Futtermittelanalyse

Geschichte

Einen zentralen Bestandteil in der Tiernährung bildet die Futtermittelanalyse. Sie liefert Werte für Inhaltsstoffe eines Futters, mit deren Hilfe früher Futterrationen berechnet wurden. Heute wird in Deutschland noch überwiegend auf Analysewerte der „Weender Futtermittelanalyse“ aus dem 19. Jahrhundert zurückgegriffen, die von Henneberg & Stohmann 1860 - 1864[1)2)] an der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Weende, einem Stadtteil von Göttingen, für die Analyse von Futterpflanzen entwickelt wurde.

Weender Futtermittelanalyse

Aus dem nachstehenden Schema der Weender Futtermittelanalyse (verändert nach Kirchgeßner et al. (2008)[3)]) wird deutlich, dass nur Nährstoffgruppen erfasst werden. Es zeigt aber vor allem auch, was alles **nicht** deklariert, also als Information über den Gehalt eines Futtermittels angegeben wird.

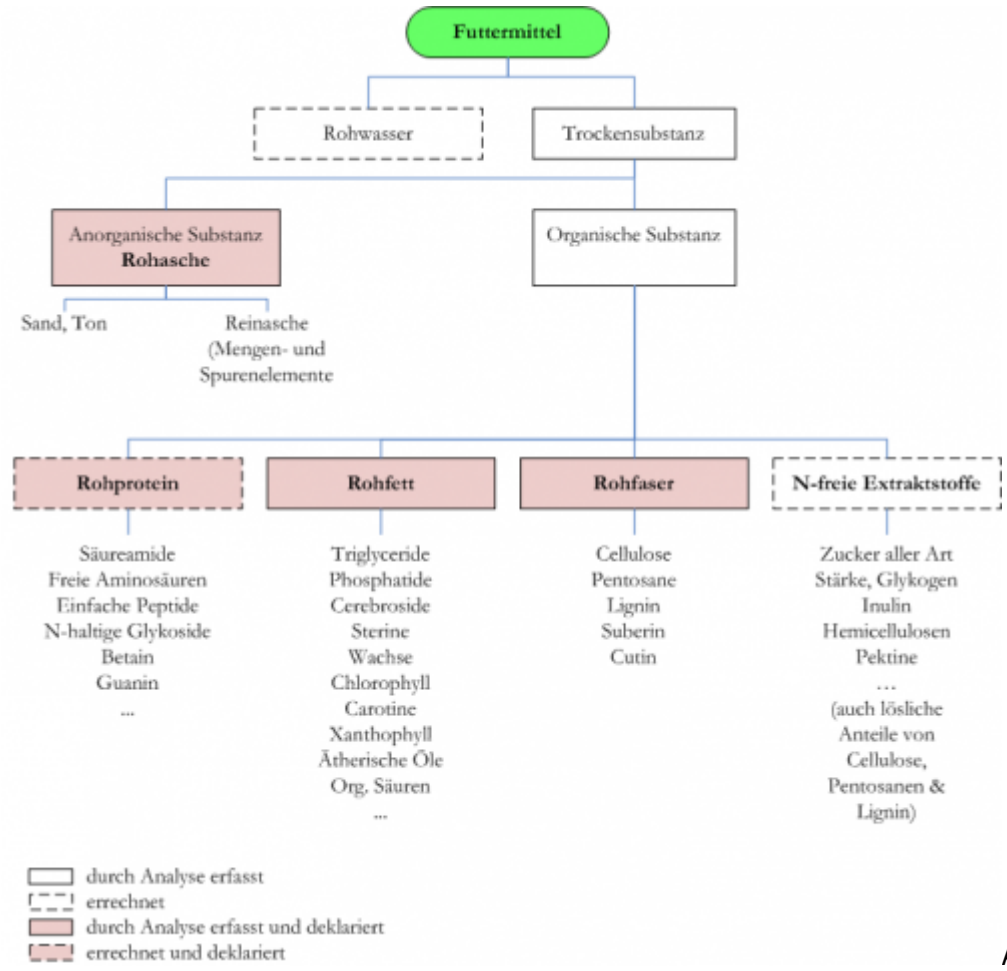


Abb. 1: Weender Futtermittelanalyse

Die Vorteile der Weender Futtermittelanalyse bestehen in einer relativ unkomplizierten, schnellen Überprüfung von Futtermitteln, wenigen Analysewerten für einen Vergleich und einer enormen

Datenmenge, die über viele Jahrzehnte gesammelt wurde. Datenbanken und Futterwerttabellen liefern Angaben über Rohnährstoffe in verschiedenen Futtermitteln und -pflanzen. Auch heute noch wird auf Werte von Nährstoffgruppen zurückgegriffen, die mit dieser Methode ermittelt wurden. Bei diesen handelt es um:

- **Wasser**: Ermittlung durch vierstündige Trocknung des Futters bei 103°C. Bei diesem Vorgang entweichen auch flüchtige Substanzen wie Fettsäuren, Ammoniak oder ätherische Öle. Abweichend werden Getreide, Mehl, Grütze und Grieß zwei Stunden lang bei 130°C getrocknet, zucker- und fettreiche Futtermittel sowie bestimmte Getreideerzeugnisse im Vakuumtrockenschrank 4 Stunden bei 80-85°C. Der verbleibende Rest ist die Trockenmasse bzw. -substanz.
- **Rohprotein**: Bestimmung des Stickstoffgehaltes durch Aufschluss der Probe mit Schwefelsäure sowie der Destillation und Titration des freigesetzten Ammoniaks. Eiweiß enthält durchschnittlich 16% Stickstoff, deshalb wird der ermittelte Stickstoffwert mit 6,25 multipliziert, um den Rohproteingehalt der Trockensubstanz zu erhalten. Der Stickstoffgehalt einzelner Futtermittel kann von dem angenommen Mittel der 16% stärker abweichen, wie z. B. das Eiweiß des Weizens mit 17,5% Stickstoff. Das würde einem Faktor von 5,71 entsprechen.
- **Rohfett**: Ermittlung durch Extraktion der Trockenmasse mit Petrolether in der Soxhlet-Apparatur. Damit wird eine Gruppe verschiedenster Substanzen erfasst, die nur ihre Löslichkeit in Ether gemeinsam haben. Den größten Anteil bilden Triglyceride, daneben Phospholipide wie z.B. Lecithin, Glycolipide, Wachse sowie Polyisoprenoide wie Cholesterin, fettlösliche Vitamine, Carotinoide und Terpene (ätherische Öle). Weitere Stoffe wie z. B. Harze, Wachse und Farbstoffe kann der Körper nicht zur Energiegewinnung nutzen. Besonders bei Futtermitteln wie Gras und Heu muss deshalb damit gerechnet werden, dass 20-40% des Rohfettes nicht aus Triglyceriden bestehen[4)].
- **Rohfaser**: der in Säuren und Laugen unlösliche fett-, stickstoff-und aschefreie Rückstand der Trockenmasse. Die „Rohfaser“ ist eine Stoffgruppe, welche Cellulose, Lignin, Pentosane usw. enthält. Da ein Teil dieser Stoffe aber in Lösung geht, werden diese mit der Gruppe der N-freien Extraktstoffe erfasst.
- **Stickstofffreie Extraktstoffe (NfE)**: rechnerischer Wert = organische Masse - Rohprotein - Rohfett - Rohfaser. Diese Gruppe enthält somit alle Stoffe, die bei den anderen Bestimmungen nicht erfasst wurden.
- **Rohasche**: Ermittlung durch sechsstündige Verbrennung der Trockenmasse in einem Muffelofen bei 550°C. Organische Stoffe, die hauptsächlich aus Kohlenstoff bestehen, verbrennen und zurück bleibt ein anorganischer Rest (Rohasche), der überwiegend aus Mineralien besteht. Die Differenz aus Trockenmasse und Rohasche ergibt die organische Masse der Trockensubstanz.

Theodor von Gohren stellte 1872[5)] zur Weende-Analyse folgendes fest: „*Ein Blick auf die Tabellen belehrt uns, dass sich die Analysen der Futtermittel in der Regel auf die Bestimmung des Gehaltes an Trockensubstanz, Wasser, Proteinstoffen, Fetten, Kohlehydraten, Rohfaser und Asche beschränken. Damit ist wohl schon etwas, aber bei weitem noch nicht genug geschehen, um so manche praktische Vorkommnisse zu erklären. Die meisten Landwirthe werden wohl die Erfahrung gemacht haben, dass, wenn auch die Futterpassirungen den analytischen Angaben gemäß, noch so äquivalent zusammengesetzt wurden, der wirkliche Erfolg bei Anwendungen verschiedenen Futtermaterials doch wesentlich differirte. Es kann das Jene nicht überraschen, die die chemischen Untersuchungsmethoden einigermaßen kennen. So wird z. B. die Menge der Proteinstoffe in der Regel durch Bestimmung des Stickstoffgehaltes mittelst Verbrennung mit Natronkalk erhalten, der Fettgehalt durch Extraction mit Aether bestimmt, bei den Kohlehydraten ist man wegen der Trennung in noch größerer Verlegenheit und so kommt es denn, dass diese Rubriken in den Futtermittel-Analysetabellen mehr oder weniger ideelle Zahlen repräsentieren, denn der stickstoffhaltigen*

Pflanzenbestandtheile giebt es gar mancherlei, ebenso wie der stickstofffreien, und es wäre eine arge Täuschung, wollte man annehmen, dass alle in ihrer Wirksamkeit gleich stehen. Bekannt ist, dass es keineswegs gleichgültig ist, selbst wenn der Berechnung nach die Summe der einzelnen Nährstoffgruppen ganz gleich ist, ob man Körner oder Kleie oder Oelkuchen zu der Zusammensetzung der Passirung wählt…„

Geheimrat Max Rubner äußerte sich 1928[6] zu den Hauptnährstoffen in ähnlicher Weise und fügte hinzu: "*In der Natur kommen zahlreiche Eiweißstoffe, Fettarten, Kohlehydrate und Aschebestandteile vor, von denen die Organismen nur bestimmte verwenden können. Manche sind gar nicht, andere nur teilweise verwendbar, also minderwertig. Die Menschen wie die Tiere haben instinktmäßig eine passende Auswahl getroffen, und wirklich Unverdauliches und Unbrauchbares stellt, wenn es überhaupt genommen wird, nur einen kleinsten Teil der Kost dar.„*

Nehring & Hoffmann[7] konstatierten 1971, dass eine Charakterisierung von Futtermitteln anhand der chemischen Analyse erst dann möglich sei, wenn eine direkte Bestimmung der verschiedenen Kohlenhydrate erfolge. Deshalb bilden diese einen der Hauptschwachpunkte der Weende-Futtermittelanalyse. Vor allem bei Grün- und Rauhfutter werden Unterschiede in der Zusammensetzung von Stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) und Restkohlenhydraten durch die rechnerische Ermittlung verschleiert, da in diesen Gruppen auch andere Inhaltsstoffe mit teilweise stark abweichenden Eigenschaften erfaßt werden. So kann z. B. vor allem bei Süßgräsern die Verdaulichkeit der Rohfaser besser als die der stickstofffreien Extraktstoffe (NfE) sein.

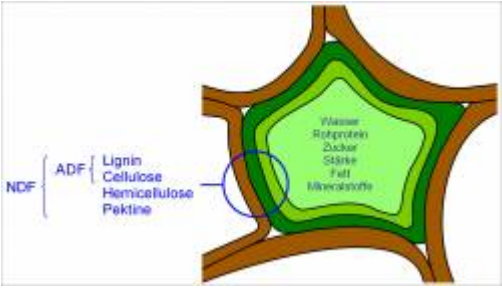


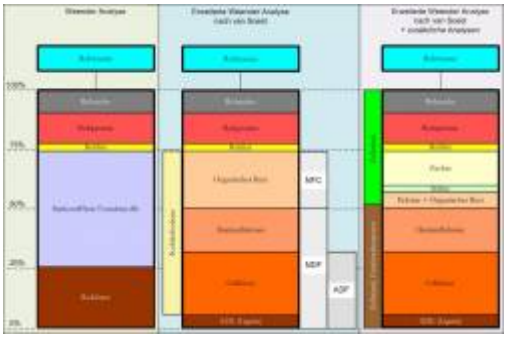
Abb. 2: Verteilung der Nährstoffe in einer Pflanzenzelle Wichtige Nährstoffe wie z. B. Zucker und Stärke werden durch diese Analyse nicht erfasst. Sie „verschwinden" in der Gruppe der Stickstoffreien Extraktstoffe (NfE) ebenso wie manche Anteile, die eigentlich den Pflanzenfasern zuzurechnen sind. So werden durch die Art der Analyse des Rohfasergehaltes lösliche Ballaststoffe nicht erfasst. Aus diesem Grund ist der Wert für die Rohfaser auch keine eigentliche Gehaltsangabe, sondern nur ein Vergleichswert[8]. Ähnliches gilt für Fette, die aus verschiedenen Fettsäuren bestehen wie auch für Proteine und deren Bausteine, den Aminosäuren.

Seit den 1960er Jahren arbeitete der amerikanische Professor Peter J. van Soest mit verschiedenen Mitarbeitern an einer besseren Beurteilung und Analysemethode für Futtermittel, mit der die einzelnen Fraktionen von Pflanzenfasern exakter zu bestimmen waren. Heute ist die von ihm entwickelte Detergenzienanalyse[9], welche um weitere Analysen erweitert werden kann, weltweit eine etablierte Methode. Auch sie ermittelt zwar nur Nährstoffgruppen, die sich aber als wesentlich für die Beurteilung der Verdauung und Ausnutzung der Nahrung und somit der Gesunderhaltung von Tieren erwiesen haben.

In der Kaninchenernährung blieben die Arbeiten zur Erfassung der Zellwandbestandteile von Pflanzen zunächst weitgehend unbeachtet. Erst nach dem seuchenhaften Auftreten von Darmerkrankungen in Mast- und Zuchtbeständen ab 1998 wurde der Zusammensetzung der Gerüstsubstanzen in Futtermitteln zunächst von französischen Wissenschaftlern als mögliche Ursache größere Beachtung geschenkt. In Deutschland beschränkte sich die Bekämpfung der Krankheit auf die Suche nach geeigneten Impfstoffen, also die Bekämpfung von Symptomen und nicht der Ursache.

Analysemethoden im Vergleich

Abb. 3: Vergleich verschiedener Methoden der Futtermittelanalyseln der erweiterten Weende-Analyse nach van Soest, (1967), mit der die Gerüstsubstanzen von Pflanzen genauer erfasst werden, bedeuten die Abkürzungen folgendes:



- **NFC**, Non-Fiber Carbohydrates: umfassen im Wesentlichen Zucker, Stärke und Pektine und dienen der Energiegewinnung.
- **NDF**, Neutral Detergent Fibre: gibt den Zellwandgehalt wieder (Cellulose, Hemicellulose, Pektine und Lignin). Je höher der NDF-Gehalt, umso geringer ist die Verdaulichkeit des Futters. Hemicellulosen und Pektine sind zum Teil durch Bakterien gut fermentierbar, während Cellulose schlechter verwertbar ist.
- **ADF**, Acid Detergent Fibre: enthält Cellulose und Lignin. Sie ist ein Maßstab für den schlechter fermentierbaren Zellwandanteil. Der ADF-Gehalt hat einen wesentlichen Einfluss auf die Futtermenge, die ein Kaninchen aufnehmen kann. Die Differenz aus NDF und ADF ergibt den Gehalt an Hemicellulosen.
- **ADL**, Acid Detergent Lignin: bildet eine Gruppe phenolischer Makromeleküle, gehört also nicht zu den Kohlenhydraten. Es ist selbst unverdaulich und mindert auch die Verdaulichkeit der Cellulose und Hemicellulosen[10]. Grundsätzlich ist der Anteil von Lignin im Stängel am höchsten, weil es als Stützsubstanz das Höhenwachstum einer Pflanze überhaupt erst ermöglicht. Im Raufutter nimmt der Anteil mit zunehmendem Alter der Pflanze zu. Die Differenz aus ADF und ADL ergibt den Gehalt an Cellulose. Lignin ist der begrenzende Hauptfaktor für die Verfügbarkeit pflanzlicher Zellwandbestandteile für Pflanzenfresser.

Durch weitere Analysen kann noch der Organische Rest genauer bestimmt werden, also der Gehalt an leicht löslichen Kohlenhydraten.

Tabelle 1: Beispielhafte Werte der Weende-Analyse für Luzerne; bezogen auf die Trockensubstanz, aus NRC, (1982)[11] und empfohlene Werte für die intensive Haltung (Mixed feed), aus de Blas, et al. (2010)[12] (Alle Werte in g/100g Trockensubstanz, DE in MJ/kg Trockensubstanz)

	Rohprotein	**Rohfett**	**Rohfaser**	**Rohasche**	**Verd. Energie DE**
Luzerne, frisch	14,0	2,8	31,0	8,5	-
Luzerne, Heu	12,9	1,3	38,0	7,5	7,7
Luzerne, Heu, Blätter	23,1	3,0	18,0	10,7	9,6
Empfehlung	17,7	Free	18,0	-	11,3

Die Werte der Rohnährstoffe zeigen einerseits die Verluste zwischen frischer und getrockneter Luzerne. Interessant ist aber andererseits der Unterschied zwischen den ganzen Pflanzen und dem, was Kaninchen bevorzugt fressen. Der Proteingehalt in den Blättern ist fast doppelt so hoch wie in Heu, der Fettgehalt sogar mehr als doppelt so hoch. Der Rohfasergehalt in den Blättern entspricht der Empfehlung von de Blas, et al. (2010). Letztlich zeigt auch der um ca. 20% höhere Wert der verdaulichen Energie in den Blättern, warum diese von Kaninchen vorzugsweise gefressen werden. Dabei muss noch berücksichtigt werden, dass bei der Trocknung der Blätter wichtige Nährstoffe durch

Bröckelverluste und chemische Veränderungen verloren gehen. In Tabelle 2 sind die Analysewerte nach van Soest für die Zellwandbestandteile der Futtermittel angegeben.

Tabelle 2: Beispielhafte Analysewerte der Struktur-Kohlenhydrate und von Lignin aus NRC, (1982)[13] und empfohlene Werte für die intensive Haltung (Mixed feed), aus de Blas, et al. (2010)[14]. Für einen Vergleich wurden noch einmal die Werte der Rohfaser (Rf) in der ersten Spalte eingefügt (Alle Werte in g/100g Trockensubstanz)

	Rf	**NDF**	**ADF**	**C**	**HC**	**ADL**
Luzerne, frisch	31,0	52	35	27	13	10
Luzerne, Heu	38,0	58	44	29	13	14
Luzerne, Heu, Blätter	18,0	34	24	16	6	5
Empfehlung	18,0	37	20	14*	17*	6

*errechnete Werte
C=Cellulose, HC=Hemicellulose

Für die einzelnen Zellwandbestandteile lässt sich feststellen, dass die Empfehlungen von de Blas und Mitarbeitern (2010) näher bei den Werten für die Blätter der getrockneten Luzerne als für die Werte ganzer Pflanzen liegen. Das trifft auch die tatsächliche Ernährung der Wildkaninchen, die sich überwiegend von blättrigen Bestandteilen von Pflanzen ernähren und ihre Nahrung gegen Rohfaser selektieren (auswählen).

Literatur / Internet

- de Blas, C.; Wiseman, J. (2010): Nutrition of the Rabbit, 2nd Edition. CAB International. ISBN 978-1-84593-669-3
- Kirchgeßner, M.; Roth, F. X.; Schwarz, F. J.; Stangl, G. I. (2008): Tierernährung. Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. Frankfurt/M.: DLG-Verlag. ISBN 978-3-7690-0703-9
- Van Soest, P. J. (1994): Nutritional ecology of the ruminant. 2. Ed. Comstock Publishing. ISBN 0-8014- 2772-X.
- Das VDLUFA Methodenbuch. Band III Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA
- Verordnung (EG) Nr. 767/2009 über das Inverkehrbringen und die Verwendung von Futtermitteln. Dokument, Abruf am 31.05.2015
- Verordnung (EG) Nr. 939/2010 betreffend zulässige Toleranzen für die Angabe der Zusammensetzung von Einzelfuttermitteln oder Mischfuttermitteln Dokument, Abruf am 31.05.2015
- FuttMV 1981. Futtermittelverordnung Dokument

Zusammenfassung



Mit der Weender Futtermittelanalyse werden Nährstoffgruppen erfasst, die in einer Futtermitteldeklaration als „Rohnährstoffe“ angegeben und für einen Vergleich von Futtermitteln dienen können. Mit der erweiterten Weender Futtermittelanalyse nach van Soest wird ein Teil der Rohfaser und Stickstoffreien Extraktstoffe exakter analysiert. Bei dieser Methode wird die Rohfaser nicht mehr angegeben. In aktuellen, ausländischen Publikationen wird sie nur noch als Information mitgeliefert. Mit

weiteren Analysen kann der „Organische Rest“, der nach der Analyse von van Soest übrigbleibt, bestimmt werden. Er enthält die leicht löslichen Kohlenhydrate.



Die Rohnährstoffe liefern keine Aussage zur Qualität eines Futters. So kann zum Beispiel die gesamte Verdaulichkeit der Rohfaser zweier Futtermittel im Vergleich den gleichen Wert aufweisen, der Wert des Futters aber für Ernährung und Gesundheit völlig unterschiedlich sein. Das liegt daran, dass die Rohfaser nur einen kleinen Teil der Gerüstsubstanzen von Pflanzen erfasst, die als maßgeblich für die Gesundheit gelten.

1)
Henneberg, W. und Stohmann, F. (1860): Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. Heft 1: Das Erhaltungsfutter volljährigen Rindviehes und über Fütterung mit Rübenmelasse. Braunschweig : Schwetschke & Sohn, 1860
2)
Henneberg, W. und Stohmann, F. 1864. Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. 2. Band: Über die Ausnutzung der Futterstoffe durch das volljährige Rind und über Fleischbildung im Körper desselben. Braunschweig : Schwetschke und Sohn, 1864
3) 4)
Kirchgeßner, M.; Roth, F. X.; Schwarz, F. J.; Stangl, G. I. (2008): Tierernährung. Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. Frankfurt/M.: DLG-Verlag. ISBN 978-3-7690-0703-9
5)
von Gohren, T. (1872): Die Naturgesetze der Fütterung der landwirthschaftlichen Nutzthiere. Leipzig : Verlag von C. L. Hirschfeld. 1872.
6)
Rubner, M. (1928): Aufgabe (Bilanz). Allgemeine Methodik. In: Bertram, F.; Boresch, K.; Bornstein, A. (Hrsg.): Stoffwechsel und Energiewechsel: Gesamtstoffwechsel • Energiewechsel Intermediärer Stoffwechsel (Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie). Springer (Softcover reprint of the original 1st ed. 1928). ISBN 978-3642891779
7)
Nehring, K. und Hoffmann, B. (1971): Untersuchungen zur Weiterentwicklung der Futtermittelanalyse. 3. Mitteilung: Die Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Kohlenhydratfraktion in den Futtermitteln. Arch. Tierernährung. 1971, Bd. 21, 4, S. 317-366
8)
Ternes, W. und Täufel, A. (2005): Lebensmittel Lexikon. 4. Aufl. Hamburg : Behr's Verlag, 2005. Stichwort „Rohfaser“. ISBN 978-3899471656
9) 10)
van Soest, P. J. (1967): Development of a Comprehensive System of Feed Analyses and its Application to Forages. J. Anim. Sci. 1967, 26, S. 119-128.
11) 13)
NRC (1982): United States-Canadian Tables of Feed Composition: Nutritional Data for United States and Canadian Feeds. Third Revision. Washington, DC : The National Academies Press, 1982. ISBN: 0-309-07822-9
12) 14)
de Blas, C. & Mateos, G. G. (2010): Feed Formulation. In: [Hrsg.] C. de Blas und J. Wiseman. Nutrition of the Rabbit. 2nd. Ed. Wallingford (UK) : CAB International, 2010, S. 222-232

From:
http://wikikanin.de/ - **Wikikanin**

Permanent link:
http://wikikanin.de/doku.php?id=futtermittel:futtermittelanalyse&rev=1541279727

Last update: **2018/11/03 22:15**