Technisches Handbuch

Gemeinsame Methoden und Rechenwerte zur Berechnung der Eiweißautarkie

Lioy Rocco

Berchoux Alice

Hoffmann Marita

Reding Edouard

Battheu Caroline

Interreg
EUROPEAN UNION
Grande Région | Großregion
AUTOPROT
Fonds européen de développement régional | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Avec le soutien de la Wallonie

Interreg V-A Großregion - Projekt AUTOPROT (IP409092) - Konkretes Ergebnis 1 (ID 586109)

Aktion 2 - Methode

Verteilung und Aneignung der Konzepte zur Quantifizierung der Eiweißautarkie von Milchproduktionssystemen

Gemeinsame Methoden und Rechenwerte zur Berechnung der Eiweißautarkie

Lioy Rocco[1], Berchoux Alice[2], Hoffmann Marita[3], Reding Edouard[4], Battheu Caroline[5]

[1] CONVIS s.c., Luxemburg

[2] Institut de l'Élevage, Frankreich

[3] Lycée Technique Agricole, Luxemburg

[4] Association Wallonne des Éleveurs, Belgien

[5]Centre Wallon de Recherches Agronomiques, Belgien

Juli 2020

Interreg Grande Région | Großregion AUTOPROT
Fonds européen de développement régional | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

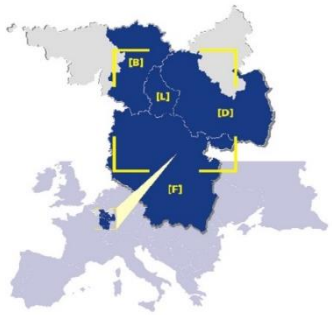
Avec le soutien de la Wallonie

© 2020

AutoProt

Das Projekt Zielt auf die Verbreitung von Maßnahmen und Innovationen, die eine Verbesserung der Eiweißautarkie in Milchviehbetrieben der Großr^-Region sowie der Groß-Region als Ganzes erlauben. Die Miteinbeziehung der Akteure im Projekt soll eine kritische Beurteilung und die Aneignung dieser Innovationen durch den Sektor zwecks Steigerung seiner Wettbewerbsfähigkeit ermöglichen. Dies wird darüber hinaus auch die Dauerhaftigkeit des Austausches zwischen diesen Akteuren jenseits der Projektzeitgrenzen gewährleisten. Nach der Definition und Anwendung einer Methodik zur Erfassung der Autarkie und der Nachhaltigkeit von Betrieben und Gebieten wird eine Bestandaufnahme der anwendbaren Innovationen für ihre Verbesserung durchgeführt. Ein besonderer Augenmerk wird den Synergien geschenkt, die sich durch die Behandlung der Problematik auf der Ebene der Groß-Region ergeben sowie den Maßnahmen, die in der Lage sind, die Hindernisse zur Anwendung der Innovationen zu reduzieren.

AutoProt ist ein Projekt des INTERREG VA Großregion Programmes und wird durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung kofinanziert. Unter dem Vorsitz von CONVIS wird eine Zusammenarbeit zwischen 10 Partnerorganisationen der Großregion aufgebaut.



INTERREG V A Großregion

INTERREG, auch die „Europäische territoriale Zusammenarbeit (ETZ)“ genannt, ist Teil der Kohäsionspolitik der Europäischen Union. Wesentliches Ziel dieser Politik ist es, die wirtschaftliche, soziale und territoriale Kohäsion zwischen den verschiedenen Gebieten der Europäischen Union zu stärken und Entwicklungsunterschiede zu verringern.

Das INTERREG-Programm wird aus dem „Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung“ (EFRE) gefördert und bildet seit mehr als 30 Jahren einen Rahmen für grenzüberschreitende, transnationale und interregionale Kooperationen in Europa. 2014 begann die 5. Förderperiode des INTERREG-Programms, die bis 2020 laufen wird.

Das INTERREG V A Programm Großregion fördert grenzüberschreitende Kooperationen zwischen lokalen und regionalen Akteuren im Gebiet der Großregion.INTERREG V A Grande Région

Kontakt

CONVIS s.c.
4, Zone Artisanale et Commerciale
L-9085 Ettelbruck
Grand-Duché de Luxembourg
Tel : +352-26 81 20 – 0
Email: info@convis.lu

Für das pdf dieses Berichts, weitere Informationen und Ergebnisse, siehe:

www.autoprot.eu

Inhaltsverzeichnis

A Einleitung 1
B Die Eiweißautarkie in Milchvieh betrieben nach CONVIS 2
B.1 Das Grundberechnungsschema 2
B.2 Der Erhaltungsbedarf 2
B.3 Der Leistungsbedarf 3
B.4 Trächtigkeit und Trockenstehzeit 3
B.5 Der Futterzukauf 4
B.6 Rechenbeispiel 4
B.7 Quellen 5
C Beschreibung der in der Wallonie verwendeten Methode zur Berechnung der Eiweißautarkie 6
C.1 Einleitung 6
C.2 Auswahl des verdaulichen Eiweißes (MAD) 6
C.3 Der Bedarf der Milchviehherde 6
C.4 Bedarfsdeckung durch zugekaufte Futtermittel 7
C.5 Diskussion der Hypothesen und Grenzen des Ansatzes 8
D Der Ansatz zur Berechnung der Eiweißautarkie nach IDELE 9
D.1 Ein Ansatz, welcher auf der Futteraufnahme der Herde basiert 9
D.2. Methode IDELE mit einer nach CONVIS modifizierten Variante 12
E Festlegung der Vorgehensweise für die Berechnung der Eiweißautarkie auf betrieblicher Ebene im Rahmen des Projektes AUTOPROT. 16
F Zur Methodik der Eiweißautarkieberechnung auf regionaler Ebene der Partnerregionen 18
F.1 Das Grundberechnungsschema 18
F.2 Rohproteinbedarf des Tierbestandes der Region 18
F.3 Die Berechnung der regionalen Eiweißautarkie 20
F.4 Quellen 21
G Anhang 22
G.1 Vorgehensweise zur Abschätzung des tatsächlich importierten Eiweißes in Luxemburg 22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Futtermittelbedarf der Tiere 6
Abbildung 2: 6 Schritte zur Bestimmung der Proteinautarkie 9
Abbildung 3: Korrelation zwischen der Eiweißautarkie nach IDELE und der nach Convis modifizierten Variante (n=32) 14
Abbildung 4: Korrelation zwischen der Eiweißautarkie nach IDELE, modifiziert nach Convis, und der Variante für Wallonien (n=50) 15
Abbildung 5: Schema der Berechnung der Eiweißautarkie nach IDELE 16
Abbildung 6: Schema der Berechnung der Eiweißautarkie nach Convis 16
Abbildung 7: Bedeutung des Unterschieds zwischen Autarkie nach IDELE und nach CONVIS 17
Abbildung 8: Zusammenfassung der Zusammenhänge zwischen den Autarkieparametern von IDELE und CONVIS/AWE 17
Abbildung 9: Auflistung der berücksichtigten Nutzflächenkategorien 19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erhaltungsbedarf an Rohprotein (XP) von unterschiedlichen Tierkategorien 3
Tabelle 2: Ein Rechenbeispiel bezüglich des XP-Erhaltungsbedarfes aus einem Tierbestand 4
Tabelle 3: Ein Rechenbeispiel bezüglich des XP-Leistungsbedarfes aus Tierzukauf sowie aus Milch- und Tierverkauf 4
Tabelle 4: XP-Zukauf über Futtermittelimporte 5
Tabelle 5: Beispiel einer Berechnung der absoluten XP-Autarkie 5
Tabelle 6: Beispiel einer Berechnung der relativen XP-Autarkie 5
Tabelle 7: Energie- und XP(MAT)-Werte der Grundrationen in den 8 bedeutendsten Milchrinderhaltungssystemen 10
Tabelle 8: Schätzung des Lebendgewichtes einer Färse ausgehend von ihrem Kalbegewicht und ihres adulten Lebendgewichtes; ausgehend von einem Lebendgewicht einer erwachsenen Kuh von 675kg 11
Tabelle 9: Höhe der Verluste an eingelagertem Raufutter bei Entnahme und Verteilung (Quelle: Idele) 11
Tabelle 10: TS-Aufnahme von Jungvieh 13
Tabelle 11: TS-Berechnungsgrundlage und Rohproteingehalte der TS-Eigenproduktionen 13
Tabelle 12: Theoretische Erträge festgelegt für wallonische Betriebe 14

A Einleitung

Das Interreg VA-Projekt AUTOPROT hat als Ziel, Milchviehbetriebe aus der Großregion über die Verbesserung des Selbstversorgungsgrades an Eiweiß (Eiweißautarkie) wettbewerbsfähiger zu machen. Zu diesem Zweck wurden zunächst im Rahmen der Aktion 2 die methodologischen Grundlagen zur Berechnung der Eiweißautarkie diskutiert und eine gemeinsame Vorgehensweise festgelegt.

Als erstes wurde eine Bestandsaufnahme der in der Großregion vorhandenen Methoden zur Berechnung der Eiweißautarkie gemacht. Für die Berechnung auf betrieblicher Ebene haben IDELE, CONVIS und AWE eigene Methoden entwickelt.

Die Eiweißautarkie nach CONVIS wird am Bedarf der Tiere an Rohprotein gemessen. Mit diesem Ansatz wird herausgefunden, wie viel an Eiweiß durch die Herde in Milch und Fleisch umgesetzt wird. Der Ansatz in Belgien (AWE, Association Wallonne de l'Elevage) ist vergleichbar, nur, dass an der Stelle von Rohprotein das verdauliche Eiweiß als Basis der Berechnung verwendet wird.

Der Ansatz des IDELE (Institut de l'Elevage) drückt aus, wie viel vom Eiweiß des der Herde vorgelegten Futters aus betrieblichen Quellen stammt. Diese Vorgehensweise betont vor allem die Leistung des Betriebes bei der Produktion von Eiweiß: Die Autarkie steigt mit dem Steigen des Eigenanteils an Eiweiß.

Im Rahmen der Analyse der unterschiedlichen Methoden wurde klar, dass beide Ansätze (CONVIS und AWE einerseits und IDELE andererseits) sich zur Beschreibung der Eiweißautarkie in Milchviehbetrieben hervorragend ergänzen, da die ersten Beiden die Effizienz der Eiweißnutzung in der Tierproduktion und letzterer die Leistungsfähigkeit der Eiweißerzeugung in der Pflanzenproduktion betonen. Aus diesem Grund hat sich das AUTOPROT-Konsortium dafür entschieden, in den Betrieben aller Teilregionen (Luxemburg, Lorraine, Wallonien, Saarland und Rheinland-Pfalz) beide Ansätze anzuwenden. Dies soll es ermöglichen, die Plus- und Schwachpunkte der betrieblichen Eiweißautarkie in Tier- und Pflanzenproduktion gleichermaßen festzuhalten. Dies mit dem Ziel, gebietsübergreifende Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Eiweißautarkie ableiten zu können.

Auf regionaler Ebene wird im Rahmen des AUTOPROT-Projektes der Ansatz vom Lycée Technique Agricole d'Ettebruck (LTAE) angewendet. Dieser berechnet die potentielle Autarkie an Rohprotein nicht nur für Milchvieh, sondern auch für alle relevanten Tierkategorien von Wiederkäuern (Fleischrinder, Schafe, Ziegen) sowie Monogastriern (Pferde, Schweine, Geflügel). Ziel der Arbeit auf Großregionsebene ist die Definition einer Bestmarke an Selbstversorgung mit Eiweiß im Untersuchungsgebiet. Diese Bestmarke wird dann auch für die Definition vom Einsparpotential auf betrieblicher Ebene herangezogen.

Ergänzend dazu wurde durch CONVIS eine Vorgehensweise vorgeschlagen, wie man den reellen Import auf der Ebene eines Gebietes ermitteln könnte. Im Rahmen des Projektes soll geprüft werden, inwieweit solcher Ansatz plausible Werte für die Berechnung des tatsächlichen Selbstversorgungsgrades an Eiweiß auf Gebietsebene liefern kann, um in diesem Fall die Resultate mit den Werten auf betrieblicher Ebene zu vergleichen.

Im Folgenden werden alle besprochenen und im Projekt anwendungsfindenden Methoden geschildert.

B Die Eiweißautarkie in Milchvieh betrieben nach CONVIS

B.1 Das Grundberechnungsschema

Der von CONVIS verwendete Ansatz betrachtet als Eiweißautarkie die Differenz zwischen dem Bedarf an Rohprotein (XP) der Milchviehherde und dem Futterzukauf an Rohprotein. Die Eigenverwertung (XP) stellt sich wie folgt dar:

$$\mathbf{Bedarf_{Milchherde}(XP) - Futterzukauf(XP) = Eigenverwertung(XP) \rightarrow Autarkie(XP)}$$

In anderen Worten, die Eiweißautarkie nach CONVIS stellt die Eigenverwertung des eigenproduzierten Rohproteins (auf dem Betrieb erzeugtes Eiweiß) dar. Dies unter der Annahme, dass die Verwertung durch die Herde des Zukaufeiweißes vollständig (100%) ist.

In der von CONVIS benutzten Methode ist der Bedarf in zwei Bereiche gegliedert:

- Erhaltungsbedarf (Verluste an XP über Harn, Kot und Hautoberfläche)
- Leistungsbedarf (Umsetzung von XP in Fleisch und Milch)

Beim Leistungsbedarf an XP muss zusätzlich berücksichtigt werden, dass durch den Tierzukauf ein Quantum an Eiweiß schon in anderen Betrieben erzeugt wurde und dieses vom eigentlichen Leistungsbedarf abgezogen werden muss. Damit soll die effektive Leistung der Milchviehherde dargestellt werden bei Abzug der Vorleistungen. Der Bedarf setzt sich demnach folgendermaßen zusammen:

$$\mathbf{Bedarf\ (XP) = Eb\ (XP) + Lb_{Output}(XP) - \ Lb_{Input}\ (XP)}$$

Eb = Erhaltungsbedarf; Lb = Leistungsbedarf

Lb Output: erzeugte Milch und Fleisch; Lb Input: Tierzukauf

Die allgemeingültige Formel zur Berechnung der Eiweißautarkie nach CONVIS lautet deshalb:

$$\mathbf{Eigenverwertung\ (XP) = Eb(XP) + Lb_{Output}(XP) - Lb_{Input}(XP) - Futterzukauf(XP)}$$

Eb = Erhaltungsbedarf; Lb = Leistungsbedarf

Die Autarkie kann auch prozentual ausgedrückt werden. In diesem Fall ist die Eigenverwertung ein Prozentwert des Bedarfs der Herde an XP:

$$\mathbf{Autarkie\ (XP)\ \% = \frac{Eigenverwertung\ (XP)}{Bedarf\ Milchherde\ (XP)} * 100}$$

Ist der Futterzukauf gleich Null, so beträgt die Eigenverwertung 100% und der Betrieb ist komplett XP-autark.

B.2 Der Erhaltungsbedarf

Die XP-Menge für den Erhaltungsbedarf ist eine Funktion des metabolischen Gewichtes (MG)[1] sowie des Alters der Tiere (Tierkategorie). Diese gewichtsbezogene XP-Menge nimmt mit zunehmendem Alter ab. Die XP-Mengen variieren zwischen 4,5 und 3,5 g/kg MG und liegen bei der Milchkuh bei 3,7. Als Formel:

[1] $MG = LG^{0,75}$; LG = Lebendgewicht

$$\textbf{Erhaltungsbedarf (XP) [kg XP]} = \frac{\textbf{g XP}}{\textbf{Tag}} * \left(\frac{\textbf{365}}{\textbf{1000}}\right) * \textbf{LG}^{\textbf{0,75}}$$

Nach Durchsicht der Literatur und hausinternen Berechnungen wurden folgende gewichtsbezogenen XP-Mengen festgehalten (siehe Tab. 1)

Tabelle 1: Erhaltungsbedarf an Rohprotein (XP) von unterschiedlichen Tierkategorien

Milchvieh-Kategorie	Kürzel	g XP / kg MG
Weibliche Rinder 0 - 6M.	**WR 0-6**	3,3
Weibliche Rinder 6M. - 1A.	**WR 6-1**	4,5
Weibliche Rinder 1-2 A.	**WR 1-2**	4,2
Weibliche Rinder >2A.	**WR >2**	4
Milchkühe	**MiK**	3,7
Zuchtbulle	**ZB**	3,5
Männliche Rinder 0 - 6M.	**MR 0-6**	4

MG = metabolisches Gewicht

B.3 Der Leistungsbedarf

Der Leistungsbedarf wird getrennt für die Produkte Milch und Fleisch berechnet.

B.3.1 Milch

Im Fall von der Milch (hier: verkaufte Milch) werden 85 g XP pro kg ECM (3,4% Eiweiß) als Bedarf für die Milchbildung angenommen. Die Formel lautet:

$$\textbf{Leistungsbedarf}_{\textbf{Milch}}\ \textbf{(XP) [kg XP]} = \textbf{85g XP} * \frac{\textbf{kg ECM}}{\textbf{1000}}$$

B.3.2 Fleisch

Beim Fleischansatz werden 380 g XP als Bedarf für jedes kg Lebendgewicht (LG) angenommen. Die Besonderheit hier ist, dass der Zukauf an Lebendgewicht vom Verkauf abgezogen wird. Dabei wird unterstellt, dass der Bedarf für die zugekauften Tiere derselbe ist wie für die verkauften Tiere. Als Formel:

$$\textbf{Leistungsbedarf}_{\textbf{Fleisch}}\ \textbf{[kg XP]} = \textbf{380g XP} * \frac{\textbf{kg LG Verkauf} - \textbf{kg LG Zukauf}}{\textbf{1000}}$$

B.4 Trächtigkeit und Trockenstehzeit

Der Bedarf an XP wird in der Literatur durch den Trächtigkeitsbedarf ergänzt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im Fall der Milchkühe ein geringerer Bedarf an XP in der Trockenstehzeit im Vergleich zur Laktationsperiode besteht. Bei der Definition der Methode wurde von den CONVIS-Beratern festgestellt, dass der erhöhte Bedarf von Tieren in der Trächtigkeitsphase vom Minderbedarf der Trockensteher weitgehend kompensiert wird. Aus diesem Grund finden in der Ermittlung des Bedarfs beide Größen keine Berücksichtigung.

B.5 Der Futterzukauf

Die Ermittlung der XP-Menge über den Futterzukauf ist verhältnismäßig einfach. Die Rohmengen an Futter stammen aus der Hoftorbilanz der Betriebe und die Berechnung setzt voraus, dass die Stickstoffgehalte der importierten Futtermittel bekannt sind. Dies ist gewährleistet durch eine Datenbank, in der die N-Gehalte der Futtermittel hinterlegt sind. Die meisten Werte stammen aus den DLG-Futterwerttabellen (1997). Um vom N-Gehalt auf Rohprotein zu kommen, muss man lediglich den N-Gehalt mit dem Faktor 6,25 multiplizieren. Die Formel hierzu lautet:

$$\textbf{Futterzukauf (XP)} = \sum \textbf{Futtermenge} * \textbf{N_Gehalt} * 6,25$$

B.6 Rechenbeispiel

B.6.1 XP-Erhaltungsbedarf aus Tierbestand

Tabelle 2: Ein Rechenbeispiel bezüglich des XP-Erhaltungsbedarfes aus einem Tierbestand

Tierkategorie	Anzahl (1)	kg Gewicht (2)	kg MG (3) = (1) * (2)^{0,75}	g XP/kg MG (4)	kg XP (5) = (3) * (4)* 365/1000
WR 0-6	21,3	150	913	3,3	1.100
WR 6-1	18,2	250	1.144	4,5	1.879
WR 1-2	29,4	400	2.630	4,2	4.031
WR >2	15,8	500	1.671	4	2.439
MiK	83,7	650	10.775	3,7	14.551
ZB	1	800	150	3,5	192
MR 0-6	2,8	200	149	4	217
			Summe Erhaltungsbedarf [kg XP]:		**24.110**

MG = metabolisches Gewicht

B.6.2 XP-Leistungsbedarf aus Tierzukauf sowie *aus Milch- und Tierverkauf*

Tabelle 3: Ein Rechenbeispiel bezüglich des XP-Leistungsbedarfes aus Tierzukauf sowie aus Milch- und Tierverkauf

Tier-Zukauf	**Anzahl (a)**	**kg Gewicht (b)**	**kg Zukauf (1) = (a) * (b)**	
WR >2	2	500	1000	
Tier-Verkauf	**Anzahl (c)**	**kg Gewicht (d)**	**kg Verkauf (2) = (c) * (d)**	
MR 0-6	22	50	1.100	
MiK	6	550	3.300	
				Leistungsbedarf
		Fleisch	**kg Verkauf (3) = (2) - (1)**	**kg XP (4) = 380*(3)/1000**
		Netto LG	3.400	1.292
		Milch	**kg Verkauf (5)**	**kg XP (6) = 85*(5)/1000**
		ECM	657.780	55.911
		Summe Leistungsbedarf [kg XP]:		**57.203**

LG = Lebendgewicht

B.6.3 XP-Zukauf über *Futtermittelimport*

Tabelle 4: XP-Zukauf über Futtermittelimporte

Futtermittel	dt Gewicht (1)	N-Gehalt (2)	kg XP (3) = (1)*(2)*6,25
Futtergetreide	235,1	1,7	2.498
Rübenschnitzel (trocken)	235,1	1,4	2.116
Sojaschrot 44%	379,6	7,7	18.218
Biertreber frisch (26% TS)	1013,6	1,0	6.335
Rinder-Kraftfutter 20 %	176,5	3,2	3.529
Rinder-Kraftfutter 30 %	99,2	4,8	2.976
Magermilchpulver	34,0	5,5	1.169
	Summe XP-Zukauf (kg XP):		**36.840**

B.6.4 Berechnung der absoluten und relativen XP-Autarkie

B.6.4.1 Absolute Autarkie

Tabelle 5: Beispiel einer Berechnung der absoluten XP-Autarkie

kg XP-Bedarf* (1)	kg XP-Zukauf (2)	kg XP-Eigenverwertung (3) = (1) - (2)
81.614	36.840	44.774

**Erhaltungs- + Leistungsbedarf*

B.6.4.2 Relative Autarkie

Tabelle 6: Beispiel einer Berechnung der relativen XP-Autarkie

% XP-Eigenverwertung = kg XP-Eigenverwertung / kg XP-Bedarf *100
55%

B.7 Quellen

GfE (2001): Empfehlung zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt/Main

K.-H. Menke, W. Huss (1987): Tierernährung und Futtermittelkunde. Ulmer-Verlag, Stuttgart

DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer (1997): 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt/Main

C Beschreibung der in der Wallonie verwendeten Methode zur Berechnung der Eiweißautarkie

C.1 Einleitung

Die Association Wallonne de l'Elevage asbl, als auch SPIGVA, bieten den wallonischen Landwirten eine technische und wirtschaftliche Betriebsbuchführung an. Die zu diesem Zweck gesammelten Informationen ermöglichen es uns, die Proteinautarkie von Milchviehbetrieben abzuschätzen.

Wie unsere luxemburgischen Kollegen bei CONVIS, verwenden wir die beobachtete Tierleistung als Grundlage für die Bestimmung des Eiweißbedarfs. Das Eiweiß (EW), das durch den Kauf von Futtermitteln (Konzentrate, Halbkonzentrate und Futtermittel) in den Betrieb importiert wird, wird vom Gesamtbedarf der Herde abgezogen, um die Verwertung des Eiweißes aus dem Futter zu bestimmen, das in Form von Rau- und Kraftfutter im Betrieb produziert wurde.

Mit anderen Worten:

$$\textbf{Verwertete Eigenproduktion [EW]} = \textbf{Gesamtbedarf [EW]} - \textbf{Futtermittelzukauf [EW]}$$

Abbildung 1: Futtermittelbedarf der Tiere

C.2 Auswahl des verdaulichen Eiweißes (MAD)

Alle stickstoffhaltigen Stoffe, die von der Kuh aufgenommen werden, lassen sich grob in zwei Kategorien einteilen: Rohprotein und Harnstoff (Nichtprotein-Stickstoff). Das gesamte stickstoffhaltige Material kann auch nach seiner Verdaulichkeit durch die Rinder charakterisiert werden. Dies ist je nach Art der Futtermittel unterschiedlich. Das verdauliche Eiweiß in Gramm (gMAD) wird daher sowohl für die Bedarfsermittlung, als auch für die Berechnung der Zufuhr durch die Ration verwendet.

C.3 Der Bedarf der Milchviehherde

Milchkühe müssen für den Erhalt, die Gewichtszunahme, die Trächtigkeitsperiode und die Milchproduktion Energie und stickstoffhaltige Materialien verbrauchen. Dieser jährliche Bedarf muss auf der Grundlage der bekannten Leistung von Jungtieren oder ausgewachsenen Kühen (=die bereits gekalbt haben) quantifiziert werden. Alle folgenden Formeln sind aus der Arbeit von Léon Fabry, dem Entwickler des Rationsprogramms unserer Struktur, übernommen worden. Unser ehemaliger Kollege war von

dem belgisch-holländischen System inspiriert, das in « L'alimentation de la vache laitière », dritte Auflage, (De Brabander et al., 1988) beschrieben ist.

a. Erhaltungs- und Wachstumsbedarf

Jungrinder und Milchkühe müssen gMAD aufnehmen, um ihren Stoffwechsel aufrechtzuerhalten. Dieser individuelle Tagesbedarf hängt vom Gewicht des jeweiligen Tieres ab. Je nach Altersgruppe werden mehrere Formeln verwendet.

Dieser tägliche gMAD-Bedarf pro Tierkategorie wird berechnet und mit der Anzahl der vorhandenen Tiere und 365 multipliziert. Folgende Tierkategorien werden unterschieden:

- Jungrinder <6 Monate
  - $\mathbf{Bedarf} = \mathbf{0,9369} * \mathbf{Lebendgewicht} + \mathbf{217,79}$
- Jungrinder 6 - 12 Monate
  - $\mathbf{Bedarf} = \mathbf{0,71} * \mathbf{Lebendgewicht} + \mathbf{249,6}$
- Jungrinder 12 - 24 Monate
  - $\mathbf{Bedarf} = \mathbf{0,6575} * \mathbf{Lebendgewicht} + \mathbf{218,86}$
- Jungrinder >24 Monate
  - $\mathbf{Bedarf} = \mathbf{0,6575} * \mathbf{Lebendgewicht} + \mathbf{218,86}$
- Milchkühe (einzige Kategorie mit einem Bedarf für Trächtigkeit und Milchproduktion)
  - $\mathbf{Bedarf} = (\mathbf{41,3506} * (\mathbf{EXP}(\mathbf{0,75} * \mathbf{LN}(\mathbf{Lebendgewicht})))) * \mathbf{0,067} + \mathbf{45}$

b. Trächtigkeitsbedarf

Die Anzahl, der in diesem Jahr geborenen Kälber, bestimmt den jährlichen Trächtigkeitsbedarf der Milchkühe. Für jedes geborene Kalb wird eine pauschale Menge an gMAD angesetzt.

$$\mathbf{Trächtigkeitsbedarf} = \mathbf{Anzahl\ Kälber} * \mathbf{14850}$$

c. Bedarf für die Milchproduktion

Die aus dem Milchviehbetrieb exportierte Milchmenge (verkauft, verarbeitet, von Jungtieren aus einem anderen Betrieb verbraucht oder verkauft) ist bekannt. Diese Menge wird zunächst nach den Inhaltsstoffen, der in diesem Jahr erzeugten Gesamtmilch, standardisiert.

$$\mathbf{l\ ECM} = \mathbf{l\ brutto\ Milch} * (\mathbf{0,337} + \mathbf{0,116} * \%\mathbf{Fett} + \mathbf{0,06} * \%\mathbf{Eiweiß})$$

Diese gesamte Standardmilch ermöglicht es anschließend mit einer einfachen Formel den jährlichen Bedarf in gMAD zu ermitteln.

$$\mathbf{Bedarf\ für\ die\ Milchproduktion} = \mathbf{l\ ECM} * \mathbf{60}$$

C.4 Bedarfsdeckung durch zugekaufte Futtermittel

Der oben berechnete Bedarf wird ganz oder teilweise durch den Kauf von Futtermitteln außerhalb des Betriebes gedeckt. Unter diesen Futtermitteln können diejenigen, die gMAD (d.h.: keine Mineralien) enthalten, in verschiedene Gruppen eingeteilt werden:

d. Kraftfutter: einfache Futtermittel (Getreide…) und Handelskraftfutter für das Wachstum oder die Milchproduktion
e. Koppelprodukte aus der Nahrungsindustrie (Schnitzel, Treber…) sowie Wurzel- und Knollenprodukte (Futterrüben, Kartoffelabfall…)
f. Milchprodukte (Magermilchpulver …)

g. Raufutter (Heu, zugekauftes siliertes Futter)
h. Andere Futterressourcen: Futterstroh, Rübenblätter…

Für jedes zugekaufte Futtermittel wird der bekannte gMAD-Gehalt mit der Menge an Trockenmasse multipliziert, die während des Jahres an das Milchvieh verteilt wird. Der Beitrag der einzelnen Futtermittel, die zur Deckung des oben beschriebenen Bedarfs zugekauft wurden, wird dann zusammengefasst.

C.5 Diskussion der Hypothesen und Grenzen des Ansatzes

Die Produktion von MAD aus den Betriebsflächen, die von den Nutztieren verwertet wird, entspricht dem Unterschied zwischen dem Bedarf an MAD und deren Deckung durch die MAD im zugekauften Futter.

Als Ausgangspunkt wird die zugekaufte Nahrung zu 100% bewertet. Der Gesamtverlust (Verschwendung) von MAD aus der Gesamtration (zugekauftes + erzeugtes Futter) spiegelt sich daher einzig im erzeugten Futter wider. Diese Verluste können auf Probleme bei der Lagerung des Futters und/oder bei seiner Verwertung durch das Tier zurückzuführen sein.

D Der Ansatz zur Berechnung der Eiweiß-autarkie nach IDELE

D.1 Ein Ansatz, welcher auf der Futteraufnahme der Herde basiert

D1.1 Das Konzept

Dieser Ansatz wird vom Institut de l'Elevage verwendet. Die Autonomieberechnung ist das Verhältnis zwischen der Futterproduktion auf dem Betrieb und der Futteraufnahme der Tiere.

$$\textbf{Futterautarkie (in \%)} = \frac{\textbf{Im Betrieb erzeugte und konsumierte Futtermittel}}{\textbf{von den Tieren im Betrieb aufgenommenes Futtermittel (inkl. Zukauf)}}$$

Die Autarkie der Futtermittel kann sowohl auf Gesamtrations-, als auch auf Raufutter- oder Kraftfutterebene berechnet werden. Diese drei Ebenen ermöglichen es, Wege zur Verbesserung der Autarkie auf dem Betrieb zu finden. Die Autarkie kann auch in Bezug auf die Menge der Nahrung analysiert werden, wir sprechen dann von einer Massenautonomie. In Bezug auf die Energie- oder Proteinmenge, sprechen wir von einer Energie- oder Proteinautarkie. In diesem Projekt werden wir uns auf die Proteinautarkie konzentrieren.

Dieser Indikator ist dazu bestimmt, auf Betriebsebene berechnet zu werden. Berücksichtigt wird die landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) des Betriebes und die gesamte Milchviehherde.

D.1.2 Methode und verwendete Referenzen

Die Berechnung der Proteinautarkie in einem Milchviehbetrieb erfolgt in 6 Schritten. Jeder dieser Punkte wird im Folgenden beschrieben.

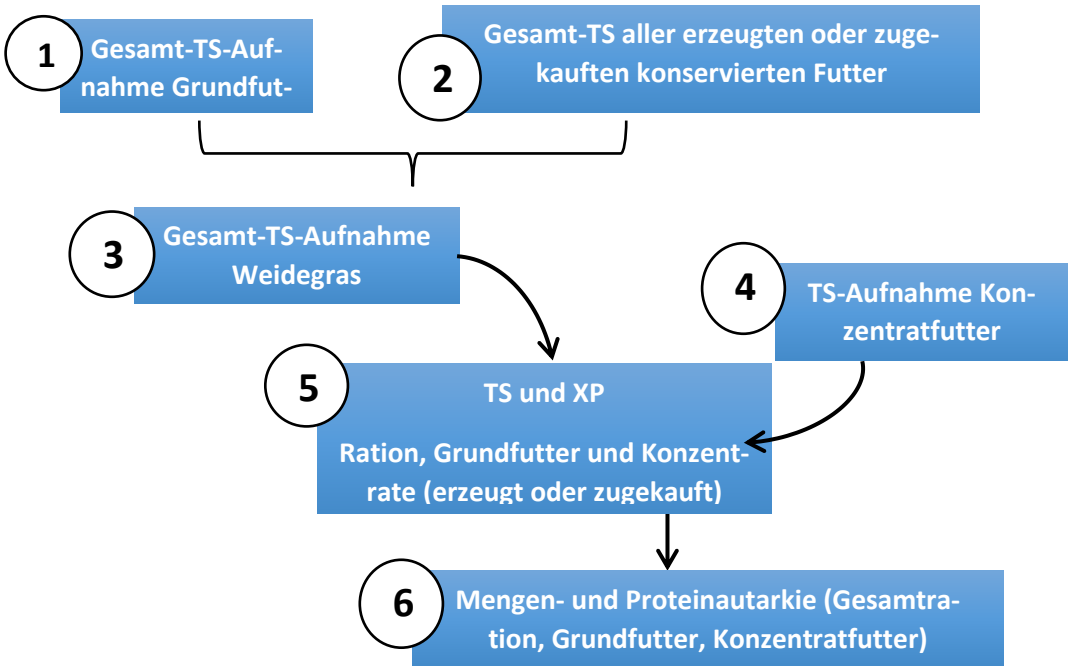


Abbildung 2: 6 Schritte zur Bestimmung der Proteinautarkie

D.1.2.1 Schritt 1: Gesamtaufnahme an TS über Raufutter

Der erste Schritt besteht darin, die Menge an Trockenmasse zu bestimmen, die von der gesamten Herde (Milchkühe und Färsen) als Futter aufgenommen wird. Die Gesamtfutteraufnahme umfasst aufgenommenes, zurückgehaltenes Futter und die Menge des aufgenommenen Weidegras.

Für Milchkühe lautet die Gleichung wie folgt:

Futteraufnahme (kg TS/Kuh/Jahr) =

2921 + (0,722 x M-kg produziert) + (3,57 x LM) - (1,04 x BM Konzentrat) - (3254 x UFLf2) - (0,1975 x M-kg produziert x UFLf)

Die Gleichung ist dem « Guide pratique de l'alimentation du troupeau bovin laitier » entnommen (cf S.10 ; Idele-Editions Quae, 2010, 262pp) .

Die für die Berechnung zu verwendenden Daten sind:

- M-kg produziert = durchschnittliche Jahres-Milchleistung einer Kuh (kg Milch/Jahr)
- LM = Durchschnittliche Lebendmasse einer Kuh der Herde
- BM = Bruttomasse an Kraftfutter (kg/Kuh/Jahr)
- UFLf = Durchschnittlicher UFL-Wert der im Jahr konsumierten Grundfutter. Der Betrieb, der unter den 8 wichtigsten französischen Haltungssystemen neu eingeordnet wird, erhält den entsprechenden UFL-Wert (Tabelle 1).

Tabelle 7: Energie- und XP(MAT)-Werte der Grundrationen in den 8 bedeutendsten Milchrinderhaltungssystemen

	Jahresdurchschnittswerte der Grundration	
Haltungssystem	**UFL**	**MAT**
Spezialisierter Milchbetrieb der Tiefebenen mit > 30% Mais i.d. Futterfläche	0.89	94
Spezialisierter Milchbetrieb der Tiefebenen mit 10-30% Mais i.d. Futterfläche	0.88	102
Spezialisierter Milchbetrieb der Tiefebenen mit < 10% Mais i.d. Futterfläche	0.83	115
Spezialisierter Milchbetrieb in Bergregionen mit > 10% Mais i.d. Futterfläche	0.88	98
Spezialisierter Milchbetrieb in Bergregionen mit < 10% Mais i.d. Futterfläche	0.81	115
Spez. Milchbetrieb + Marktfruchtanbau der Tiefebenen mit > 30% Mais i.d. Futterfläche	0.89	93
Spez. Milchbetrieb + Marktfruchtanbau der Tiefebenen mit 10-30% Mais i.d. Futterfläche	0.89	103
Spez. Milchbetrieb + Marktfruchtanbau der Tiefebenen mit < 10% Mais i.d. Futterfläche	0.80	112

Quelle: Ergebnisse, die auf der Grundlage von Daten aus den im Rahmen des Fütterungsobservatoriums (Ausgabe 2015-2018) mobilisierten Betriebsnetzes ermittelt wurden.

Für Färsen lautet die Gleichung wie folgt:

Grundfutteraufnahme (t TS/Färse/Jahr) = (((LM^{0,75} x 0.095)/1,05) x 365) / 1000

Sie ist dem « Guide pratique de l'alimentation du troupeau bovin laitier » entnommen (cf S.10 ; Idele-Editions Quae, 2010, 262pp).

In der Gleichung entspricht die Zahl 1,05 dem durchschnittlichen jährlichen Aufnahmewert des auf Färsen (UEL/kg TS) aufgeteilten Futters. Zur Durchführung der Berechnung sind die zu mobilisierenden Daten:

- Lebendmasse (LM) der verschiedenen Färsenkategorien
- Alter der Färsen bei der ersten Kalbung
- Hauptrasse der Herde und das durchschnittliche Gewicht einer Kuh in der Herde

Tabelle 8 schätzt das Gewicht der Färse entsprechend ihrem Kalbealter und dem Lebendgewicht einer erwachsenen Kuh. In diesem Beispiel beträgt das Lebendgewicht der erwachsenen Kuh 675 kg.

Tabelle 8: Schätzung des Lebendgewichtes einer Färse ausgehend von ihrem Kalbegewicht und ihres adulten Lebendgewichtes; ausgehend von einem Lebendgewicht einer erwachsenen Kuh von 675kg

Alter zur Kalbung	**≤ 27 Monate**		**> 27 und ≤ 30 Monate**		**> 30 und ≤ 33 Monate**		**> 33 Monate**	
	% Gewicht erwachsen		% Gewicht erwachsen		% Gewicht erwachsen		% Gewicht erwachsen	
Bis 1 Jahr	30%	203	29%	196	28%	189	27%	182
1 bis 2 Jahre	70%	473	65%	439	60%	405	55%	371
> 2 Jahre	92%	621	89%	601	86%	581	83%	560

D.1.2.2 TS-Aufnahme aus erzeugten und zugekauften konservierten Raufuttermitteln

Die Rechenformel lautet:

Gesamtaufnahme von konserviertem Raufutter (t TS) = ∑ pro Raufutterkategorie (Anfangsbestand + Ernte + Kauf – Verkauf – Endbestand) x (1 – Verlustrate)

Dieser Schritt erfordert eine gründliche und regelmäßige Betreuung der Betriebe. Bei der Futterernte muss der Berater kommen und die Silos ausmessen, um die Menge der geernteten Trockenmasse abzuschätzen. Bei Rechnungsabschluss muss dieser Vorgang wiederholt werden, um die Jahresendbestände zu ermitteln. Der Verkauf von Futtermitteln ist aus der Buchhaltung bekannt.

Die Verlustrate wird wie folgt geschätzt:

Tabelle 9: Höhe der Verluste an eingelagertem Raufutter bei Entnahme und Verteilung (Quelle: Idele)

Konserviertes Raufutter	**Verluste an eingelagertem Raufutter bei Entnahme und Verteilung (%)**
Grassilage (Gräser, Leguminosen) Wickelballen (Gräser, Leguminosen) Getreide- und Ganzpflanzensilage	10
Maissilage, Sorghumsilage Rüben, Heu, Stroh	5

D.1.2.3 Trockensubstanzaufnahme aus Weidegras

In den beiden letzten Schritten lassen sich die Mengen an aufgenommenem Weidegras berechnen.

Gesamt-Weidegrasaufnahme (t TS) = Gesamt-Raufutteraufnahme (t TS-Schritt 1) – Gesamtaufnahme an konserviertem Raufutter (t TS–Schritt 2)

D.1.2.4 TS-Aufnahme aus erzeugten und zugekauften Kraftfuttermitteln

Berechnen Sie nach Art des Kraftfutters die verbrauchte Bruttomenge (Anfangsbestand + Ernte + Kauf - Verkauf - Endbestand). Dann teilen Sie es auf in die auf dem Hof produzierte und die zugekaufte

Fraktion. Bei handelsüblichen Futtermitteln ist der auf dem Etikett angegebene Rohproteingehalt (XP, franz. MAT) zu berücksichtigen.

D.1.2.5 Bestimmung der von der Herde aufgenommenen TS- und XP-Mengen

Aus den vorangegangenen Schritten kennen wir die Menge der Trockenmasse im Raufutter und die von den Tieren aufgenommenen Kraftfutterarten sowie deren Herkunft (gekauft oder im Betrieb erzeugt). Aus den Tabellen der INRA 2018 kann die Trockenmasse in jedem Futtermittel in MAT (XP) umgewandelt werden, ausgedrückt in g/kg.

D.1.2.6 Berechnung der Proteinautarkie-Indikatoren

Die Autarkieberechnungen basieren auf den vorherigen Schritten. Es können Berechnungen für Futter, Konzentrate und Gesamtration durchgeführt werden.

$$\textbf{XP-Autarkie Raufutter} = \frac{\Sigma \text{ kg XP erzeugtes Raufutter}}{\Sigma \text{ kg XP erzeugtes Raufutter} + \Sigma \text{ kg XP zugekauftes Raufutter}}$$

$$\textbf{XP-Autarkie Kraftfutter} = \frac{\Sigma \text{ kg XP erzeugtes Kraftfutter}}{\Sigma \text{ kg XP erzeugtes Kraftfutter} + \Sigma \text{ kg XP zugekauftes Kraftfutter}}$$

$$\textbf{XP-Autarkie Gesamtration} = \frac{\Sigma \text{ kg XP (Rau- + Kraftfutter) erzeugt}}{\Sigma \text{ kg XP (Rau- + Kraftfutter)}_{\text{erzeugt}} + \Sigma \text{ kg XP (Rau- + Kraftfutter)}_{\text{zugekauft}}}$$

D.1.3 Quellen:

Idèle, 2010. Guide pratique de l'alimentation du troupeau bovin laitier. Idele-Editions Quae, 262pp

INRA, 2018. Alimentation des ruminants, Apports nutritionnels – besoins et réponses des animaux – Rationnement – Tables des valeurs des aliments, INRA-Editions Quae, 728pp

D.2. Methode IDELE mit einer nach CONVIS modifizierten Variante

D.2.1 Notwendigkeit der Anpassung der Methode nach IDELE für Betriebe außerhalb der Lorraine.

Die Berechnung der Eiweißautarkie nach IDELE (Kapitel D.1) setzt genaue Erfassungen auf den Betrieben der vorhandenen Futtervorräte (Grundfutterarten sowie Eigengetreide und zugekaufte Futtermittel) voraus. Da die Analyse der Eiweißautarkie im Rahmen des Projektes AUTOPROT den Fokus auf vergangene Jahre setzt, ist diese Vorgehensweise in der unter Punkt D dargestellten Form für Betriebe aus Luxemburg, Saarland und Rheinland-Pfalz nicht anwendbar, da dort die Daten der Futtervorräte nicht erhoben und daher nicht vorhanden sind. Um dennoch eine Eiweißautarkie auf der Basis des aufgenommenen Futters berechnen zu können, wird eine modifizierte Variante der Methode nach IDELE vorgeschlagen.

Die wesentlichen Merkmale dieser modifizierten Herangehensweise sind:

1) Berechnung der Trockensubstanzaufnahme (DMI) durch die Milchviehherde
   1.a Milchkühe (MiK). Die TS-Aufnahme wird mit der Formel nach Brand et al. (1997) geschätzt:

$$\mathbf{DMI_{MiK}\ (kg/Tag)} = (\mathbf{0,018} * \mathbf{kg\ LG}) + (\mathbf{kg\ ECM/Tag} * \mathbf{0,305})$$

1.b Weibliches Jungvieh (WJV). Für das Jungvieh geht man von festen Aufnahmezahlen aus, die von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2001) stammen:

Tabelle 10: TS-Aufnahme von Jungvieh

Namen	kg TS/Tag
Weibl. Rinder 0 - 6M.	3
Weibl. Rinder 6M. – 1J.	5
Weibl. Rinder 1-2 J.	8
Weibl. Rinder >2J.	9

Quelle: Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2001)

1.c Gesamt Trockensubstanzaufnahme ($DMI_{Milchviehherde}$)

$$\mathbf{DMI_{Milchviehherde}\ [dt] = (\sum kg\ DMI_{MiK/Tag} + \sum kg\ DMI_{WJV/Tag}) * (\frac{365}{100})}$$

2) Berechnung der Eigenproduktion an Trockensubstanz (TS) nach Abzug der mit Futtermittel importierten Trockensubstanz:

$$\mathbf{TS_{Eigenproduktion}\ [dt] = DMI_{Milchviehherde}\ [dt] - TS_{Futterzukauf}\ [dt]}$$

3) Die TS-Eigenproduktion gliedert sich in fünf Bereiche: Eigengetreide, Körnerleguminosen, Futterrüben, Silomais und Gras. Bei letzterem wird kein Unterschied zwischen Bergungsformen (Silage, Heu, Frischgras, Weidegras) und Anbautyp (Feldfutter, Dauergrünland, Gras aus Grassamenvermehrung, Luzerne/Kleegras) gemacht. Die fünf Bereiche werden folgendermaßen berechnet:

Tabelle 11: TS-Berechnungsgrundlage und Rohproteingehalte der TS-Eigenproduktionen

TS_Eigenproduktionsbereich	Berechnung der TS-Menge	Rohproteingehalt (% in der TS)
TS-Getreide (1)	nach Ertrag (dt) * 0,86	12,36
TS-Körnerleguminosen (2)	nach Ertrag (dt) * 0,86	29,80
TS-Futterrüben (3)	Fixer Ertrag von 800 dt/ha * 0,15	7,50
TS-Silomais (4)	kg verfüttert / Tag * 365 *0,32 / 100	8,00
TS-Gras (alle Bergungsformen und Anbautypen)	Differenz zwischen gesamter TS-Eigenproduktion und Summe (1)+(2)+(3)+(4)	14,38

In Formel:

$$\mathbf{TS_{Gras}\ [dt] = TS_{Eigenproduktion}\ [dt] - (TS_{Getreide}\ [dt] + TS_{Körnerleguminosen}\ [dt] + TS_{Futterrübben}\ [dt] + TS_{Silomais}\ [dt])}$$

4) Berechnung der Eigenerzeugung an Rohprotein (XP)

$$\boldsymbol{XP_{Eigenerzeugung}\ [kg] = \Sigma TS_{Eigenproduktionsbereiche}\ [dt] * Rohproteingehalt\ [\%]}$$

5) Berechnung der Eiweißautarkie nach IDELE modifiziert nach CONVIS

$$\mathbf{XP_{Eiweißautarkie}[\%] = \frac{XP_{Eigenerzeugung}\,[kg]}{XP_{Eigenerzeugung}[kg] + XP_{Futterzukauf}\,[kg]}}$$

Die Methode stützt sich auf folgende Annahmen:

A) Das erzeugte Rohprotein wird von der Milchviehherde vollständig aufgenommen
B) Es müssen keine Verluste an Trockensubstanz bei Mais und Gras berücksichtigt werden, da in beiden Fällen nur die verfütterten und nicht die geernteten Mengen als Grundlage für die Berechnung der aufgenommenen TS-Mengen genommen werden.

Eine Korrelation der Ergebnisse der Berechnung der Eiweißautarkie mit der nach CONVIS modifizierten IDELE-Methode und mit der herkömmlichen IDELE-Methode weist ein sehr hohes Bestimmtheitsmaß auf (Abb.3). Dies macht deutlich, dass die CONVIS-Variante der IDELE-Methode als Ersatz der herkömmlichen IDELE-Methode durchaus geeignet ist.

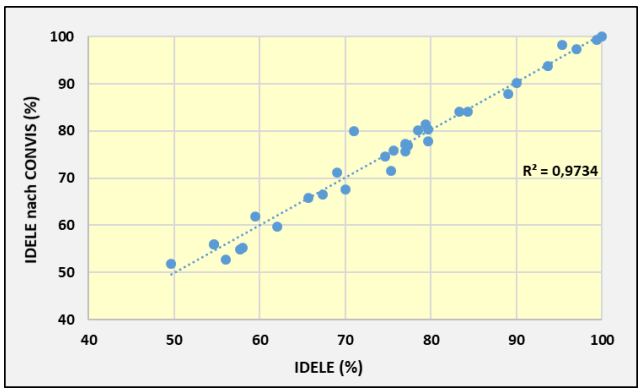


Abbildung 3: Korrelation zwischen der Eiweißautarkie nach IDELE und der nach Convis modifizierten Variante (n=32)

D.2.2 Besonderheit für die Berechnung von TS-Eigenproduktionsbereichen in Wallonien.

Die in der Ration vorgelegten Mengen an Silomais und Gras waren für die wallonischen Betriebe nicht verfügbar. So wurde für die drei in der wallonischen Region existierenden Raufutterkategorien (Silomais, Gras und eine "andere" Kategorie für einjährige Futterpflanzen wie GPS) ein theoretischer Ertrag nach Ansicht von Experten festgelegt (Tab. 3).

Tabelle 12: Theoretische Erträge festgelegt für wallonische Betriebe

Raufutterkategorie	Ertrag
Silomais	12.5 t TS/ha
Gras	9 t TS/ha
GPS (Ganzpflanzensilage)	8 t TS/ha

Die Menge dieses von der Herde aufgenommenen Futters, d.h. die Restfutteraufnahme (RFA), ist gleich der Differenz zwischen der gesamten autonomen Produktion an TS und der Produktion an TS von Getreide, Körnerleguminosen und Futterrüben [(1) + (2) + (3)]:

$$\mathbf{RFA = TS_{Eigenproduktion}[dt] - \left(TS_{Getreide}[dt] + TS_{Körnerleguminosen}[dt] + TS_{Futterrüben}[dt]\right)}$$

Um die geschätzten Erträge pro Betrieb von jedem dieser Raufuttermittel zu erhalten, wird der theoretische Ertrag jedes Futters mit dem Quotienten aus der Restfutteraufnahme und der theoretischen Futteraufnahme (Summe der festen Erträge gewichtet mit den jeweiligen ha jedes Futters) multipliziert.

$$Ertrag_{Silomais}\left[t\frac{TS}{ha}\right] = Festgelegter\ Ertrag_{Silomais} * \frac{RFA}{\Sigma Festgelegten\ Erträge * ha}$$

$$Ertrag_{Gras}\left[t\frac{TS}{ha}\right] = Festgelegter\ Ertrag_{Gras} * \frac{RFA}{\Sigma Festgelegten\ Erträge * ha}$$

$$Ertrag_{GPS}\left[t\frac{TS}{ha}\right] = Festgelegter\ Ertrag_{GPS} * \frac{RFA}{\Sigma Festgelegten\ Erträge * ha}$$

Auch die Variante für die wallonischen Betriebe zeigt eine hohe Übereinstimmung mit den Werten der modifizierten IDELE-Methode nach CONVIS (Abb. 4):

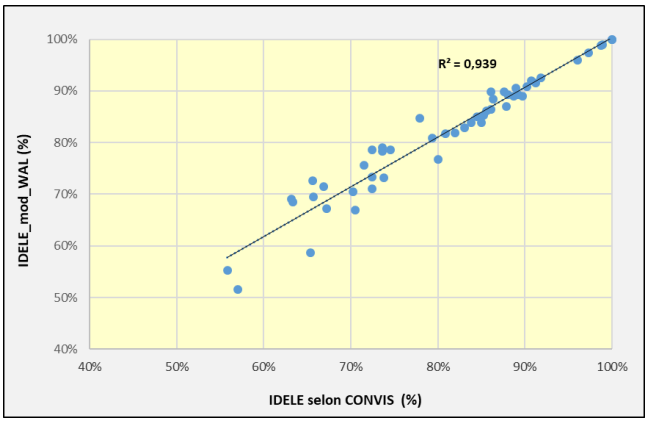


Abbildung 4: Korrelation zwischen der Eiweißautarkie nach IDELE, modifiziert nach Convis, und der Variante für Wallonien (n=50)

D.3 Schlussfolgerung

Aufgrund dieser hohen Korrelationen und um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wird die von CONVIS vorgeschlagene Variante (mit der für die wallonischen Betriebe dargestellten Modifikation) beibehalten, um die Autarkie mit dem IDELE-Ansatz für alle Betriebe von AUTOPROT zu berechnen.

E Festlegung der Vorgehensweise für die Berechnung der Eiweißautarkie auf betrieblicher Ebene im Rahmen des Projektes AUTOPROT.

Die Eiweißautarkie beschreibt den Selbstversorgungsgrad an Eiweiß in der Tierproduktion, sei es die Milchvieh- oder die Fleischrinderherde. Zur Beschreibung der Eiweißautarkie gibt es mindestens zwei Ansätze, die folgendermaßen zusammengefasst werden können:

- Die Eiweißautarkie nach IDELE (Institut de l'Élevage) drückt aus, wieviel vom Eiweiß des der Herde vorgelegten Futters aus betrieblichen Quellen stammt. Die Autarkie ist also in diesem Fall unabhängig vom Bedarf der Tiere und unterschätzt einen möglichen Luxuskonsum. Diese Vorgehensweise betont vor allem die Leistung des Betriebes bei der Produktion von Eiweiß: Die Autarkie steigt mit dem Steigen des Eigenanteils an Eiweiß. Ein Schema der Berechnung dieses Parameters ist Abb.5 zu entnehmen:

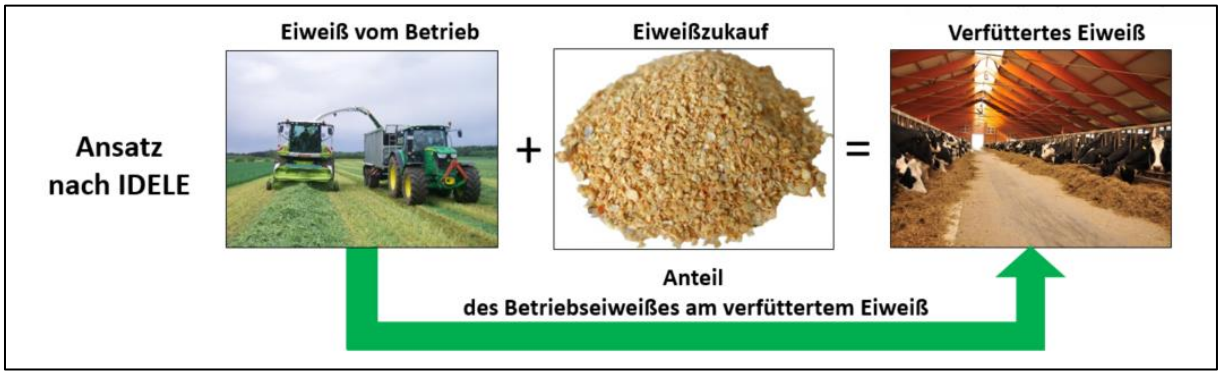


Abbildung 5: Schema der Berechnung der Eiweißautarkie nach IDELE

- Die Eiweißautarkie nach CONVIS wird am Bedarf der Tiere an Rohprotein gemessen. Der Unterschied zwischen Bedarf und Rohproteinzukauf ist die Eigenverwertung an Eiweiß der Herde, das heißt, wie viel an Eiweiß vom Tier in Milch und Fleisch umgesetzt wird (Abb.6). Es wird dabei unterstellt, dass die Verwertung vom Zukaufeiweiß 100 % ist, und dass alles was über den Bedarf geht, Luxuskonsum ist. Der Ansatz in Belgien (AWE/Elevéo) ist vergleichbar, nur, dass an der Stelle von Rohprotein das Verdauliche Eiweiß als Basis der Berechnung verwendet wird.

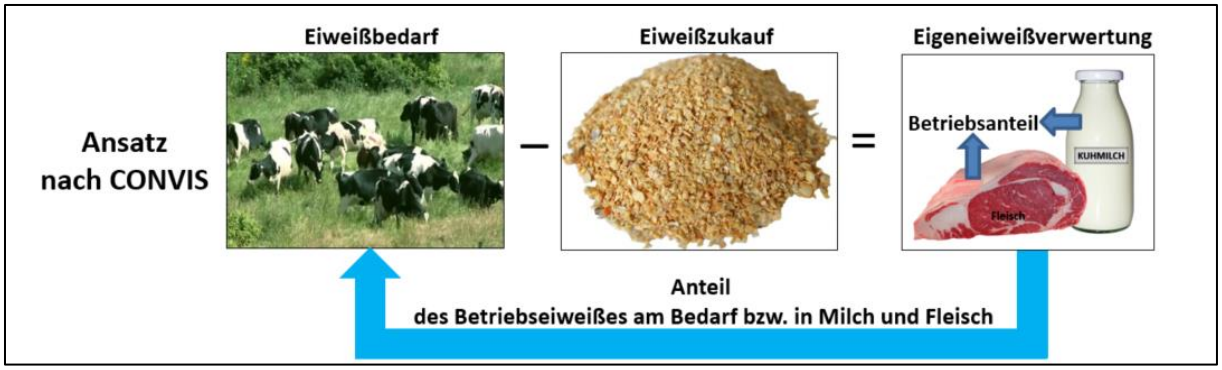


Abbildung 6: Schema der Berechnung der Eiweißautarkie nach Convis

Die Eiweißautarkie nach IDELE ist letztlich ein Maß des tatsächlich im Betrieb erzeugten Eiweißes. Im Zusammenspiel mit der Eiweißautarkie nach CONVIS ermöglicht er abzuschätzen, wie viel Eiweiß im Betrieb möglicherweise vergeudet bzw. nicht verwertet wird. Man kann mathematisch beweisen, dass der Unterschied zwischen den beiden Ansätzen genau den Rohproteinüberschuss in der Futtervorlage der Tiere darstellt (Abb.7):

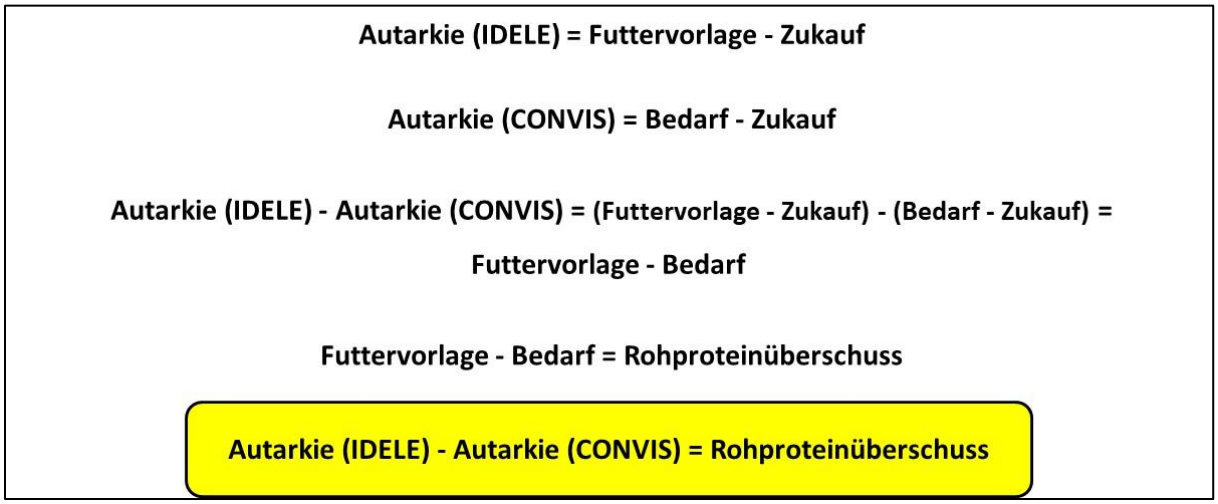


Abbildung 7: Bedeutung des Unterschieds zwischen Autarkie nach IDELE und nach CONVIS

Das Ziel ist also, die Harmonisierung der beiden Ansätze und somit eine präzisere Beschreibung der Eiweißautarkie auf Milchvieh- und Fleischrinderbetrieben zu ermöglichen. Dies resultiert letztendlich in der Quantifizierung der Menge an Eiweiß, die eingespart werden kann. Abb.8 resümiert die hier dargestellten Zusammenhänge.

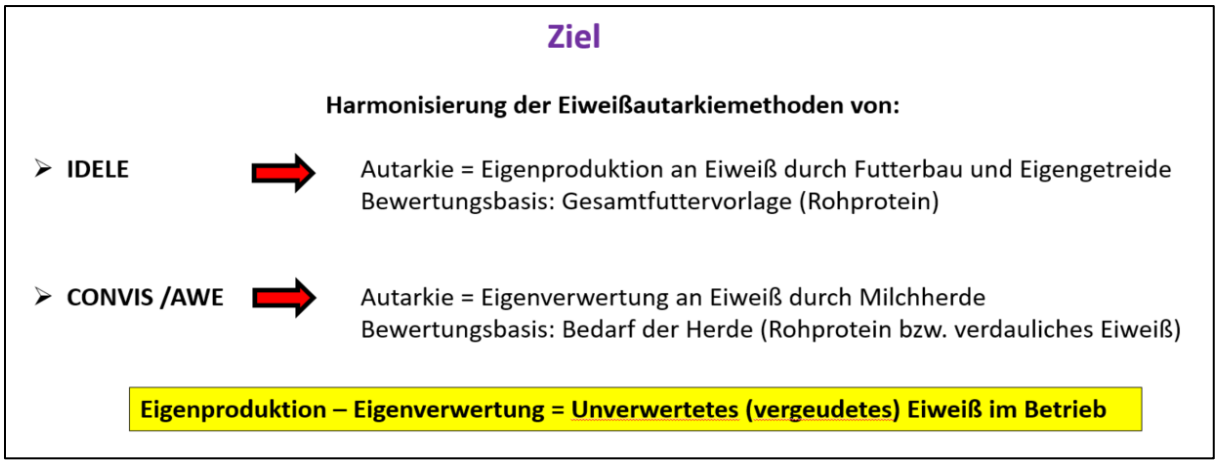


Abbildung 8: Zusammenfassung der Zusammenhänge zwischen den Autarkieparametern von IDELE und CONVIS/AWE

Entscheidung bezüglich der Vorgehensweise

Aufgrund der Tatsache, dass die zwei Möglichkeiten der Erfassung der Eiweißautarkie nach IDELE und nach CONVIS in Kombination zueinander auch die Abschätzung des vergeudeten Eiweißes bzw. der ungenutzten Eiweißreserven des Betriebes ermöglichen, werden beide Ansätze zur Beschreibung der Eiweißautarkie auf betriebliche Ebene für den Verlauf des Projektes angewendet. Als Eiweißmaß wird das Rohprotein festgehalten, da durch diese Größe sowohl im Ansatz von IDELE als auch von CONVIS die Bewertung der Eiweißautarkie im Betrieb verwendet wird.

F Zur Methodik der Eiweißautarkieberechnung auf regionaler Ebene der Partnerregionen

F.1 Das Grundberechnungsschema

Das Grundberechnungsschema zur Ermittlung der regionalen Eiweißautarkie der Partnerregionen Luxemburg, Lorraine, Rheinland-Pfalz, Saarland und Wallonien beruht einerseits auf der Berechnung des Rohproteinbedarfs der in der Region gehaltenen Wiederkäuer (Rinder, Ziegen und Schafe) und Monogastrier (Schweine, Legehennen und Masthähnchen) und andererseits auf der auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen produzierten Rohproteinmenge.

Die regionale Eiweißautarkie (XP-Autarkie) wird prozentual dargestellt, indem das Verhältnis von Produktion zu Bedarf *100 berechnet wird.

$$\textbf{Regionale XP}_{\textbf{Autarkie}}\ [\%] = \frac{\textbf{XP}_{\textbf{Produktion}}\ \textbf{auf landwirtschaftlichen Nutzflächen der Region}}{\textbf{XP}_{\textbf{Bedarf}}\textbf{des Tierbestandes der Region}} * \mathbf{100}$$

Die regionale Eiweißautarkie wird als Mittelwert der Wirtschaftsjahre 2014-2016 ausgewiesen.

F.2 Rohproteinbedarf des Tierbestandes der Region

Zur Ermittlung des Rohproteinbedarfes des Tierbestandes der Region wurde zunächst die Anzahl der Tiere in den verschiedenen Tierkategorien aus offiziellen, statistischen Daten der Region für die Jahre 2014, 2015 und 2016 erfasst.

Nebenstehend die Auflistung der berücksichtigten Tierkategorien.

Anzahl Rinder bis zu 1 Jahr *bovins de moins d'un an*
Anzahl Rinder 1-2 Jahre *bovins d'un an à moins de deux ans*
Anzahl Rinder über 2 Jahre *Bovins de deux ans et plus*
davon Milchkühe *dont vaches laitières*
davon Mutterkühe *dont vaches allaitantes*
davon Färsen *dont Génisses*
davon männliche Tiere über 2 Jahre *dont mâles de deux ans et plus*
Sauen *dont truies/ porcs reproducteurs*
Saugferkel *porcelets de moins de 8 kg*
Aufzuchtferkel *porcs de 8 à 30 kg*
Mastschweine *porcs de > de 30 kg*
Schafe *ovins*
Ziegen *caprins*
Hennen und Hähnchen *poules et poulets*

Im zweiten Schritt wurde dann der Rohproteinbedarf pro Tier in der jeweiligen Tierkategorie in kg /Jahr aufgrund von Bedarfswerten offizieller und aktueller Futterbedarfstabellen ermittelt (siehe Quellenangaben).

Nur in der Tierkategorie Milchkuh wurde eine Formel der Gesellschaft für Tierernährung zur Berechnung des Rohproteinbedarfs in Abhängigkeit der Milchleistung, des Lebendgewichtes und der Milchinhaltsstoffe zugrunde gelegt, welche den unterschiedlichen Gegebenheiten in den Regionen Rechnung tragen soll.

$$\textbf{Rohproteinbedarf}\ (\textbf{XP}_{\textbf{Bedarf}})\ \textbf{der Milchkuh} = ((\mathbf{5.9206} * \textbf{log}(\textbf{kg LG}) - \mathbf{6.25}) * \mathbf{6.25} + (\mathbf{2.19} * \textbf{kg TM}) * \mathbf{6.25} + (\mathbf{0.018} * \textbf{kg LG}^{0.75}) * \mathbf{6.25} + (\textbf{kg Milch} * \%\ \textbf{Eiweiß} * \mathbf{10})) * \mathbf{2.1}$$

LG = Lebendgewicht

Der Rohproteinbedarf des Tierbestandes einer Region ergibt sich wie folgt:

$$\mathbf{XP_{Bedarf}\ des\ Tierbestandes} = \frac{\mathbf{(Anzahl\ Tiere)}}{\mathbf{Tierkategorie}} * \mathbf{XP_{Bedarf}/Tier/Tierkategorie\ Tonnen\ /Jahr}$$

F.3 Rohproteinproduktion auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen der Region

Zur Ermittlung der XP-Produktion auf landwirtschaftlichen Nutzflächen der Region wurde zunächst eine Kategorisierung der landwirtschaftlichen Nutzflächen festgelegt, für die in den verschiedenen Partnerregionen auch statistische, offizielle Datengrundlagen bestehen.

Nachstehend die Auflistung der berücksichtigten Nutzflächenkategorien.

Futterpflanzen für Wiederkäuer	Getreide und Körnerleguminosen
Wiesen und Weiden *prairies et pâturages*	Erbsen/Bohnen *Pois/Févérole*
davon Biogassubstrat *dont utilisé en production biogas*	davon Verkaufskörnerleguminosen *dont pois/févérole commercialisés*
Extensiv bewirtschaftete Wiesen und Weiden *Prairies et pâturages extensives*	davon verfütterte Körnerleguminosen dont pois/févérole fourragères
Feldfutter *prairies temporaires*	Raps *Colza*
Futterleguminosen *légumineuses fourragères*	davon Verkaufsraps *dont colza commercialisé*
Luzerne *Luzerne*	davon verfütterter Raps dont colza fourragère
Futterrüben *betteraves fourragères*	Getreide total *céréales total*
Mais total *maïs total*	davon Verkaufsgetreide *dont céréales commercialisés*
davon Futtermais *dont maïs fourrager*	davon Futtergetreide dont céréales fourragères
davon Biogas Mais etc *dont mais biogaz*	Sonnenblumen *Tournesol*

Abbildung 9: Auflistung der berücksichtigten Nutzflächenkategorien

Zur Ermittlung einer praxisnahen XP-Produktion aus den unterschiedlichen Kulturen hat jede Partnerregion praxisrelevante und gesicherte Daten zum Ertragsniveau und zum XP- Gehalt der jeweiligen Kulturen für die Jahre 2014,2015 und 2016 ermittelt.

So wurde unter Kenntnis der Höhe der Anbaufläche die XP-Produktion der jeweilig angebauten Kulturen in Tonnen (t) pro Jahr ermittelt.

XP-Produktion= Anbaufläche/Kultur/Jahr in ha * Ertrag in t/ha/Jahr *XP-Gehalt/t/Jahr

F.4 Die Berechnung der regionalen Eiweißautarkie

F 4.1 Globale regionale Eiweißautarkie

Wie zu Anfang bereits erläutert, wird die globale regionale Eiweißautarkie wie folgt ermittelt:

$$\textbf{Globale regionale Eiweißautarkie in } \% = \frac{\mathbf{XP_{Gesamt\ Nutzflächenproduktion}}}{\mathbf{XP_{Gesamtbedarf\ des\ Tierbestandes}}} * \mathbf{100}$$

Die globale regionale Eiweißautarkie stellt das theoretische Potenzial einer Region in puncto Eiweißversorgung der Tierbestände dar.

F.4.2 Regionale Futterflächen-Eiweißautarkie

Nicht alle landwirtschaftlichen Nutzflächen der Region werden auch als Futterflächen zur Absicherung der Fütterung der Tierbestände genutzt. Der Futterflächenanteil an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche ist je nach Region recht unterschiedlich.

Daher wurde in einem zweiten Schritt festgelegt, die Eiweißautarkie der Region auch auf der Grundlage der Eiweißproduktion auf den Futterflächen in Relation zum Eiweißbedarf der Tiere zu berechnen.

$$\textbf{Regionale Futterflächen} - \textbf{Eiweißautarkie in } \% = \frac{\mathbf{XP_{Produktion\ auf\ landwirtschaftlichen\ Futterflächen}}}{\mathbf{XP_{Gesamtbedarf\ des\ Tierbestandes}}} * \mathbf{100}$$

Zu den Futterflächen gehören:

Wiesenfutterflächen, Weiden, Feldfutter, Futterleguminosen, Luzerne, Futterrüben, Futtermais, Flächen mit Körnerleguminosen, Raps, Getreide und Sonnenblumen, welche zur Fütterung der Tierbestände eingesetzt werden.

F.4.3 Regionale Futterflächen-Eiweißautarkie unter Berücksichtigung der Verdauungsphysiologie der Tiere

Verdauungsphysiologisch gilt es zu berücksichtigen, dass Rohprotein aus unterschiedlichen Anbaukulturen auch eine unterschiedliche Wertigkeit in der Fütterung besitzt (biologische Wertigkeit). Hier ist besonders bei den Monogastriern hervorzuheben, dass diese in den aktuellen Zucht- und Haltungsformen nicht mit Rohprotein aus Wiesen und Weiden ernährungsphysiologisch korrekt ausgefüttert werden können.

Monogastrier sind auf die Zufuhr essentieller Aminosäuren in einer bestimmten Höhe je nach Produktionsphase angewiesen und Grünfuttermittel sind hier nicht die adäquate Futtergrundlage. Selbst das Verfüttern von Körnerleguminosen wie Ackerbohnen und Erbsen kann nur begrenzt einen Beitrag zur ernährungsphysiologisch korrekten Fütterung von Monogastriern leisten.

In der Tierkategorie der Wiederkäuer gelten derartige Einschränkungen besonders für Milchkühe und Bullen. Das Leistungsniveau der Milchkühe (Liter Milch /Kuh /Jahr), wie auch der Bullen (Tageszunahmen /Tag /Bulle), lässt eine ernährungsphysiologisch korrekte Fütterung dieser Tiere ausschließlich mit Silagen (Mais/Gras) und Getreide sowie Körnerleguminosen nicht zu.

Die Begrenzung in der Futteraufnahmekapazität bei gleichzeitig hohen Tierleistungen stellt ein zusätzliches Versorgungsproblem dar, so dass diese Tiere darauf angewiesen sind, einen Mindestanteil ihrer Rohproteinversorgung über Sojaextraktionsschrot zu decken.

Auf der Grundlage dieser Zusammenhänge hat jede Partnerregion ermittelt, welcher Zukauf an Eiweiß in Form von Sojaextraktionsschrot für deren spezifische Fütterungssituationen der einzelnen Tierkategorien notwendig wäre, um eine ernährungsphysiologisch korrekte Fütterung zu gewährleisten. Daraus ergab sich dann eine pro Region berechnete Menge an notwendigem Zukauf von Eiweiß in Tonnen /Jahr in der Qualität von Sojaextraktionsschrot.

Dieser ernährungsphysiologisch notwenige Zukauf an Eiweiß wird zu dem Bedarf an Eiweiß des regionalen Tierbestandes addiert, um die regionale Futterflächen-Eiweißautarkie unter Berücksichtigung der Verdauungsphysiologie der Tiere zu berechnen.

$$\textbf{Verdauungsphysiologisch angepasste regionale Futterflächen} - \textbf{Eiweißautarkie in } \% = \frac{\mathbf{XP_{Produktion\ auf\ landwirtschaftlichen\ Futterflächen}}}{\mathbf{XP_{Gesamtbedarf\ des\ Tierbestandes}} + \textbf{physiologisch notwendiger Zukauf an XP}} * \mathbf{100}$$

F.5 Quellen

Gruber Futterwerttabelle (2017),42. Auflage

LfL, 21. Auflage, Futterberechnung für Schweine

DLG Merkblatt 343 zur Legehennenhaltung

GfE (2011): Empfehlung zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe, DLG-Verlag, Frankfurt/Main

Statec

Gouvernement Grand-Ducal : Rapport d'activité Ministère de l'Agriculture 2016

G Anhang

G.1 Vorgehensweise zur Abschätzung des tatsächlich importierten Eiweißes in Luxemburg

1. Statistik des in den CONVIS-Betrieben importierten Futters (Quelle: Hoftorbilanz der Betriebe)

2. Zuordnung des Futters zu den einzelnen Tierkategorien (Milchkühe, Kälber, Bullen, Mastschweine…)

3. Hochrechnung der Rohmengen an importiertem Futter für ganz Luxemburg nach den Gesamtviehzahlen

4. Zuordnung des Futters bzw. der Futterkomponenten zum Ursprung (Inland bzw. Ausland)
   - Zusammensetzung von Kraftfuttermitteln nach Meinung von Experten
   - Inland-Anteil an Futtergetreide und Raps nach den im Inland produzierten Mengen

5. Berechnung der Gesamtmengen an Auslandeiweiß im importierten Futter

Ist-Import (Eiweiß-Import ermittelt über den Ansatz von CONVIS

[redacted]

Soll-Import (Eiweiß-Import ermittelt über den Ansatz der AG „Region“)

[redacted]

[redacted]

Verlust (verschwendetes Eiweiß)

AutoProt ist eine Kooperation von 10 Partnern:

CONVIS Société Coopérative, Luxemburg

Lycée Technique Agricole. Luxemburg

Institut de l'Elevage, Frankreich

Chambre d'Agriculture de la Moselle, Frankreich

Chambre d'Agriculture des Vosges, Frankreich

Centre Wallon de Recherches Agronomiques, Belgien

Association Wallonne de l'Élevage asbl (awé; asbl), Belgien

Centre de Gestion du SPIGVA ASBL, Belgien

Landwirtschaftskammer für das Saarland, Deutschland

Landwirtschaftskammer Rheinland-Pflaz, Deutschland