LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Cluster Ernährung

Bayerischer Müllerbund e.V.
Landesverband der bayerischen Mühlen
Karolinenplatz 5a, 80333 München
Müllerhaus

Nebenerzeugnisse der Mehlmüllerei

Ergebnisse eines Projektes zur Untersuchung des Futterwertes von Mühlennachprodukten

LfL-Information

1 Bedeutung von Brotgetreide in Bayern

1.1 Anbau und Vermahlung

Mehl aus Getreide und die daraus erzeugten Nahrungsmittel, vor allem Brot und Backwaren stellen einen erheblichen Beitrag zur Grundversorgung der Bevölkerung dar, auch wenn der Anteil der Anbaufläche für Brotgetreide nicht auffällig hoch erscheint.

In Bayern wird von der landwirtschaftlichen Nutzfläche rund 1/3 mit Getreide bestellt. Davon wird etwa 1/6 als Brotgetreide genutzt, wie aus Tab. 1 zu ersehen ist.

Tab. 1: Flächennutzung in Bayern (gerundet)

Landesfläche	7,1 Mio. ha
Landwirtschaftliche Nutzfläche	3,2 Mio. ha
Ackerfläche	2,2 Mio. ha
Getreidefläche	1,2 Mio. ha
Brotgetreidefläche	0,2 Mio. ha

In den Mühlen in Bayern werden jährlich nahezu 1,3 Mio t Brotgetreide vermahlen, davon sind rund 1,1 Mio. t Weizen und fast 200 000 t Roggen. Der größte Teil des in Bayern vermahlenen Getreides stammt aus dem heimischen Anbau. Vor allem in kleinen und mittelständischen Mühlen wird der größere Teil des Getreides direkt vom erzeugenden Landwirt angeliefert.

Aus dem Brotgetreide werden über 1 Million t Mehl gewonnen, das entspricht einer Menge von rund 85 kg Mehl je Einwohner. Neben Weizen und Roggen werden auch Dinkel, Einkorn und Emmer vermahlen, allerdings in mengenmäßig unbedeutendem Umfang.

Tab. 2: Getreidevermahlung in bayerischen Mühlen (gerundet)

Verarbeitetes Brotgetreide	1,1 Mio t Brotweizen	200 000 t Brotroggen
Gewonnene Erzeugnisse	1,0 Mio t Mehl 85 kg je Einwohner	250 000 t Nebenerzeugnisse 65 kg je Schwein

Bei einer mittleren Mehlausbeute von rund 80 % fallen bei der Getreidevermahlung rund 250 000 t Mühlennachprodukte an. Diese sind für den menschlichen Verzehr kaum geeignet und werden seit alters her mit Erfolg über die Fütterung von Nutztieren verwertet.

1.2 Untersuchungsvorhaben zum Futterwert der Nebenerzeugnisse

Ergebnisse zum Futterwert der bei der Mehlmüllerei anfallenden Nebenerzeugnisse liegen in den einschlägigen Tabellen wie den DLG-Futterwerttabellen Schweine in durchaus beachtlichem Umfang vor. Die letzte verfügbare 6. Auflage stammt allerdings aus dem Jahre 1991 und bezieht sich zwangsläufig auf entsprechend ältere Untersuchungen.

Seit dieser Zeit können sich einige Veränderungen ergeben haben, beispielsweise durch den züchterischen Fortschritt bei Backgetreide oder den technischen Ablauf in den Mühlen. Deshalb erschien es angebracht, ein entsprechendes Vorhaben anzustoßen, um den Futterwert von Mühlennebenerzeugnissen mit neuen Ergebnissen zu belegen.

Die Untersuchungen wurden auf drei Ebenen angesetzt:

1) Erstellen von Mühlenbilanzen: Beprobung von Mahlpartien mit Angaben der Mengen, um damit die Aufteilung des Mahlgetreides und dessen Inhaltsstoffe auf Mehl und Nebenerzeugnisse abzubilden.

2) Bestimmung der Verdaulichkeit von Mühlennebenerzeugnissen im Tierversuch (Mastschweine) als Grundlage der Energiebewertung.

3) Untersuchungen von Nebenerzeugnissen nach Inhaltsstoffen, wobei Futterproben aus Mühlen und von Landwirten gezogen wurden.

Aus den neu gewonnenen Ergebnissen sollen in Verbindung mit vorliegenden Daten die verschiedenen Futterwertkennzahlen von Mühlennebenerzeugnissen für die Arbeit in der Beratung abgeleitet werden.

Unter Federführung des Institutes für Tierernährung und Futterwirtschaft der LfL in Grub wurden die Labor-Untersuchungen im Futtermittellabor der LfL (AQU 3) in Grub durch geführt. Die Aufwendungen wurden vom Bayerischen Müllerbund und aus dem Cluster Ernährung unterstützt.

2 Vom Getreide zum Mehl

2.1 Bestandteile und Verarbeitung des Getreidekornes

Das Korn ist die Frucht der Getreidepflanze, welche der Vermehrung dient. Durch pflanzenzüchterische Veränderungen über Jahrtausende wurde der Mehlkörper vergrößert und die Eignung als Nahrungsmittel verbessert. Beim Saatgetreide dient die Stärke im Mehlkörper dem Keimling als vegetative Energiequelle.

Das Getreidekorn ist von mehreren Schalenschichten umgeben, die es vor vorzeitigem mikrobiellem Verderb schützen. Bei der Vermahlung wird die Schale vom Mehlkörper abgetrennt. Dabei werden nach der Endreinigung des Getreides beim eigentlichen Mahlvorgang in den Walzenstühlen die Körner zwischen geriffelten Walzenpaaren aus Stahl aufgebrochen. Dadurch wird die Schale des Kornes abgelöst und der Mehlkörper frei gelegt. Nach jedem Mahlvorgang wird gesiebt und die Schalenteile, die Kleie, entfernt. Der Mahl- und Siebvorgang wird solange wiederholt, bis das Mehl in der gewünschten Form (Feinheit, Type) vorliegt und in das Mehlsilo eingelagert werden kann.

Die vom Mehl abgetrennten Schalenteile werden durch Sieben aufgetrennt in Kleie, Grießkleie und Futtermehle. Diese Nachprodukte werden in eigenen Silos gelagert, bevor sie als Futtermittel die Mühle in Richtung Landwirt oder Mischfutterindustrie verlassen.

3 Aufteilung bei der Vermahlung

3.1 Ziehen von Mühlenproben

Um den Vorgang der Vermahlung mit dem Auftrennen des Kornes in Mehl und Nebenerzeugnisse auch zahlenmäßig nach vollziehen zu können, wurden von Mahlpartien aus Mühlen Proben genommen, auf Inhaltsstoffe untersucht und mit den Mengenangaben verrechnet.

Es wurden fünf Weizenpartien, davon vier mit Mehltype 550 und eine mit Mehltype 405, sowie zwei Roggenpartien mit Mehltype 1150 bei verschiedenen Müllern beprobt. Dabei wurden sowohl Proben von Ausgangsgetreide, Mehl und Nacherzeugnissen (Nachmehl, Grießkleie, Kleie) gezogen, wie auch die jeweiligen Mengen beziffert. Das Mahlgetreide stammte aus der Ernte 2011. Die Proben wurden im Futtermittellabor (AQU 3) der LfL in Grub mit nasschemischen Methoden untersucht. Aus Mengenangaben und Gehalten an Inhaltsstoffen konnte die inhaltliche Zusammensetzung der Fraktionen berechnet werden.

3.2 Bilanzrechnungen bei den Mühlenproben

In den folgenden Tabellen 3 bis 6 sind die Ergebnisse der Bilanzrechnungen nach den Mengenangaben der Müller beispielhaft für 1000 kg Ausgangsgetreide aufgezeigt. In jeweils einem Block sind die Werte von Mahlgetreide, Mehl und Nebenerzeugnissen (Weizennachmehl, Weizengrießkleie, Weizenkleie bzw. Roggengrießkleie) aufgeführt. In der ersten Zeile eines Blockes finden sich jeweils die gefundenen Gehalte an g Trockenmasse (TM) je kg sowie die Ergebnisse der Untersuchung auf Stärke, Rohfaser, Rohprotein und Rohasche in g je kg Trockenfutter (880 g TM/kg):

Unter Menge sind 1000 kg Ausgangsware Mahlgetreide nach den Angaben der Müller auf Mehl und Nebenerzeugnisse umgerechnet. Aus Menge mal gemessener Inhaltsstoff errechnen sich sowohl für das Ausgangsgetreide wie für die verschiedenen Fraktionen die Mengen an Inhaltsstoffen in kg (kursiv). Die Summe aus den Mengen des Mehles plus der Summe der Nebenerzeugnisse ergibt als rechnerische Bilanz den Vergleichswert (Zeile Sum. Mehl+Neb.) zum analysierten Ausgangsgetreide und sollte diesem nahe kommen. Dies ist trotz der unvermeidlichen Abweichungen durch Probenahme und Analysenfehler überwiegend der Fall.

Die Summe der Nebenerzeugnisse ist in einer eigenen Zeile (Summe Neb.erz.) aufgeführt. Diese ergibt sich aus Nachmehl, Grießkleie und Kleie bei Weizen, beim Roggen fällt nur Grießkleie an.

Bei den dargestellten Mühlenproben ist mit Weizen 1 (Tab. 3) eine hohe Mehlausbeute (833 kg Mehl aus 1000 kg Mahlweizen), mit Weizen 3 (Tab. 4) eine mittlere Ausbeute (764 kg Mehl) und mit Weizen 5 (Tab. 5) eine für die Mehltype 405 übliche niedrige Mehlausbeute (714 kg Mehl) aufgeführt. Die dargestellte Roggenprobe (Roggen 2, Tab. 6) weist eine hohe Ausmahlung (889 kg Mehl) aus, für ein Roggenmehl 1150 aber durchaus zu erwarten.

Entgegengesetzt zur Mehlausbeute verhält sich der Anfall an Mühlennebenerzeugnissen, in den genannten Beispielen mit einer Spannbreite von 111 kg (Roggen 2) bis zur Summe von 286 kg (Weizen 5). Die Verteilung der Nebenerzeugnisse auf Nachmehl, Grießkleie und Kleie kann in gewissen Bereichen durch Einstellungen im Mühlenbetrieb verschoben werden. Die Bezeichnung der Nebenerzeugnisse wurde von den einsendenden Müllern übernommen. Werden die analysierten Stärkegehalte den Anforderungen der Positivliste für Einzelfuttermittel als Differenzierungsmerkmal gegenüber gestellt, ist gelegentlich eine abweichende Zuordnung fest zustellen.

Tab. 3: Vermahlungsbilanz Mühlenprobe Weizen 1, Type 550 (Beschreibung im Text)

		Menge	TM	Stärke	Roh-faser	Roh-protein	Roh-asche
Ausgangsware Mahlweizen	g/kg		851	599	24	145	15
	kg	*1000*	*851*	*580*	*23,4*	*141*	*14,4*
Sum. Mehl+Neb.	*kg*	*1000*	*852*	*588*	*18,9*	*139*	*13,0*
Weizenmehl 550	g/kg		860	705	4	136	5
	kg	*833*	*709*	*568*	*3,1*	*109*	*4,2*
Summe Neb.erz.	*kg*	*167*	*143*	*20*	*15,7*	*30*	*8,8*
Weizen-nachmehl	g/kg		886	269	46	208	36
	kg	*10*	*9*	*2,8*	*0,5*	*2,2*	*0,4*
Weizen-grießkleie	g/kg		885	135	94	179	44
	kg	*45*	*39*	*6,0*	*4,2*	*7,9*	*2,0*
Weizenkleie	g/kg		865	102	102	184	60
	kg	*112*	*95*	*11,1*	*11,1*	*19,9*	*6,5*

Tab. 4: Vermahlungsbilanz Mühlenprobe Weizen 3, Type 550

		Menge	TM	Stärke	Roh-faser	Roh-protein	Roh-asche
Ausgangsware Mahlweizen	g/kg		851	631	22	136	15
	kg	*1000*	*851*	*610*	*20,8*	*132*	*14,3*
Sum. Mehl+Neb.	*kg*	*1000*	*861*	*598*	*19,7*	*135*	*15,0*
Weizenmehl 550	g/kg		854	721	6	126	5
	kg	*764*	*652*	*535*	*4,4*	*93*	*4,0*
Summe Neb.erz.	*kg*	*236*	*208*	*63*	*15,3*	*42*	*11,0*
Weizen-nachmehl	g/kg		882	488	20	187	29
	kg	*91*	*80*	*44,5*	*1,8*	*17,1*	*2,7*
Weizen-grießkleie	g/kg		881	182	79	173	48
	kg	*73*	*64*	*13,3*	*5,8*	*12,7*	*3,5*
Weizenkleie	g/kg		870	70	107	168	66
	kg	*73*	*64*	*5,1*	*7,7*	*12,2*	*4,8*

Tab. 5: Vermahlungsbilanz Mühlenprobe Weizen 5, Type 405

		Menge	TM	Stärke	Roh-faser	Roh-protein	Roh-asche
Ausgangsware Mahlweizen	g/kg		868	617	23	131	16
	kg	*1000*	*868*	*609*	*23,1*	*129*	*16,2*
Sum. Mehl+Neb.	*kg*	*1000*	*869*	*596*	*24,4*	*126*	*17,1*
Weizenmehl 550	g/kg		865	727	5,4	117	4,8
	kg	*714*	*618*	*510*	*3,8*	*82*	*3,4*
Summe Neb.erz.	*kg*	*286*	*251*	*85*	*20,6*	*44*	*13,8*
Weizen-nachmehl	g/kg		878	655	15	155	20
	kg	*83*	*73*	*54,2*	*1,3*	*12,8*	*1,7*
Weizen-grießkleie	g/kg		879	171	92	154	57
	kg	*167*	*147*	*28,5*	*15,4*	*25,7*	*9,4*
Weizenkleie	g/kg		871	77	111	161	75
	kg	*36*	*31*	*2,8*	*3,9*	*5,7*	*2,7*

Tab. 6: Vermahlungsbilanz Mühlenprobe Roggen 2, Type 1150

		Menge	TM	Stärke	Roh-faser	Roh-protein	Roh-asche
Ausgansware Mahlroggen	g/kg		879	563	21	96	15
	kg	*1000*	*879*	*563*	*21,4*	*96*	*15,2*
Sum. Mehl+Neb.	*kg*	*1000*	*880*	*568*	*20,3*	*105*	*14,2*
Roggenmehl 1150	g/kg		878	617	16	99	11
	kg	*889*	*780*	*547*	*14,1*	*87*	*9,4*
Summe Neb.erz.	*kg*	*111*	*100*	*21*	*6,1*	*17*	*4,8*
Roggen-grießkleie	g/kg		899	187	54	150	43
	kg	*111*	*100*	*21,2*	*6,1*	*17,0*	*4,8*

3.3 Aufteilen der Trockenmasse in Mühlenproben

Bei der Vermahlung wird das Mahlgetreide aufgetrennt in Mehl und Nebenerzeugnisse. In Abb. 1 ist dargestellt, wie sich die Trockenmasse (TM) aus dem Mahlgetreide in die verschiedenen Erzeugnisse verteilt. Der Prozentanteil an Trockenmasse des Mehles wird auch

als Mehlausbeute oder Ausmahlung bezeichnet. Die Anordnung der Mühlenproben aus Weizen ist an der Mehlausbeute ausgerichtet.

Die Verteilung auf die Nebenerzeugnisse Kleie, Grießkleie und Nachmehl ist teilweise von der Ausmahlung des Weizens abhängig. Bei den höheren Ausmahlgraden der Mühlenproben 1 und 4 fällt eher mehr Kleie an, bei der geringeren Mehlausbeute für Mehltype 405 von der Mühlenprobe 5 ergaben sich höhere Anteile an Grießkleie und Nachmehl.

Bei den beiden Mühlenproben mit Roggen wurde nur Grießkleie als Nebenerzeugnis angegeben.

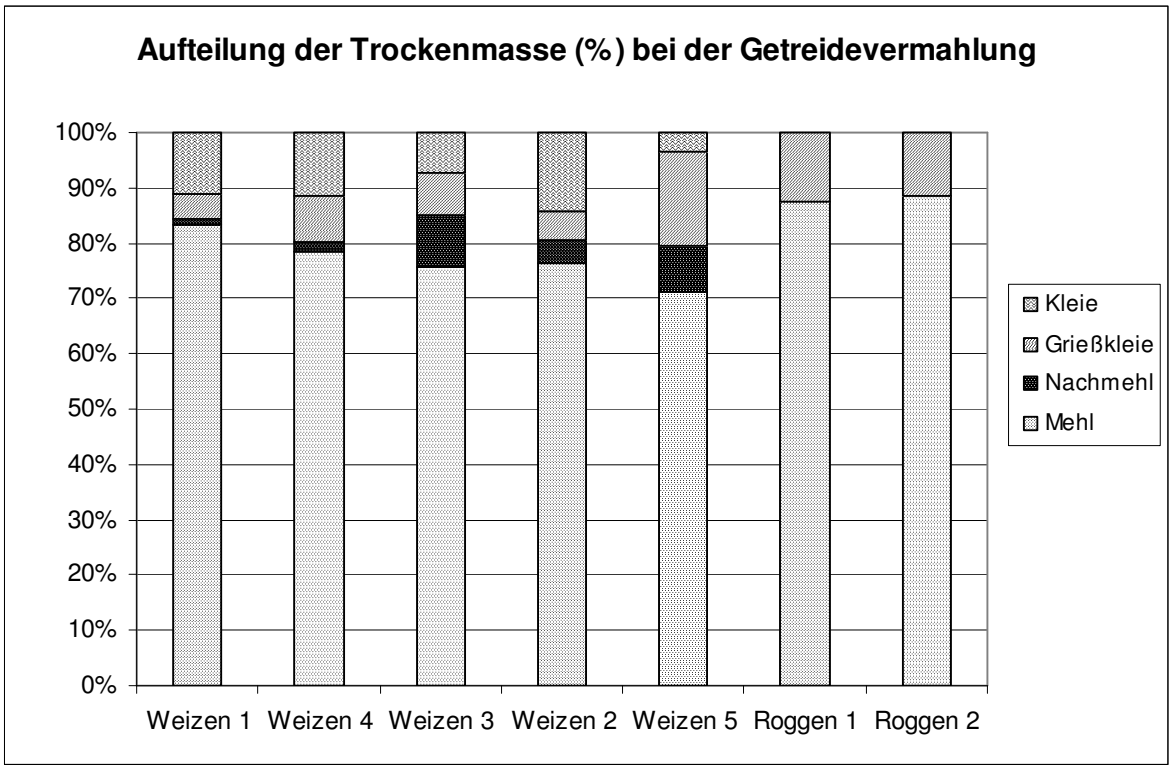

Abb. 1: Aufteilung der Trockenmasse aus dem Getreide der Mühlenproben in Mehl und Nebenerzeugnisse

3.4 Aufteilen der Stärke in Mühlenproben

Der wichtigste Inhaltsstoff im Mehl ist die Stärke. Die Aufteilung der Stärke aus dem Getreide der Mühlenproben in Mehl und Nebenerzeugnissen ist in Abb. 2 gezeigt.

Die Summe der Stärke aus den Erzeugnissen entspricht dem Gehalt an Stärke im Ausgangsgetreide. Die so errechneten Stärkesummen passen gut mit den gemessenen Gehalten im Mahlgetreide zusammen. In der Abb. 2 sind die Werte auf einen einheitlichen TM-Gehalt von 880 g je kg berechnet. Es ist der unterschiedliche Stärkegehalt in den Mahlgetreiden ersichtlich, der sich zwischen 575 und knapp 600 g Stärke je kg Weizen bewegt, die Roggenproben liegen etwas niedriger.

Mit geringerer Ausmahlung (in Abb. 2 von Weizen 1 bis Weizen 5) sinkt auch die Stärke, die sich aus dem Getreide im Mehl wieder findet. Fallen größere Anteile an Nachmehl bei der Vermahlung an, sind in diesem auch höhere Stärkemengen zu beobachten, vor allem bei Weizen 3 und 5. Da Kleien und Grießkleie stärkearm sind, gehen naturgemäß geringere Stärkemengen in diese Erzeugnisse.

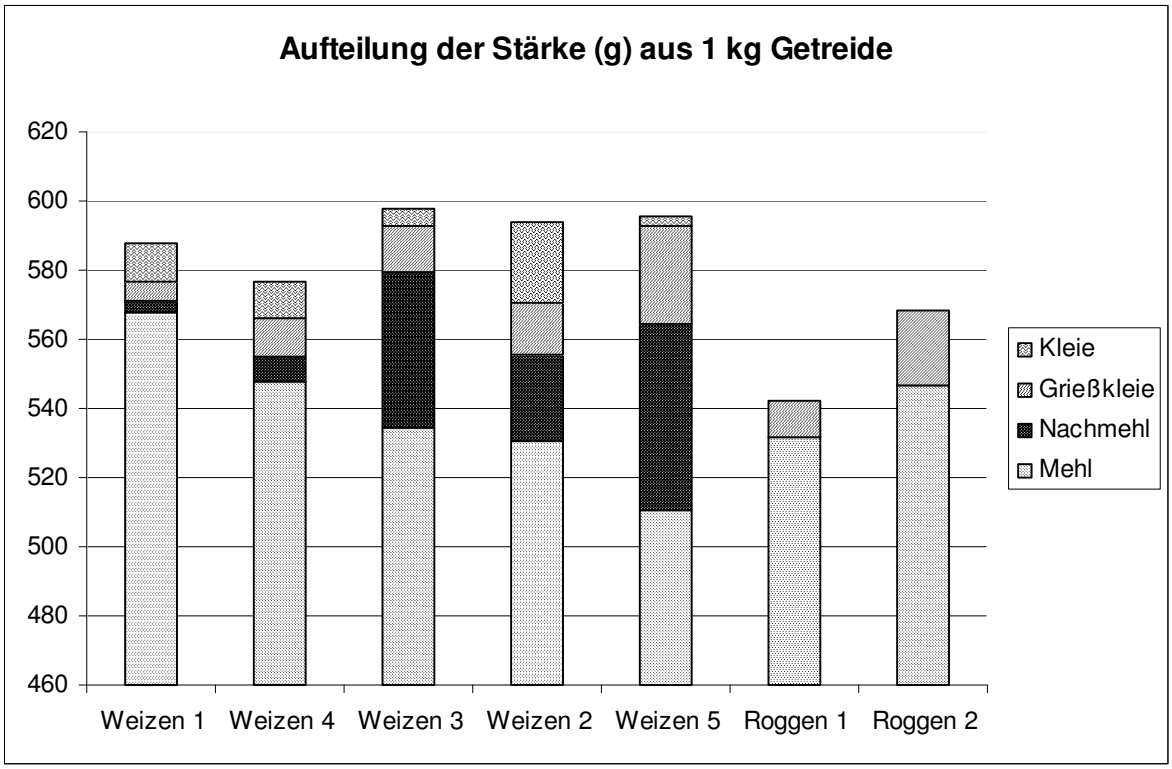

Abb. 2: Verteilung der Stärke aus dem Getreide der Mühlenproben in Mehl und Nebenerzeugnisse

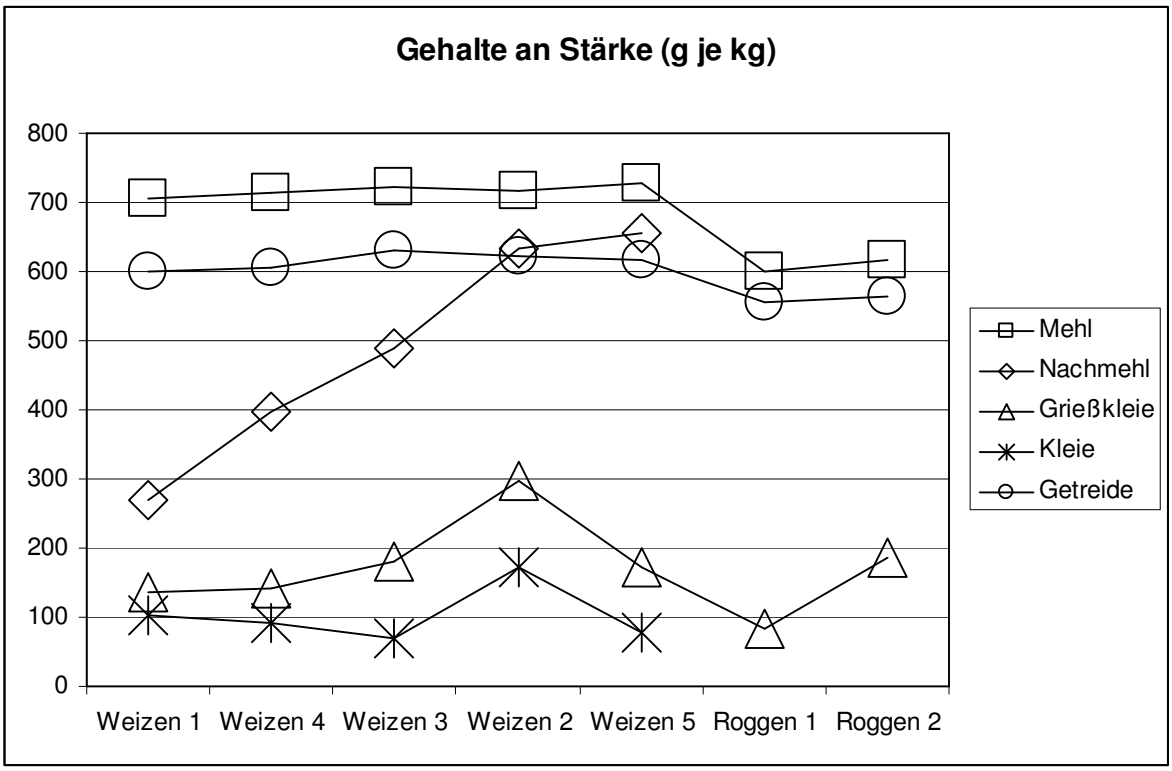

Abb. 3: Gehalte an Stärke in Getreide, Mehl und Nebenerzeugnissen der Mühlenproben (auf 880 g TM/kg berechnet)

3.5 Gehalte an Stärke in Mühlenproben

Die Gehalte an Stärke in den Proben von den Mühlen sind in Abb. 3 dargestellt, wiederum auf einheitlich 880 g Trockenmasse je kg bezogen. Hier ist deutlich erkennbar, dass der Stärkegehalt des Weizenmehles um etwa 100 g/kg höher liegt als im Ausgangsgetreide. Beim Roggen ist mit niedrigeren Ausgangswerten im Mahlgetreide eine Erhöhung um rund 50 g Stärke je kg im Roggenmehl zu beobachten.

Der Stärkegehalt ist ein wichtiges Differenzierungsmerkmal der Nebenerzeugnisse. Gemessen an den Anforderungen der Positivliste für Einzelfuttermittel sind Nachmehl (mindestens 44 v.H. Stärke) und Grießkleie (mindestens 17 v.H. Stärke) in den Mühlenproben Weizen 1 und Weizen 4 sowie Grießkleie der Roggenprobe 1 nicht passend zugeordnet. Allerdings sind die Anfallsmengen, wie in Abb. 1 ersichtlich, relativ gering.

3.6 Aufteilung des Rohproteins in Mühlenproben

In der Fütterung ist Rohprotein ein bedeutsamer Nährstoff. Die Untersuchung beruht nach der Weender Analyse auf der Bestimmung des Stickstoffgehaltes der Probe. In der Futtermittelanalytik wird der Rohproteingehalt mit dem Faktor 6,25 aus dem N-Gehalt berechnet, es wird von einem mittleren N-Gehalt von 16 % im Rohprotein ausgegangen. Bei der Proteinbestimmung von Backweizen als Gütekriterium der Backfähigkeit wird meist der Faktor 5,7 verwendet (andere Getreidearten 6,25). Dies ist beim Vergleich mit anderen Datenquellen zu beachten.

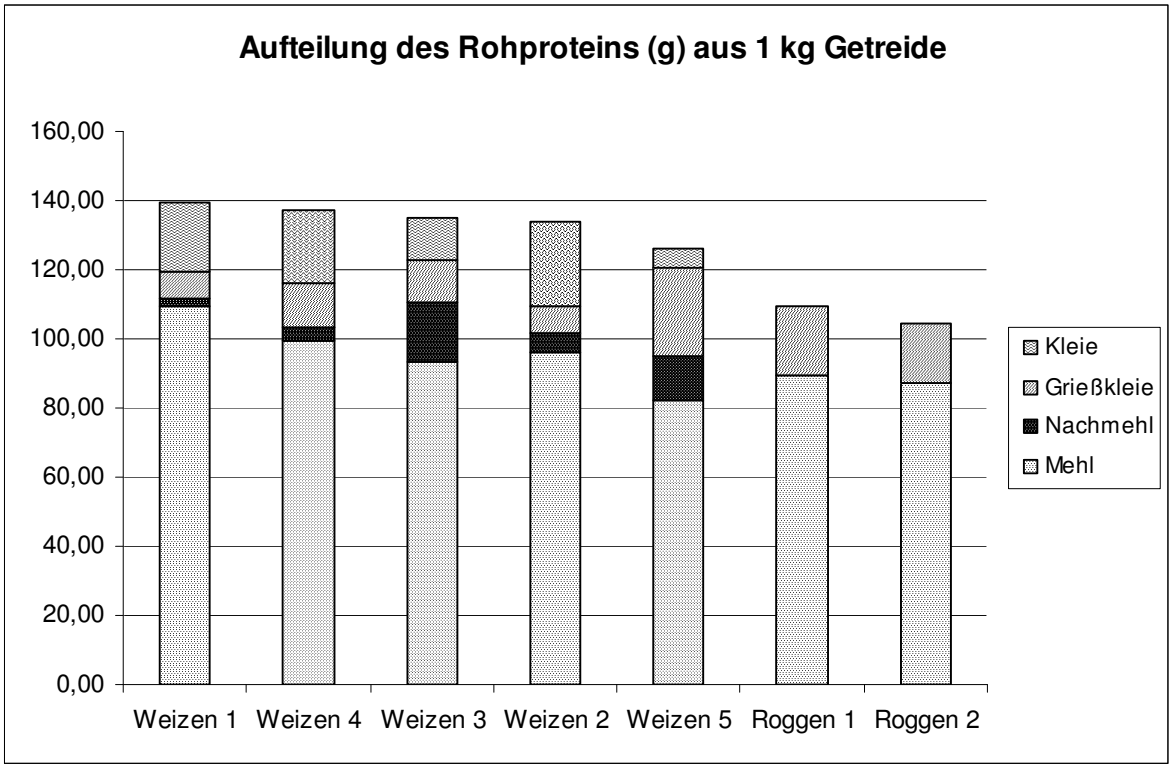

Abb. 4: Verteilung des Rohproteins aus dem Getreide der Mühlenproben in Mehl und Nebenerzeugnisse

In Abb. 4 ist die Verteilung des Rohproteins aus dem Getreide auf die Mühlenerzeugnisse aufgezeigt. Deren Summe ist der (errechnete) Gehalt des Mahlgetreides und liegt bei den Weizenproben zwischen 125 und 140 g Rohprotein je kg, für Roggen ergeben sich etwas über 100 g Rohprotein. Die Verteilung des Rohproteins folgt in etwa der Trockenmasse.

3.7 Gehalte an Rohprotein in Mühlenproben

Aus der Darstellung der Gehalte an Rohprotein in Abb. 5 ist die leichte Absenkung von Mahlweizen zu Weizenmehl zu erkennen. Dem entsprechend ergeben sich die höheren Rohproteingehalte in den Nebenerzeugnissen der Weizenvermahlung. Beim Roggen sind bei niedrigeren Rohproteingehalten nur geringe Veränderungen vom Getreide zum Mehl zu beobachten, für die Roggengrießkleien sind Rohproteinwerte um 150 g/kg anzusetzen.

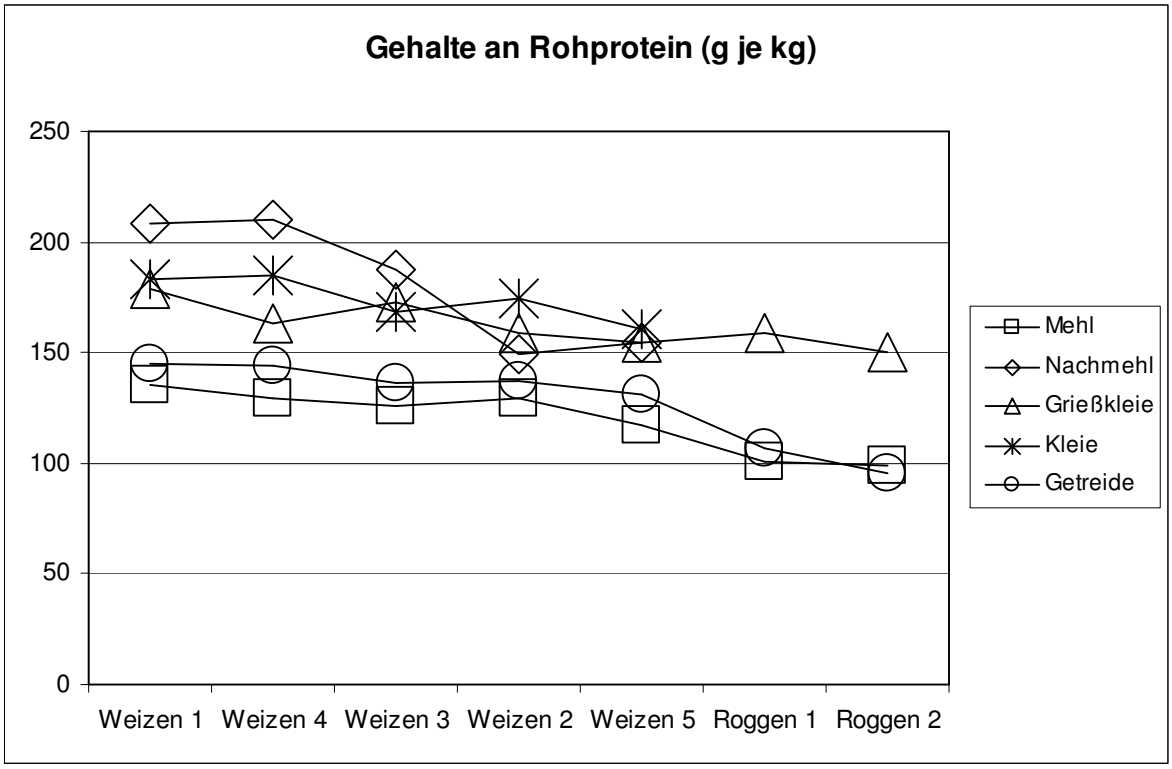

Abb. 5: Gehalte an Rohprotein in Getreide, Mehl und Nebenerzeugnissen der Mühlenproben (auf 880 g TM/kg berechnet)

4 Verdauungsversuche

4.1 Verdaulichkeit und Energiebewertung

In der Tierernährung ist die vom Tier verwertbare Energie der wichtigste Kennwert eines Futtermittels. In der Schweinefütterung wird mit der umsetzbaren Energie, ME in MJ (je kg Futter oder Trockenmasse, TM) gearbeitet. Das Prinzip beruht auf der Bestimmung der verdaulichen Rohnährstoffe, welche dann mit Energiekoeffizienten gewichtet werden. Die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe wird am Tier bestimmt. Mit solchen Verdauungsversuchen werden aus der Differenz von Aufnahme im Futter und Ausscheidung im Kot die Verdaulichkeiten berechnet. Von Futter und Kot werden die energiehaltigen Rohnährstoffe Rohprotein (XP), Rohfett (XL), Rohfaser (XF) und N-freie Extraktstoffe (NfE, XX) mit chemischen Analysen bestimmt. Aus der Division von verdauten zu aufgenommenen Rohnährstoffen ergeben sich die Verdaulichkeiten oder Quotienten (VQ) in Prozent.

Die Ergebnisse der Verdauungsversuche der verschiedenen Futtermittel sind in den DLG-Futterwerttabellen zusammen gefasst. Für Schweine ist derzeit die 6. Auflage (1991) verfügbar. Um mögliche Veränderungen von Futtermitteln zu erkennen, sind immer wieder neue Verdauungsversuche erforderlich.

4.2 Durchgeführte Verdauungsversuche

Im Rahmen des Vorhabens zum Futterwert von Nebenerzeugnissen der Müllerei wurden an der LfL in Grub Verdauungsversuche mit Schweinen durchgeführt. Weil Nebenerzeugnisse nicht als alleinige Futter verabreicht werden können, wurden diese zu jeweils 25 % zusammen mit 75 % Weizen oder Roggen als Grundmischung verfüttert. Die Getreidepartien wurden für sich ebenfalls geprüft. Aus der veränderten Verdaulichkeit der Gesamtration kann die Verdaulichkeit der geprüften Nebenerzeugnisse ermittelt werden. Jedes Futtermittel wurde mit 4 Mastschweinen nach knapp einwöchiger Angewöhnung über die Sammelperiode von 7 Tagen erfasst.

Tab. 7: Rohnährstoffgehalte der Futtermittel im Verdauungsversuch (g/kg, 880 g TM)

	TM	Roh-asche	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	NfE	Stärke	Zucker
Weizen	871	14	131	14	23	697	619	18
Roggen	865	15	93	13	21	738	561	19
W-Nachm.405	881	20	153	28	16	663	587	32
W-Nachm.550	875	14	146	26	8	687	631	31
W-Grießkleie	892	37	155	38	69	580	290	44
W-Kleie	881	52	167	36	99	526	175	37
W-Keime	905	43	275	80	27	454	227	96
R-Grießkleie	899	43	149	23	55	610	187	33

Tab. 8: VQ der Rohnährstoffe der Futtermittel im Verdauungsversuch (%)

	Rohprotein		Rohfett		Rohfaser		NfE	
	VQ	s	VQ	s	VQ	s	VQ	s
Weizen	87,9	2,2	85,2	3,1	32,1	5,2	93,6	0,7
Roggen	72,1	3,5	47,4	15,5	39,1	6,6	93,1	0,6
W-Nachm.405	85,9	3,7	77,2	11,8	34,1	3,9	96,0	0,3
W-Nachm.550	88,1	5,2	80,1	9,1	46,1	3,9	97,0	0,3
W-Grießkleie	82,5	1,9	86,7	3,4	27,8	3,4	80,4	0,2
W-Kleie	67,1	1,0	75,1	4,1	12,3	2,3	65,0	0,4
W-Keime	91,9	2,8	86,9	4,5	43,4	4,0	90,2	0,6
R-Grießkleie	63,3	5,6	33,9	11,8	37,9	6,1	79,1	1,6

In den Verdauungsversuchen wurden folgende Nebenerzeugnisse geprüft: Weizennachmehl aus Vermahlung 405, Weizennachmehl aus Vermahlung 550, Weizengrießkleie, Weizenkleie, Weizenkeime und Roggengrießkleie.

Die Futtermittel für die Verdauungsversuche, Getreide und Nebenerzeugnisse, wurden von Müllern aus der laufenden Produktion zur Verfügung gestellt.

Die Gehalte an Rohnährstoffen der Verdauungsfutter sind in Tab. 7 und die Verdauungsquotienten (VQ) mit den Standardabweichungen (s) in Tab. 8 aufgeführt. Die überwiegend niedrigen Standardabweichungen zeigen, dass die Versuchsdurchführung ohne erkennbare Störungen ablief.

4.3 Vergleich Verdauungsversuche mit DLG-Tabellen

Die Verdaulichkeiten der in den DLG-Tabellen für Schweine zusammen gefassten Versuche sind in Abb. 6 mit den in Grub gefundenen Ergebnissen verglichen. Es zeigen sich überwiegend sehr ähnliche Verdaulichkeiten. Lediglich für den VQ von Rohfett (XL) ergaben sich in Grub teilweise höhere Werte, was auch mit einer verbesserten Auswertungsmethodik verbunden sein kann, womit Ausreisser (über 100 %, unter 0 %) ausgeschlossen sind.

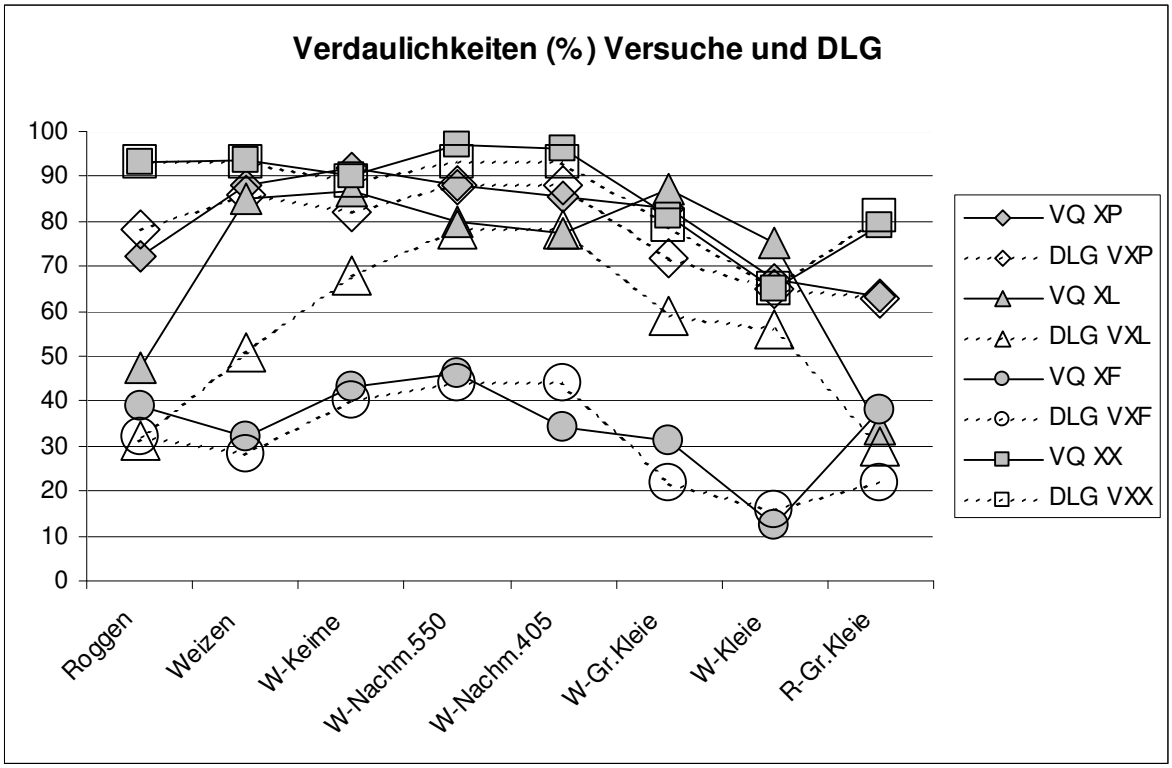

Abb. 6: Vergleich der Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe von Getreide und Nebenerzeugnissen aus den Versuchen in Grub und DLG-Tabellen

5 Rohnährstoffgehalte von Mühlenerzeugnissen

Grundlage der Futterbewertung sind chemische Untersuchungen der Futtermittel. Im Rahmen des vorliegenden Vorhabens wurden neben den schon angeführten Mühlenproben für die Vermahlungsbilanz und den Verdauungsfuttermitteln in zwei Wellen auch Proben von Mühlennebenerzeugnissen bei Landwirten und Müllern gezogen. Bei der ersten Welle stammten die Nebenerzeugnisse von Mühlen im Sommer 2010, wobei das Ausgangsgetrei-

de aus der Ernte 2009 stammen dürfte. Die weitere Erhebungswelle im Herbst 2011 erfasste Mühlenerzeugnisse bei Landwirten, die Proben wurden von Mitarbeitern des LKV (Fleischerzeugerringe) gezogen. Bei den folgenden Auswertungen wurden diese Proben mit den Mühlenproben von 2011 vereinigt. Bei allen Proben wurden die Rohnährstoffe der Weender Analyse (Trockenmasse, Rohasche, Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, Rest als N-freie Extraktstoffe NfE berechnet), erweitert um Stärke und Zucker bestimmt. Die Proben aus 2010 wurden mit der Nahe-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) vermessen, die 2011 erhobenen Proben sind nass-chemisch untersucht worden.

Von den Einsendern, Müllern oder Landwirten wurde die Deklaration des Futtermittels als Nach-, Futtermehl, Grießkleie oder Kleie angegeben. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden in den Auswertungen die Zuordnungen der Futterproben nach gemessenem Stärkegehalt verwendet, angelehnt an die Differenzierung in der Positivliste für Einzelfuttermittel:

Weizen-, Roggennachmehl	Stärke min. 44 v.H.
Weizenfuttermehl	Stärke min. 34 v.H.
Roggenfuttermehl	Stärke min. 32 v.H.
Weizen-, Roggengrießkleie	Stärke min. 17 v.H.
Weizen-, Roggenkleie	Stärke unter 17 v.H.

Wenn obige Richtwerte bei den untersuchten Futterproben angesetzt wurden, gab es auch abweichende Befunde gegenüber der ausgestellten Deklaration des Futtermittels. So wurden in den Begleitpapieren Grießkleien als Kleien deklariert, obwohl sie im Stärkegehalt mehr oder weniger über 17 % lagen. Beim Handel mit Mühlennebenerzeugnissen werden auch andere Stärkegrenzen verwendet. Beispielsweise gilt laut Futtermittel-VO für Nachmehle ein Gehalt von mindestens 40 v.H. Stärke.

5.1 Rohnährstoffe in Ausgangsgetreide, Mehl und Weizenkeimen

Die Proben für das Mahlgetreide und die Mehle stammen aus den Mühlenproben zur Vermahlungsbilanz. Die Ergebnisse der Rohnährstoffuntersuchung mit Mittenwert und Standardabweichung (zweite Zeile, kursiv), berechnet auf 880 g TM je kg sind in Tab. 9 zusammengestellt.

Tab. 9: Rohnährstoffgehalte von Mahlgetreide, Mehl, Weizenkeime (g/kg, 880 g TM)

Futtermittel (Probenzahl)	TM	Roh-asche	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	NfE	Stärke	Zucker
Mahlweizen (5)	854 *9*	15 *1*	139 *6*	14 *1*	24 *4*	687 *6*	615 *13*	28 *0*
Weizenmehl 550 (5)	858 *4*	5 *0*	129 *4*	10 *1*	6 *1*	730 *6*	715 *6*	28 *0*
Mehl 405 (1)	865	5	117	9	5	744	727	28
W-keime (1)	878	44	289	85	24	437	212	119
Mahlroggen (2)	865 *7*	15 *1*	101 *8*	13 *1*	20 *2*	731 *5*	559 *5*	55 *0*
R-mehl (2)	883	11	100	12	15	743	609	55

Der Trockenmassegehalt des Mahlgetreides ist erniedrigt, weil offensichtlich die Probenentnahme nach dem Benetzen mit Wasser erfolgte, der üblichen Behandlung vor der eigentlichen Vermahlung. Die Mahlgetreide und Weizenkeime stimmen mit den entsprechenden Verdauungsfuttern gut überein.

5.2 Rohnährstoffe in Nebenerzeugnissen

In den Tab. 10 und 11 sind die Gehalte an Rohnährstoffen in den Nebenerzeugnissen, jeweils von Weizen und Roggen zusammen gestellt. Die Angaben von Mittenwert und Standardabweichung (zweite Zeile, kursiv) sind getrennt nach den beiden Probenziehungswellen 2010 und 2011 aufgeführt. Es fallen bei allen Futtergruppen zum Teil erheblich höhere Rohproteinwerte bei den Proben aus dem Jahre 2011 auf. Offensichtlich waren im Ausgangsgetreide aus der Ernte 2009 niedrigere Rohproteinwerte enthalten, was sich in den Nebenerzeugnissen wider spiegelt.

Da die vermahlene Roggenmenge erheblich kleiner als die von Weizen ist, wurden entsprechend weniger Proben an Nebenerzeugnissen aus Roggen gezogen, wobei Roggengrießkleie das bedeutsamste Futter daraus ist.

Tab. 10: Rohnährstoffgehalte der Nebenerzeugnisse aus Weizen (g/kg, 880 g TM)

Futtermittel (Probenzahl)	TM	Roh-asche	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	NfE	Stärke	Zucker
Weizennachmehl								
2011 (3)	885 *13*	24 *9*	175 *22*	38 *12*	18 *6*	625 *48*	525 *96*	50 *7*
Weizenfuttermehl								
2010 (2)	885 *4*	38 *1*	161 *34*	37 *2*	33 *19*	611 *17*	391 *29*	40 *7*
2011 (3)	881 *12*	32 *4*	171 *34*	38 *13*	40 *14*	599 *36*	384 *18*	54 *16*
Weizengrießkleie								
2010 (13)	893 *16*	44 *4*	151 *24*	47 *6*	70 *21*	568 *22*	251 *58*	56 *10*
2012 (25)	867 *11*	49 *7*	171 *13*	38 *8*	81 *12*	541 *17*	215 *40*	57 *3*
Weizenkleie								
2010 (12)	885 *14*	48 *4*	154 *16*	48 *10*	104 *14*	525 *17*	127 *14*	58 *7*
2011 (43)	864 *13*	56 *7*	169 *13*	36 *4*	99 *8*	519 *18*	129 *25*	58 *1*

Tab. 11: Rohnährstoffgehalte der Nebenerzeugnisse aus Roggen (g/kg, 880 g TM)

Futtermittel (Probenzahl)	TM	Roh-asche	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	NfE	Stärke	Zucker
Roggenfuttermehl								
2010 (1)	903	25	106	29	50	671	326	70
2012 (1)	875	19	140	29	25	673	418	53
Roggengrießkleie								
2010 (11)	897 *10*	35 *5*	122 *8*	33 *4*	73 *9*	617 *18*	233 *43*	67 *12*
2012 (5)	882 *12*	41 *5*	143 *6*	24 *2*	57 *8*	616 *16*	213 *35*	87 *3*
Roggenkleie								
2010 (3)	909 *3*	40 *1*	120 *4*	40 *1*	91 *2*	589 *3*	132 *2*	81 *3*
2012 (1)	915	48	159	24	67	583	84	85

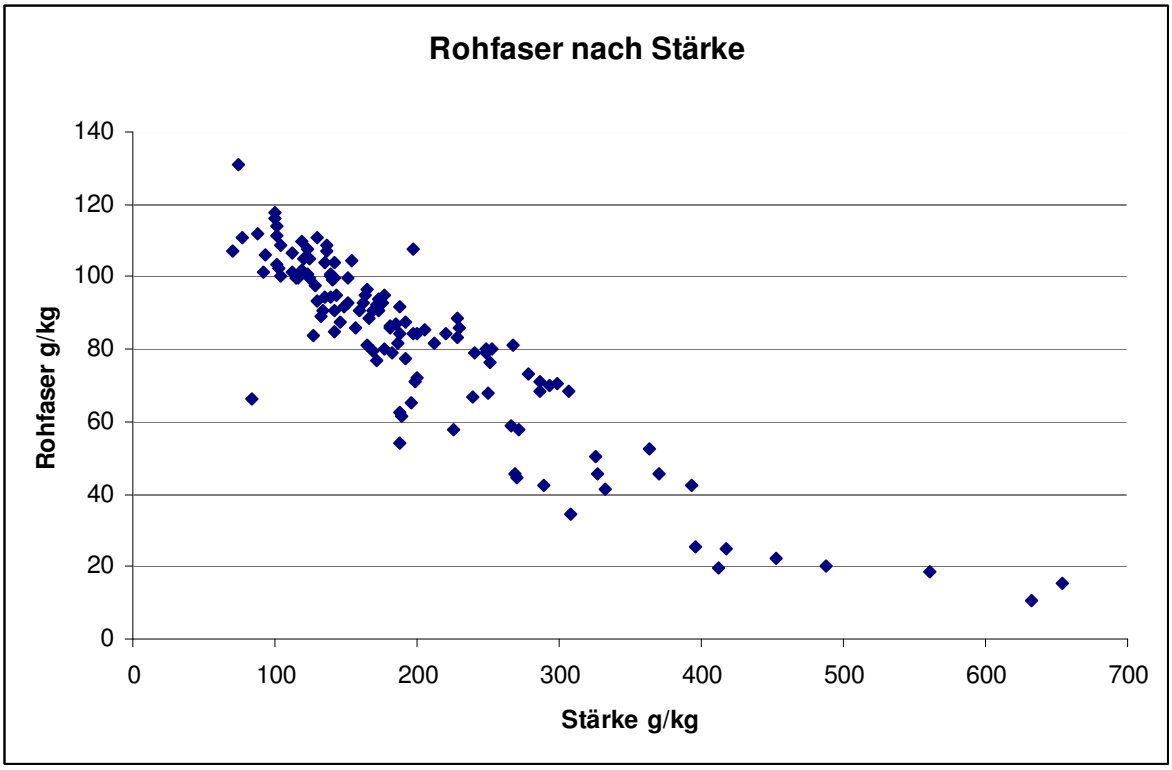

Abb. 7: Gehalte an Rohfaser in Nebenerzeugnissen abhängig vom Stärkegehalt

Mit dem Stärkegehalt in Mühlennebenerzeugnissen verändern sich auch andere Inhaltsstoffe. Eine relativ enge Beziehung zeigt sich zwischen Stärke und Rohfaser. In Abb. 7 ist dieser Zusammenhang für alle Nebenerzeugnisse dargestellt, von den Nachmehlen bis zu den Kleien. Aus der Grafik kann heraus gelesen werden, dass bei den niedrigsten Gehalten um 100 g Stärke je kg in Kleien ein mittlerer Rohfasergehalt von etwa 110 g/kg erwartet werden kann. Bis zu einem Gehalt von 400 g Stärke je kg fällt die Rohfaser gleichmäßig bis auf 20 g/kg ab. Bei höheren Stärkegehalten (über 400 g/kg) bleibt die Rohfaser bei 20 g/kg.

Aus dem Stärkegehalt (bis 400 g/kg) kann der erwartete Rohfaserwert mit folgender Formel errechnet werden, wobei Abweichungen bis 10 g Rohfaser je kg möglich sind:

Rohfaser = 140 – 0,3 * Stärke (g/kg), (Stärke <= 400)

6 Futterwert von Nebenerzeugnissen

Aus der Zusammenschau von aktuellen Untersuchungen und vorliegenden Tabellenwerten sollen die Futterwertkennzahlen der Mühlennebenerzeugnisse überprüft werden. Solche Richtwerte sind dann in den Angeboten der LfL zur Nutzung durch Landwirte oder Berater verfügbar. Beispiele aus dem Angebot sind Futterwerttabellen in gedruckter oder elektronischer Form (Internet), Inhaltswerte der Futtermittel in der Zielwert-Optimierung ZIFOwin oder Vergleichswerte bei der Untersuchung von Futtermittel (Vergleich Tabelle).

Die Beschreibung des Futterwertes ist abgestimmt auf die Tierart, an die das Futtermittel verfüttert werden soll. Da Mühlennebenerzeugnisse vorzugsweise bei Schweinen eingesetzt werden, beziehen sich die Darstellungen vor allem auf die Futterkenngrößen, welche für diese Tiergruppe bedeutsam sind

6.1 Rohnährstoffe und Energie

Grundlage der Futterbewertung ist die chemische Untersuchung der Futtermittel nach der Weender Analyse. Diese umfasst neben der Trockenmasse die Rohnährstoffe Rohasche, Rohprotein, Rohfett und Rohfaser sowie die N-freien Extraktstoffe (NfE) als rechnerischen Rest und wird ergänzt mit Stärke und Zucker.

Der Energiegehalt wird in der Schweinefütterung mit der umsetzbaren Energie ME bewertet, ausgedrückt in MJ. Die Berechnung der ME geht von den verdaulichen Rohnährstoffen aus und schließt somit die Gehalte und deren Verdaulichkeiten mit ein. Die Berechnungsformel kann folgendermaßen dargestellt werden:

ME MJ = XP * VQ XP% * 0,0205 + XL * VQ XL% * 0,0398 + XF * VQ XF% * 0,0147
+ XX * VQ XX% * 0,0147 + XS * 0,0032 + XZ * 0,0016

Wobei:	XP, VQ XP%	Rohprotein, Verdaulichkeit Rohprotein
	XL, VQ XL%	Rohfett, Verdaulichkeit Rohfett
	XF, VQ XF%	Rohfaser, Verdaulichkeit Rohfaser
	XX, VQ XX%	NfE, Verdaulichkeit NfE
	XS	Stärke
	XZ	Zucker

Für Nebenerzeugnisse aus Weizen sind in Tab. 12 und aus Roggen in Tab. 13 zum einen die Rohnährstoffgehalte aus den DLG-Tabellen für Schweine (1991) und zum anderen die zugehörigen Richtwerte der LfL aufgeführt. Dabei wurde versucht, die Werte aus den DLG-Tabellen mit den vorliegenden neuen Untersuchungsergebnissen ihrer Bedeutung entsprechend zu gewichten.

Die zur Berechnung der Energie (ME) erforderlichen Verdaulichkeiten (VQ %) sind in den Tab. 12 und 13 ebenfalls aufgeführt. Da die Datengrundlage der DLG-Tabellen für Schweine gegenüber den eigenen Verdauungsversuchen erheblich größer ist und die Ergebnisse gut vergleichbar sind, wurden die DLG-VQ übernommen und weiter geführt. Bei der Berechnung der ME für die Rohnährstoffgehalte nach DLG und LfL sind somit die gleichen VQ verwendet worden.

Tab. 12: Richtwerte von Rohnährstoffen (g/kg), VQ (%) und Energie (MJ) der Nebenerzeugnisse aus Weizen (880 g TM)

Futtermittel Datenquelle	Roh-asche g/kg	Roh-protein g/kg	Roh-fett g/kg	Roh-faser g/kg	NfE g/kg	Stärke g/kg	Zucker g/kg	ME MJ /kg
Weizennachmehl								
DLG	33	170	45	29	603	457	44	14,1
LfL	30	160	40	20	630	480	53	14,2
VQ %		88	78	44	93			
Weizenfuttermehl								
DLG g/kg	38	167	44	46	585	330	57	12,6
LfL g/kg	35	160	40	40	605	370	55	12,7
VQ %, MJ		78	69	25	88			
Weizengrießkleie								
DLG g/kg	48	155	44	84	549	209	61	10,6
LfL g/kg	49	160	40	80	551	215	59	10,6
VQ %, MJ		72	59	22	79			
Weizenkleie								
DLG g/kg	57	141	38	118	526	137	57	8,5
LfL g/kg	57	160	38	100	525	131	56	8,7
VQ %, MJ		65	56	16	65			
Weizenkeime								
DLG g/kg	43	258	83	39	458	224	119	13,5
LfL g/kg	44	260	82	36	458	224	140	13,5
VQ %, MJ		82	68	40	89			

Tab. 13: Richtwerte von Rohnährstoffen (g/kg), VQ (%) und Energie (MJ) der Nebenerzeugnisse aus Roggen (880 g TM)

Futtermittel Datenquelle	Roh-asche g/kg	Roh-protein g/kg	Roh-fett g/kg	Roh-faser g/kg	NfE g/kg	Stärke g/kg	Zucker g/kg	ME MJ /kg
Roggennachmehl								
DLG	28	147	28	18	658	405	53	13,8
LfL	28	136	28	22	666	415	84	13,8
VQ %		84	71	20	96			
Roggenfuttermehl								
DLG g/kg	32	148	30	33	637	333	111	12,2
LfL g/kg	32	140	30	33	654	350	111	12,2
VQ %, MJ		74	54	26	87			
Roggengrießkleie								
DLG g/kg	47	144	33	57	599	185	85	10,1
LfL g/kg	40	140	33	58	609	220	77	10,3
VQ %, MJ		63	30	22	81			
Roggenkleie								
DLG g/kg	53	143	32	73	579	114	91	9,5
LfL g/kg	53	143	32	73	579	113	92	9,5
VQ %, MJ		65	40	33	74			

Mit dem abfallenden Stärkegehalt sinkt die ME bei den Nebenerzeugnissen vom Nachmehl mit Werten um 14 MJ/kg bis zu den Kleien auf den Bereich um 9 MJ je kg entsprechend stark ab. Die Weizenkeime weisen recht hohe Gehalte an Rohprotein und Rohfett auf und ergeben mit den guten Verdaulichkeiten einen relativ hohen Energiegehalt.

6.2 Mineralstoffe und Spurenelemente

In der Fütterung von Schweinen und auch anderen Tierarten ist die Versorgung mit den Mineralstoffen Kalziun (Ca), Phosphor (P), Natrium (Na), Kalium (K) und Magnesium (Mg) sowie der Spurenelemente Kupfer (Cu) und Zink (Zn) zu beachten und abzusichern.

Bei der vorliegenden Untersuchung wurden alle Proben auch auf diese Elemente analysiert. Die Ergebnisse sind in den Tab. 14 (Weizenerzeugnisse) und 15 (Roggenerzeugnisse) mit den Mittenwerten wieder gegeben. Bei Erzeugnissen mit größeren Probenzahlen sind in der zweiten Zeile die Standardabweichungen (kursiv) angegeben. Es ist praktisch durchweg eine Anreicherung der Mineralelemente in Nachprodukten zu beobachten.

Tab. 14: Gehalte an Mineralstoffen und Spurenelementen in Erzeugnissen aus Weizen (je kg mit 880 g TM)

Futtermittel (Probenzahl)	Ca g	P g	Na g	K g	Mg g	Cu mg	Zn mg
Mahlweizen (5)	0,4	2,4	0,06	3,8	1,2	4,9	26,6
Weizenmehl (6)	0,3	0,9	0,06	1,5	0,3	4,7	8,9
Weizennachmehl (4)	0,7	5,0	0,03	7,6	1,9	8,2	58,6
Weizenfuttermehl (5)	0,7	6,5	0,05	10,3	2,3	11,2	81,9
Weizengrießkleie 2010 (13)	0,9 *0,1*	8,3 *2,2*	0,07 *0,04*	11,1 *2,5*	3,2 *0,8*	10,5 *1,6*	87,0 *23,4*
Weizengrießkleie 2011 (25)	0,9 *0,1*	7,3 *1,3*	0,06 *0,05*	11,7 *1,3*	4,1 *0,6*	12,1 *1,8*	87,6 *13,5*
Weizenkleie 2010 (12)	1,0 *0,1*	10,1 *3,1*	0,05 *0,02*	12,4 *2,6*	4,1 *1,1*	10,2 *1,6*	80,2 *16,0*
Weizenkleie 2011 (43)	1,1 *0,3*	9,5 *2,0*	0,05 *0,03*	13,5 *1,5*	4,8 *0,8*	13,4 *2,5*	90,4 *10,2*
Weizenkeime (1)	0,7	7,7	0,07	9,6	3,0	9,3	149,3

Tab. 15: Gehalte an Mineralstoffen und Spurenelementen in Erzeugnissen aus Roggen (je kg mit 880 g TM)

Futtermittel (Probenzahl)	Ca g	P g	Na g	K g	Mg g	Cu mg	Zn mg
Mahlroggen (2)	0,4	2,5	0,03	4,2	0,9	3,6	27,1
Roggenmehl (2)	0,4	1,6	0,05	3,2	0,6	3,0	21,2
Roggenfuttermehl (2)	0,7	4,7	0,03	7,2	1,9	8,3	60,1
Roggengrießkleie (16)	1,0 *0,2*	6,7 *1,3*	0,07 *0,07*	10,8 *2,2*	3,0 *0,8*	9,6 *1,7*	69,1 *12,9*
Roggenkleie (3)	1,0	7,2	0,13	12,7	3,9	10,6	82,6

6.3 Aminosäuren

Die Versorgung mit essentiellen Aminosäuren ist für Tiere mit monogastrischer Verdauung wie Schweine oder Geflügel lebenswichtig und leistungsentscheidend. Bei Getreide und Erzeugnissen daraus besteht das Protein zum größten Teil (98 %) aus Aminosäuren. Innerhalb von Futterarten weist die Zusammensetzung des Proteins aus Aminosäuren in der Regel eine geringe Variation auf.

Der Gehalt an Aminosäuren kann jedoch mit dem Proteingehalt stärker schwanken. Deshalb können die Futtermittel mit dem Aminosäurenanteil (g Aminosäure je 100 g Rohprotein, %RP) in Verbindung mit dem Rohproteingehalt gut beschrieben werden.

Im Vorhaben zu den Mühlennebenerzeugnissen wurden die Proben aus dem Jahre 2011 (Mühlenproben, Feldproben von Landwirten) auf die Aminosäuren Lysin (Lys), Methionin (Met), Cystin (Cys), Threonin (Thr) und Tryptophan (Trp) untersucht. Die Ergebnisse sind hier auch für Dokumentationszwecke aufgeführt.

Tab. 16: Gehalte an Aminosäuren und Anteil am Rohprotein in Weizengrießkleie und –kleie (je kg mit 880 g TM, g in 100 g Rohprotein, % RP)

Futtermittel (Probenzahl)	RP g	Lys g	Met g	Cys g	Thr g	Trp g
Weizengrießkleie (25) g/kg 880 TM	171 *13*	6,6 *1,1*	2,5 *0,3*	3,3 *0,3*	5,5 *0,5*	2,6 *0,5*
Weizengrießkleie g/100 g RP (% RP)		3,9 *0,5*	1,5 *0,1*	2,0 *0,2*	3,2 *0,2*	1,5 *0,3*
Weizenkleie (43) g/kg 880 TM	169 *13*	6,7 *1,0*	2,4 *0,3*	3,3 *0,3*	5,5 *0,6*	2,6 *0,6*
Weizenkleie g/100 g RP (% RP)		3,9 *0,5*	1,4 *0,1*	2,0 *0,2*	3,2 *0,2*	1,6 *0,4*

Tab. 17: Anteil an Aminosäuren im Rohprotein (g in 100 g Rohprotein, % RP)

Futtermittel (Probenzahl)	RP g/kg	Lys % RP	Met % RP	Cys % RP	Thr % RP	Trp % RP
Mahlweizen (5)	139	2,5	1,7	2,1	3,1	0,9
Weizenmehl (6)	127	1,9	1,5	2,0	2,6	0,9
Weizennachmehl (3)	175	3,4	1,7	1,8	3,2	1,2
Weizenfuttermehl (3)	171	4,1	1,6	1,9	3,2	1,0
Weizengrießkleie (25)	171	3,9	1,5	2,0	3,2	1,5
Weizenkleie (43)	169	3,9	1,4	2,0	3,3	1,6
Weizenkeime (1)	289	5,6	1,7	1,4	3,8	1,1
Mahlroggen (2)	101	3,2	1,6	2,0	3,2	1,0
Roggenmehl (2)	100	3,0	1,8	2,0	3,2	1,1
Roggenfuttermehl (1)	140	3,8	1,8	1,8	3,4	0,9
Roggengrießkleie (5)	143	4,3	1,5	2,1	3,4	1,1
Roggenkleie (1)	159	3,8	1,5	1,9	3,3	1,1

In Tab. 16 sind von den am häufigsten untersuchten Futtermitteln Weizengrießkleie und Weizenkleie die Angaben sowohl als Gehalte (Aminosäure in g je kg) wie auch als Anteile im Rohprotein (g Aminosäure je 100 g Rohprotein) mit ihren Standardabweichungen (zweite Zeile kursiv) angegeben.

Für die untersuchten Probenarten sind in Tab. 17 zum Rohproteingehalt (g je kg) die Anteile an Aminosäuren (g je 100 Rohprotein) aufgeführt. Beide Werte multipliziert ergeben die Gehalte in Aminosäuren (g je kg). Eine erkennbare Verschiebung der Anteile durch die Vermahlung zeigt sich beim Lysin, wobei vom Mahlgetreide ausgehend etwas mehr Lysin in die Nebenerzeugnisse geht und eine Absenkung des Lysinanteils im Mehl zu beobachten ist.

Für die Beratungsarbeit erscheint es angebracht, auf das umfangreiche Datenmaterial von AMINODAT 4.0 von EVONIK DEGUSSA zurück zugreifen. In Tab. 18 sind die Aminosäureanteile aufgeführt, welche für die betreffenden Futtergruppen in AMINODAT 4.0 angegeben werden. Diese Angaben, aus einer größeren Datenmenge abgeleitet stimmen gut mit den eigenen Untersuchungen (Tab. 17) überein. In den Angeboten für die Beratung (Gruber Futterwerttabellen, Futteroptimierung ZIFOwin) werden die Aminosäurengehalte der Mühlenerzeugnisse mit den Anteilen abgeleitet, welche in Tab. 18 genannt sind.

Tab. 18: Richtwerte zum Anteil an Aminosäuren im Rohprotein nach AMINODAT 4.0 (g in 100 g Rohprotein, % RP)

Futtermittel	Lys % RP	Met % RP	Cys % RP	Thr % RP	Trp % RP
Weizennach-, futtermehl	4,0	1,5	1,98	3,19	1,49
Weizengrießkleie, -kleie	4,01	1,47	2,02	3,2	1,59
Weizenkeime	5,69	1,64	1,48	3,57	1,04
Roggennebenerzeugnisse	3,66	1,65	2,2	3,29	1,08

Die Bedarfsempfehlungen für Schweine sind jetzt als dünndarmverdauliche Aminosäuren ausgewiesen. Wie in betreffenden Ausarbeitungen gezeigt werden konnte, ist mit der Schätzung der Dünndarmverdaulichkeit der Aminosäuren aus der Verdaulichkeit des Rohproteins eine effiziente Bewertung der Futtermittel möglich. Dazu ist zuerst der (Brutto-) Gehalt der Aminosäure zu ermitteln, entweder mit einer Analyse der Futterprobe oder aus der Berechnung von Rohproteingehalt multipliziert mit dem Aminosäureanteil, wie er in Tab. 18 aufgeführt ist.

Im nächsten Schritt wird die Dünndarmverdaulichkeit (dVQ AS) für jede Aminosäure mit nachfolgendem Formelsatz geschätzt. Dabei kann die Verdaulichkeit des Rohproteins (VQ RP) aus Tab. 13 oder 14 entnommen werden. Die Angabe z.B **1,1 meint Exponent, das Glied (100 – VQ RP) wird mit dieser Zahl potenziert.

dVQ Lysin = 100 – 0,8 * (100 – VQ RP) **1,1
dVQ Methionin = 100 – 2,8 * (100 – VQ RP) **0,6
dVQ Cystin = 100 – 5,0 * (100 – VQ RP) **0,5
dVQ Threonin = 100 – 3,8 * (100 – VQ RP) **0,6
dVQ Tryptophan = 100 – 7,0 * (100 – VQ RP) **0,4

Als Beispiel sei die Ermittlung des dünndarmverdaulichen Lysins von Weizenkleie dargestellt: Wird Weizenkleie mit dem mittleren Rohproteingehalt von 160 g/kg (Tab. 12) und einem Anteil von 4,01 g Lysin je 100 g Rohprotein (Tab. 18) angesetzt, ergeben sich 6,42 g Lysin (Brutto) je kg Weizenkleie. In die Formel der Dünndarmverdaulichkeit wird die Rohproteinverdaulichkeit von 65 % (Weizenkleie, Tab. 12) eingesetzt:

dVQ Lysin Weizenkleie = 100 – 0,8 * (100 – 65) **1,1
= 100 – 0,8 * (35) **1,1 = 60 %

Somit errechnet sich eine Dünndarmverdaulichkeit des Lysins aus Weizenkleie von 60 %, bei dem Bruttogehalt von 6,42 g Lysin ergibt sich ein Gehalt von 3,85 g dünndarmverdauliches Lysin je kg Weizenkleie. Dieser Betrag kann in die Futterberechnung eingesetzt werden und ermöglicht eine genauere Beurteilung der Aminosäureversorung von Schweinen als es auf der Ebene der Bruttoaminosäuren möglich wäre.

7 Beispiele zur Verfütterung von Nebenerzeugnissen

7.1 Inhaltswerte von Futtermitteln

Die bisher dargestellten Beschreibungen des Futterwertes von Mühlennebenerzeugnissen sind in dem von der LfL angebotenen Futterberechnungs- und Optimierungssystem ZIFOwin enthalten. Dies betrifft die aktuellen Gehalte an Rohnährstoffen, Mineral- und Spurenelemente oder Aminosäuren in den Futtermitteln. Da auch die zugehörigen Verdauungsquotienten der Rohnährstoffe und die Berechnungsformeln hinterlegt sind, werden bei der Abänderung von Inhaltsstoffen eines Futtermittels, beispielsweise aus einer Deklaration in Begleitpapieren oder einer Futteruntersuchung die abgeleiteten Werte wie Energie (MJ ME) oder dünndarmverdauliche Aminosäuren entsprechend der eingetragenen, abgeänderten Gehalte neu berechnet.

Tab. 19: Inhaltswerte von Weizenkleie, Tabellen- und Änderungswerte (Einh. je kg)

Futtermittel, Nummer		6175	6175
Inhaltsstoff	Einh.	Weizenkleie	W-Kl. Änd.
Rohprotein	g	160.00	172.00¤
Lysin	g	6.42	6.90»
Methionin+Cystin	g	5.59	6.00»
Threonin	g	5.12	5.50»
dvd Lysin	g	3.88	4.18»
dvd Methionin+Cystin	g	4.08	4.39»
dvd Threonin	g	3.48	3.75»
Rohfaser	g	100.00	90.00¤
Stärke	g	131.00	160.00¤
ME Schwein	MJ	8.69	8.88»

(Kennzeichnung von Änderungen: ¤ = Eingabewert, » = nachberechneter Wert)

In einem vereinfachten Beispiel mit Weizenkleie wird in Tab. 19 gezeigt, wie sich bei der Verarbeitung mit ZIFOwin veränderte Ausgangswerte auf Folgegrößen, hier die umsetzbare Energie ME und dünndarmverdauliche (dvd) Aminosäuren auswirken.

7.2 Beispielsmischungen für Schweine

Werden betriebseigene Futtermischungen erstellt, ist auf jeden Fall eine betriebsbezogene Berechnung erforderlich. Dazu müssen zu den verfügbaren Futtermitteln hinreichend genaue Kenntnisse vorliegen, um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erzielen.

Tab. 20: Zusammensetzung der Beispielsmischungen (Anteile der Futtermittel in %)

Futtermittel	Z-Sau tragend	Z-Sau säugend	Ferkel	Mast-schwein
Gerste (2-zeilig)	63	20	25	13
Weizen		55	40	55
Sojaextraktionsschrot	3	17	22	15
Rapsextraktionsschrot	2			4
Weizenfuttermehl			10	
Weizengrießkleie				10
Weizenkleie	20	5		
Trockenschnitzel	10			
Mineralfutter	2	3	3	3

Tab. 21: Zusammensetzung der Beispielsmischung aus den Futtermitteln Kraftfuttermischung für tragende Zuchtsauen

Inhaltsstoff	Z-Sau tragend	Z-Sau säugend	Ferkel	Mast-schwein
Rohprotein g	130	174	192	180
Lysin g	6,4	9,5	11,6	10,5
Methionin+Cystin g	4,8	6,3	6,7	6,6
dvd Lysin g	4,8	8,2	10,1	9,1
dvd Methionin+Cystin g	3,7	5,3	5,6	5,5
Rohfaser g	69	38	39	42
Stärke g	362	450	421	426
ME Schwein MJ	11,4	12,8	12,9	12,7

Wie Mühlennebenerzeugnisse in Futtermischungen für Schweine eingesetzt werden können, ist in den Beispielsmischungen von Tab. 20 jeweils für tragende und säugende Zuchtsauen sowie für Ferkel und Mastschweine zu ersehen. Dabei sind die Futtermittelanteile in Prozent angeführt. Bei den Mineralfuttern ist auf eine angepasste Ausstattung mit Aminosäuren zu achten. Eine Auswahl von Gehaltswerten der Mischungen ist in Tab. 21 angegeben. Zur Bewertung der Mischungen sind aber erheblich mehr Inhaltsstoffe zu beachten, welche bei der Berechnung mit ZIFOwin angezeigt werden.

7.3 Empfehlungen für den Einsatz von Nebenerzeugnissen

Um Ungleichgewichte von vorne herein zu vermeiden, haben sich die in Tab. 22 aufgeführten Empfehlungen der Anteile von Mühlennebenerzeugnissen in Futtermischungen bewährt. Diese können „mit Gefühl“ überschritten werden, wenn die Mischung mit anderen Komponenten passend in allen bedeutsamen Kennwerten gestaltet wird.

Tab. 22: Empfehlungen zur Begrenzung der Anteile in Futtermischungen (in %)

Futtermittel	Z-Sau tragend	Z-Sau säugend	Ferkel	Mast-schwein
Nachmehl, Futtermehl	10	20	10	30
Grießkleie, Kleie	20	10	5	10

Bei Mischungen für tragende Zuchtsauen ist es wichtig, keinen zu hohen Energiegehalt zu erreichen, um eine zu starke Verfettung der Tiere zu vermeiden. Mit energieärmerem Futter ist auch eine ausreichende Sättigung zu erreichen. Mit genügend Rohfaser in der Mischung wird zusätzlich die Verdaulichkeit und Passageschwindigkeit verringert, was die Sättigungswirkung verstärkt. Aus diesen Gründen sind Kleien und Grießkleien für tragende Sauen vorzüglich geeignet. Da Roggen für die Vermahlung ohnehin weitgehend frei von Mutterkorn sein muss, gehen von dieser Seite auch keine Einschränkungen für die Verfütterung von Roggenerzeugnissen aus der Müllerei aus.

Bei den Mischungen für säugende Zuchtsauen, Ferkel oder Mastschweine soll vor allem der Bedarf an Energie und essentiellen Aminosäuren gedeckt werden. Hier zeigen die stärke- und energiereichen Futter- und Nachmehle Vorzüge. Es können aber auch angepasste Anteile an Grießkleie für eine ausreichende Rohfaserversorgung mit den günstigen Auswirkungen auf die Darmgesundheit verwendet werden.

Auf jeden Fall ist eine exakte Berechnung der betriebseigenen Mischung mit den „echten“ Gehaltswerten der verfügbaren Futtermittel erforderlich, um sowohl leistungsmindernde Unterversorgungen wie auch teure und umweltbelastende Überversorgungen zu vermeiden.

8 Zusammenfassung und Anwendung

Das Vorhaben „Untersuchung des Futterwertes von Nebenerzeugnissen der Mehlmüllerei“ wurde in Zusammenarbeit von Bayerischer Landesanstalt für Landwirtschaft mit dem Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub und dem Futtermittellabor Grub der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen und dem Bayerischen Müllerbund e.V., dem Landesverband der Bayerischen Mühlen durchgeführt. Das Projekt wurde mit Mitteln des „Cluster Ernährung“ der bayerischen Staatsregierung gefördert.

Die definierten Mühlenproben wurden von Müllern des Müllerbundes bereitgestellt, ebenso die Futtermittel für die Durchführung von Verdauungsversuchen zur Bestimmung der Rohnährstoffverdaulichkeit und Energiewertes bei Schweinen. Die Feldproben von Mühlennebenerzeugnsissen wurden von LKV-Ringassistenten der Fleischerzeugerringe in landwirtschaftlichen Betrieben gezogen.

Aus den Mühlenproben konnte in Bilanzrechnungen dargestellt werden, wie sich das Material und die Inhaltsstoffe vom Mahlgetreide auf Mehl und Nebenerzeugnissen verteilt.

Mit den umfangreichen Analysen von Getreide, Mehl und Nebenerzeugnissen konnten die Gehaltswerte von Rohnährstoffen, Mineralstoffen, Spurenelementen und Aminosäuren sowie die Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe und daraus abgeleitete Energiegehalte aus den vorliegenden Tabellenwerken überprüft und ggf. angepasst werden.

Damit konnte ein bedeutsamer Beitrag zur richtigen Bewertung von Mühlennebenerzeugnissen in der Fütterung geleistet werden.

Wie gezeigt wurde, gibt es eine große Spannbreite vor allem im Gehalt an Stärke, Rohfaser und Energie von der Kleie bis zu den Nachmehlen mit großen Unterschieden auch innerhalb der Futtergruppen. Den anbietenden Müllern obliegt eine besondere Verantwortung für die ordnungsgemäße Deklaration.

Deshalb sind unter dem Prinzip der Qualitätssicherung regelmäßige, aussagekräftige Futteruntersuchungen angebracht, vor allem bei größeren Partien oder bedeutsamen Anteilen von Mühlennebenerzeugnissen in der Mischung, aber auch bei der jährlich neuen Ernte nach Umstellungen im Ablauf in der Mühle.

Das Ziehen von echt repräsentativen Proben, richtig beschriftete Probenbeutel und Begleitzettel und eine klarer Untersuchungsauftrag sind entscheidende Bedingungen für verwertbare Ergebnisse.

Die umfassende Kenntnis des wahren Futterwertes von Mühlennebenerzeugnissen ist Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz in der Tierfütterung und die dauerhafte Zufriedenheit aller beteiligten Marktpartner.

Impressum

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: www.LfL.bayern.de

Redaktion: Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, 85586 Poing
E-Mail: Tierernaehrung@LfL.bayern.de
Telefon: 089 99141-401
Mit freundlicher Unterstützung durch:
Cluster Ernährung
und
Bayerischer Müllerbund e.V.

1. Auflage: Juli 2012

Druck:

© LfL