Milch aus Protein	33,8	33,4	34,0	34,0	33,5	33,7
Rohprotein (g/kg TM)	161	158	162	161	159	160
Zucker+Stärke (g/kg TM)	305	245	233	169	125	281
heFCE – Protein	2,1	<u>3,2</u>	2,0	<u>2,8</u>	<u>4,3!</u>	0,9
heFCE – Energie	0,8	1,0	1,2	1,9	<u>2,9!</u>	0,7

700 kg Lebendmasse, 3,4% Eiweiß, 4,0 % Fett, TM: Trockenmasse

Stand: Januar 2023