

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit
Band: 35 (1944)
Heft: 3-4

Artikel: Untersuchungen über den Futterwert von Kakaoextraktionsrückständen
Autor: Schürch, A. / Crasemann, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-983549>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 11.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN FUTTERWERT VON KAKAOEXTRAKTIONSRÜCKSTÄNDEN

Von *A. Schürch*, dipl. Ing. agr.

(Mitteilung aus dem Institut für Haustierernährung an der Eidg. Techn. Hochschule,
Zürich, Vorstand: Prof. Dr. E. Crasemann)

1. Einleitung

Infolge der kriegsbedingten Fettknappheit sucht man heute in vermehrtem Masse verschiedene bisher nicht gebräuchliche Rohstoffe zur Speisefettgewinnung heranzuziehen. Im Rahmen dieser Bestrebungen stehen auch die in neuerer Zeit unternommenen Bemühungen zur Gewinnung von Speisefett aus Kakaobohnen.

Die Kakaobohnen fanden bisher fast ausschliesslich in der Schokoladeindustrie Verwendung. Nach vorherigem Rösten und Entschälen wird durch Warmpressung die Kakaobutter gewonnen, welche stark aromatisch ist und bei der Schokoladepreparation je nach Qualität der Schokolade wieder zugesetzt wird. Zur Herstellung von Speisefett kann diese Kakaobutter jedoch nicht herangezogen werden, da das beim Röstprozess sich bildende Aroma nicht mehr oder nur mit Schwierigkeiten entfernt werden kann. Die Speisefettindustrie verwendet deshalb ein neues Verfahren, bei welchem die Kakaobohnen nicht geröstet, sondern wie die andern Ölsaaten gepresst oder extrahiert werden. Das so gewonnene Produkt eignet sich sehr gut für die Verarbeitung auf Speisefett, da es nur wenig Aromastoffe aufweist¹⁾.

In enger Beziehung zur Frage der Speisefettgewinnung aus Kakaobohnen steht das Problem der zweckmässigsten Verwertung der anfallenden *Press- oder Extraktionsrückstände*. Während die Pressrückstände der Schokoladeindustrie mit einem Fettgehalt von mindestens 16 % für die Herstellung von Kakao verwendet werden, kommen die Rückstände der Speisefettgewinnung, welche bei Warmpressung nur noch 5—7 % und bei Extraktion 1—2 % Fett enthalten, für die menschliche Ernährung nicht in Betracht. Dagegen wurde des öfters die

Anregung gemacht, man möchte diese Abfallprodukte als *Futtermittel* verwenden. Im Auftrage des *Eidg. Kriegsernährungsamtes, Sektion für Speisefette und Speiseöle*, wurde deshalb vom Institut für Haustierernährung an der E. T. H., Zürich, in Ergänzung früherer, von verschiedenen Versuchsstellen durchgeführten Untersuchungen erneut geprüft, ob Kakaopress- bzw. Extraktionsrückstände als Futtermittel geeignet sind.

2. Der Nährstoffgehalt der Kakaoextraktionsrückstände

Die für die Untersuchungen verwendeten Kakaoextraktionsrückstände wurden von den *Sais-Werken in Horn* zur Verfügung gestellt. In diesen Werken werden die Kakaosamen vor der Extraktion gebrochen und in einer Reinigungsanlage von einem grossen Teil der Schalen befreit. Immerhin scheinen doch noch ziemlich viele Schalenteilchen an den Samen zu haften, was aus dem gegenüber ganz entschälten Samen erhöhten Rohfasergehalt ersichtlich ist. Er beträgt 10,5 % gegenüber 3,9 %²⁾ bei gut entschältem Material. Die gebrochenen Samen werden alsdann dem Entfettungsprozess unterworfen, den sie, bei Verwendung von Benzin als Extraktionsmittel, fast vollständig entfettet verlassen. Eine weitere Behandlung der Rückstände, beispielsweise eine Behandlung zur Entfernung des Theobromins, erfolgt nicht.

Die *chemische Zusammensetzung* der Kakaoextraktionsrückstände ergibt sich aus Tabelle 1. Neben die am Institut für Haustierernährung gefundenen Werte (a) wurden die Ergebnisse einer Analyse von *E. Pott*³⁾ (b) gestellt, der sog. Kakaokuchen, d. h. Kakaomehlabfälle, die mit gemahlten Schalen versetzt wurden, untersuchte. Unter (c) wurde dieselbe Analyse, auf gleichen Wasser- und Fettgehalt wie in (a) umgerechnet, angeführt. Zu Vergleichszwecken folgen die Gehaltszahlen von Sonnenblumenextraktionsschrot (d)⁴⁾.

Die *Gehaltszahlen* der am Institut für Haustierernährung untersuchten Kakaoextraktionsrückstände stimmen mit den Angaben in der Literatur gut überein, sofern man sie auf vergleichbare Basis, d. h. auf gleichen Fett- und Wassergehalt bringt. Die einzige grössere Differenz im Rohfasergehalt lässt sich aus der Beimischung von Schalen zum Material der Analyse (b) erklären, wodurch gleichzeitig der Gehalt an Roheiweiss etwas erniedrigt wurde.

Ein *Vergleich der Kakaoextraktionsrückstände mit extrahiertem Sonnenblumensamenschrot* (d) lässt bei den ersteren einen geringeren Gehalt an Roheiweiss, jedoch auch weniger Rohfaser erkennen. Rein äusserlich betrachtet könnte man einen ähnlichen Nährwert der beiden Futtermittel erwarten, was jedoch schon durch die orientierende chemische Bestimmung des *verdaulichen Eiweisses* mit Hilfe von Pepsinsalzsäure widerlegt wird. In den Kakaoextraktionsrückständen wurden nur 11,9 % verdauliches Roheiweiss gefunden, was einem Verdauungskoeffizienten von 47,5 % entspricht, während das Roheiweiss in Sonnenblumenkuchen zu 92 %⁵⁾ verdaulich ist.

Tabelle 1

Zusammensetzung von Kakaoextraktionsrückständen, Kakaokuchen und Sonnenblumenextraktionsschrot

		(a)	(b)	(c)	(d)
		Kakao- extraktions- rückstände	Kakaokuchen		Extrahiertes Sonnen- blumen- samenschrot
			nach E. Pott	umgerechnet auf gleichen Fett- u. Wasser- gehalt wie in Analyse (a)	
Wasser	0/0	11,5	10,0	11,5	7,6
Roheiweiss	0/0	25,0	18,8	20,7	37,7
Reineiweiss	0/0	17,0	—	—	—
Rohfett	0/0	1,7	11,2	1,7	1,2
Rohfaser	0/0	10,5	15,5	17,1	20,5
N-freie Extraktstoffe	0/0	42,0	36,4	40,1	25,3
Rohasche	0/0	9,3	8,1	8,9	7,7

3. Theobromingehalt von Kakaoabfallprodukten und gesundheitsschädigende Wirkungen

Neben den verschiedenen Nährstoffen enthalten die Kakaobohnen *Theobromin* und in geringeren Mengen Koffein. Der Theobromingehalt von teilweise entfettetem Kakaopulver beträgt nach *J. König*⁶⁾ im Mittel 1,88 0/0, während er für Kakaoschalen nach *G. Wolfram*⁷⁾ zwischen 0,42 und 1,1 0/0 liegt. Diese Angaben werden durch *G. Wehmer*⁸⁾ bestätigt, welcher in rohen ungeschälten Kakaosamen 1,49 0/0 Theobromin gefunden hat.

Ältere Autoren⁹⁾ sind der Ansicht, dass das Theobromin durch seine erregende Wirkung auf das Zentralnervensystem (Verstärkung des Herzschlages und Steigerung des Blutumlaufes) für den gesamten Stoffwechsel förderlich sei. Nach *M. Kling*¹⁰⁾ sind jedoch neben den anregenden Wirkungen sehr oft auch schädliche und direkt giftige Wirkungen, beispielsweise Störungen in der Verdauungstätigkeit, festzustellen. Bei Milchtieren soll eine Erniedrigung der Milchmenge und eine Erhöhung des Fettgehaltes durch Verfütterung von diversen Kakaoabfallfuttermitteln feststellbar sein. Nach *Eberhard* und *Goy*¹¹⁾ wurden infolge Verfütterung von Kakaoschalen, welche ähnliche Eigenschaften wie die Extraktionsrückstände aufweisen, mehrfach Erkrankungen und Todesfälle bei Rindern, Pferden und Schweinen beobachtet. *Fonzes-Diacon*¹²⁾ teilt ebenfalls zwei Vergiftungsfälle von Pferden durch Kakaoschalen mit. Nach *Marchadier* und *Goujon*¹³⁾ gingen sieben mit je 1,5 kg Kakaoschalen während 4 Tagen gefütterte Stuten an Koffeinvergiftung ein.

In neuester Zeit haben *H. Temperton* und *F. J. Dudley*¹⁴⁾ Versuche zur Feststellung der Zuträglichkeit von ungeschälten, gemahlten Kakaobohnen für das *Huhn* durchgeführt. Das Versuchsfutter wies einen Theobromingehalt von 1,9 % auf und wurde zu 10, 20 und 30 % dem Hühnerfutter beigemischt. In allen drei Gruppen verendeten die Tiere an Theobrominvergiftung.

Auf Grund der hier wiedergegebenen Erfahrungen wird immer wieder vor der Verfütterung der alkaloidhaltigen Kakaorückstände gewarnt und höchstens die Verabreichung an Masttiere in geringen Rationen empfohlen.

4. Die Verdaulichkeit der Kakaoschalen für das Huhn

An der Schweizerischen Geflügelzuchtschule¹⁵⁾, Zollikofen-Bern, wurde die Verdaulichkeit von *Kakaoschalen* mit drei Rhodeländer-Hähnen geprüft. Bei diesen Versuchen wurden nachfolgende Verdauungskoeffizienten festgestellt:

Organische Substanz	3 %
Rohprotein	2 %
Rohfett	62 %
Rohfaser	0 %
Stickstofffreie Extraktstoffe	0 %

Für die Geflügelfütterung eignen sich somit die Kakaoschalen und auch die ähnlich zusammengesetzten Extraktionsrückstände nicht.

5. Verdauungsversuche mit Schafen

Da der Wiederkäuer infolge seines speziell gebauten Verdauungstraktes am besten befähigt ist, schwer verdauliche Futtermittel zu verwerten, bestand bei uns in erster Linie die Absicht, Verdauungsversuche mit Schafen durchzuführen. Die Kakaoextraktionsrückstände sollten als Zulage zu einem Grundfutter, bestehend aus Heuhäckseln, verabreicht werden. Die Rationen waren normal und betragen 300 g Kakaoextraktionsrückstände und 800 g Heu je Tier und Tag. Schon bei Beginn der Vorperiode zeigte sich, dass die Tiere trotz vorsichtiger Angewöhnung das Futter nur sehr widerstrebend aufnehmen wollten. Nach einigen Tagen verweigerten sie jegliche Futteraufnahme, so dass die Versuche abgebrochen werden mussten. Gesundheitliche Schädigungen konnten nicht festgestellt werden, doch war der Versuch von zu kurzer Dauer, um bestimmte Aussagen über die Zuträglichkeit des Versuchsfutters machen zu können.

6. Fütterungsversuche mit Schweinen

Anschliessend an die Schafversuche wurden Fütterungsversuche mit zwei Schweinen durchgeführt. Zu Mischfutter, bestehend aus Küchenabfällen, gedämpften Kartoffeln und Mischgetreide, wurden zunehmende Mengen Kakaoextraktionsrückstände verabreicht. Bis zu einer Ration von 400 g je Tier und

Tag wurde das Versuchsfutter gut aufgenommen, jedoch zeigten sich bald ernsthafte Verstopfungserscheinungen, welche den sofortigen Abbruch des Versuches notwendig machten. Die Tiere mussten in ärztliche Behandlung gegeben werden, da Gefahr des Platzens der Därme bestand. Diese Erkrankung scheint durch die in den Kakaoextraktionsrückständen vorhandenen Alkaloide hervorgerufen worden zu sein.

7. *Verdauungsversuche mit Kaninchen*

Gezwungenermassen wurde nun die Durchführung von Verdauungsversuchen mit Kaninchen versucht, um auf diesem Wege Aufschluss über den Nährwert der Kakaoextraktionsrückstände zu erhalten. Als Versuchstiere dienten je ein männliches und ein weibliches Champagne-Silberkaninchen. Da eine alleinige Verfütterung der Kakaoextraktionsrückstände nicht in Frage kam, musste ein Differenzversuch durchgeführt werden. Als Grundfutter wurde ein Mischfutter, bestehend aus Getreide, etwas Ölkuchen und Rohfutter, gewählt. Wasser stand den Tieren frei zur Verfügung.

Sowohl der Grundfütterversuch als auch der Versuch mit dem Gemisch von Kakaoextraktionsrückständen + Grundfutter dauerten je 8 Tage. Unmittelbar vorher wurden je 7 Tage Vorversuch eingeschaltet, um eventuelle Nachwirkungen von früher verabreichten Futtermitteln auszuschliessen. Die Tiere wurden in einem Stoffwechselkasten gehalten, welcher die Trennung von Kot und Harn ermöglichte. Der Kot wurde täglich gesammelt, während 24 Stunden bei 60° C getrocknet, gewogen und am Ende des Versuches analysiert.

Die Berechnung der *Verdauungskoeffizienten des Grundfutters* ist in Tabelle 2 dargestellt. Diese Verdauungskoeffizienten dienen dazu, im Versuche mit dem Grundfutter-Versuchsfuttergemisch den verdaulichen Anteil des Grundfutters zu berechnen und in Abzug zu bringen. Die entstehende Differenz ergibt dann die Verdaulichkeit des Versuchsfutters, die aus Tabelle 3 hervorgeht.

Tabelle 2
Verdaulichkeit des Grundfutters

Tier 1	Trocken- substanz	Roh- eiweiss	Rein- eiweiss	Roh- fett	Roh- faser	N-freie Extrakt- stoffe	Organ. Substanz
	g	g	g	g	g	g	g
Im Futter aufgenommen	132,28	28,57	22,01	7,24	29,83	52,86	118,49
Im Kot ausgeschieden	65,84	8,64	7,81	2,39	20,41	27,97	59,41
Verdaut	66,44	19,93	14,20	4,85	9,42	24,89	59,08
Verdauungskoeffizient in %	50,2	69,8	64,5	67,0	31,6	47,1	49,9
Tier 2							
Im Futter aufgenommen	132,28	28,57	22,01	7,24	29,83	52,86	118,49
Im Kot ausgeschieden	65,57	7,47	7,30	1,74	21,88	28,16	59,25
Verdaut	66,71	21,10	14,71	5,50	7,95	24,70	59,24
Verdauungskoeffizient in %	50,4	73,9	66,8	76,0	26,7	46,7	50,0

Betrachtet man die Ergebnisse der Verdauungsversuche, so muss man sich vorerst vor Augen halten, dass Differenzversuche, obschon diese bei einseitigen oder geringwertigen Futtermitteln nicht zu umgehen sind, die Gefahr in sich bergen, dass irgendwelche Störungen oder Abnormalitäten in einer der beiden Versuchsperioden allein das Versuchsfutter belasten. Auf diese Weise kann der grosse Unterschied der Verdauungskoeffizienten beider Tiere für die *Rohfaser* erklärt werden. Im Grundfuttermittelsversuch wurde möglicherweise die Rohfaser durch Tier 2 aus irgendwelchen unbekanntem Gründen schlechter verdaut als durch Tier 1. Diese unterschiedliche Verdauung des Grundfutters scheint nun im Hauptversuch nicht mehr stattgefunden zu haben. Trotzdem müssen die Zahlen des Grundfuttermittelsversuches zur Berechnung der Differenz Anwendung finden, so dass im Hauptversuch eine bessere Verdauung des Versuchsfutters durch Tier 2 vorgetäuscht wird. Selbstverständlich ist auch der umgekehrte Fall möglich, was bedeuten würde, dass für Tier 1 zu niedrige Verdauungskoeffizienten vorgetäuscht werden. Für die Berechnung des Futterwertes der Extraktionsrückstände darf deshalb nicht nur der mittlere Verdauungskoeffizient der Rohfaser angewendet werden, es müssen auch die beiden einzelnen Extremwerte Berücksichtigung finden.

Die Differenzen der Verdauungskoeffizienten für *Fett* hängen mit dem geringen Fettgehalt der Kakaoextraktionsrückstände zusammen und sind vorwiegend rechnerischer Natur. Sie fallen für die Berechnung des Futterwertes kaum ins Gewicht, so dass hier ruhig mit dem Mittelwert gerechnet werden darf.

Tabelle 3
Verdaulichkeit der Kakaoextraktionsrückstände

Tier 1	Trocken- substanz	Roh- eiweiss	Rein- eiweiss	Roh- fett	Roh- faser	N-freie Extrakt- stoffe	Organ. Substanz
	g	g	g	g	g	g	g
Im Grundfutter aufgenommen	88,05	19,02	14,65	4,82	19,86	35,19	78,88
In den Kakaoextraktions- rückständen aufgenommen	44,22	12,51	8,47	0,87	5,24	20,98	39,60
Total aufgenommen	132,27	31,53	23,12	5,69	25,10	56,17	118,48
Im Kot ausgeschieden	69,08	13,31	12,92	1,86	18,35	28,97	62,48
Total verdaut	63,19	18,22	10,20	3,83	6,75	27,20	56,00
Verdaut im Grundfutter	44,23	13,27	9,45	3,22	6,27	16,57	39,33
Verdaut in den Kakao- extraktionsrückständen	18,96	4,95	0,75	0,61	0,48	10,63	16,67
Verdauungskoeffizient der Kakaoextraktionsrückstände in %	42,9	39,6	8,8	69,5	9,1	50,7	42,1
Tier 2							
Im Grundfutter aufgenommen	88,05	19,02	14,65	4,81	19,85	35,18	78,88
In den Kakaoextraktions- rückständen aufgenommen	44,22	12,51	8,47	0,88	5,24	20,98	39,60
Total aufgenommen	132,27	31,53	23,12	5,69	25,09	56,16	118,48
Im Kot ausgeschieden	65,15	13,38	12,93	1,18	17,73	26,74	59,04
Total verdaut	67,12	18,15	10,19	4,51	7,36	29,42	59,44
Verdaut im Grundfutter	44,40	14,05	9,79	3,66	5,29	16,43	39,44
Verdaut in den Kakao- extraktionsrückständen	22,72	4,10	0,40	0,85	2,07	12,99	20,00
Verdauungskoeffizient der Kakaoextraktionsrückstände in %	51,4	32,8	4,8	97,5	39,5	61,9	50,5
Mittel der Verdauungs- koeffizienten beider Tiere	47,1	36,2	6,8	83,5	24,3	56,3	46,3

Bei der Berechnung der Verdauungskoeffizienten der übrigen Nährstoffe zeigt sich zwischen den beiden Tieren eine befriedigende Übereinstimmung.

Auffallend ist vor allem die *schlechte Eiweissverdaulichkeit*, was schon auf Grund der chemischen Untersuchung zu erwarten war. Allerdings sind die Werte des Tierversuches noch bedeutend niedriger ausgefallen als die Resultate der Analyse (Einfluss der N'haltigen Stoffwechselprodukte im Tierversuch). Das *Reineiweiss*, welches von den Kaninchen im Mittel zu 6,8 % verdaut wurde, muss praktisch als *unverdaulich* bewertet werden.

Berechnet man für das Kaninchen auf Grund der gefundenen Verdauungskoeffizienten den durchschnittlichen Gehalt an *verdaulichen Nährstoffen* in den Kakaoextraktionsrückständen, so erhält man folgende Werte :

Tabelle 4

Für das Kaninchen verdauliche Nährstoffe in den Kakaoextraktionsrückständen

Wasser	11,5 %
Verdaul. Roheiweiss	9,0 %
Verdaul. Reineiweiss	1,2 %
Verdaul. Rohfett	1,4 %
Verdaul. Rohfaser	2,6 % (1,0—4,1 %)
Verdaul. N-freie Extraktstoffe	23,6 %

Bei einem Rohfaserabzug von 0,30 errechnet sich der *Stärkewert* von Kakaoextraktionsrückständen auf 26,2—29,4 je nach Rohfaserverdaulichkeit, im Mittel auf 27,8 *). Der *Ballastgehalt* (Gehalt an unverdaulicher organischer Substanz) beträgt 42,6 %.

Die Kakaoextraktionsrückstände stellen somit ein geringwertiges Futtermittel dar, das für Kaninchen annähernd den gleichen Futterwert wie getrocknete Birntrester (Reineiweiss unverdaulich, Ballast 47,2 %, Stärkewert 30,6)¹⁶⁾ besitzt. Als Kaninchenfutter sind die Kakaoextraktionsrückstände kaum geeignet, um so mehr, als auch bei diesen Tieren Schädigungen durch den Alkaloidgehalt auftreten können.

* Es handelt sich hier um Annäherungswerte, da für die Berechnung der Stärkewerte aus dem Gehalt der Extraktionsrückstände an verdaulichen Nährstoffen Faktoren verwendet wurden, die, streng genommen, nur für die Verhältnisse beim Rind Gültigkeit haben.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Frage der Verwendbarkeit von *Kakaoextraktionsrückständen* als Futtermittel. Zunächst wird deren *Nährstoffgehalt* im Vergleich mit andern Untersuchungen angeführt. Anschliessend werden verschiedene Versuche aus der Literatur zitiert, welche auf die *Schädlichkeit* des in Kakaoabfällen vorkommenden *Theobromins* für unsere Haustiere hinweisen.

Sowohl Untersuchungen der Geflügelzuchtschule Zollikofen-Bern mit *Hähnen*, als auch eigene Versuche mit *Schafen* und *Schweinen* zeigen, dass Kakaoabfallprodukte als Futtermittel für diese Tierarten ungeeignet sind.

In Verdauungsversuchen mit *Kaninchen* wurde für die organische Substanz der Kakaoextraktionsrückstände ein Verdauungskoeffizient von nur 46,3 % gefunden und deren Futterwert auf 27,8 Stärkeeinheiten berechnet.

Infolge des geringen Futterwertes und der öfters festgestellten gesundheitsschädlichen Wirkungen ist von der Verfütterung von Kakaoextraktionsrückständen an unsere Haustiere abzuraten.

Résumé

Le travail ci-dessus s'occupe de la question de l'utilisation comme fourrage des résidus d'extraction du cacao. Pour commencer on donne leur teneur en substances nutritives en comparaison avec d'autres analyses. Ensuite différents essais pris dans la littérature sont cités, qui démontrent la nocivité pour nos animaux domestiques de la théobromine se trouvant dans les déchets de cacao.

Non seulement des essais à l'école avicole de Zollikofen-Berne sur des poules, mais encore des essais particuliers sur des moutons et des porcs démontrent que les produits de déchets du cacao sont impropres comme fourrage pour ces espèces d'animaux.

On a trouvé dans des essais de digestion faits sur des lapins un coefficient de digestion pour la substance organique des résidus d'extraction de cacao de 46,3% seulement, et dont on a calculé la valeur fourragère à 27,8 unités d'amidon.

Par suite de la valeur fourragère minime et des effets nuisibles pour la santé, ainsi qu'on l'a très souvent constaté, l'affouragement de nos animaux domestiques avec des résidus d'extraction de cacao est déconseillé.

Literatur

- 1) Die technologischen Angaben wurden einem unveröffentlichten Bericht von Dr. Schär, K.E.A., Sektion für Speisefette und Speiseöle, entnommen.
- 2) *H. Svoboda*: Kraftfuttermittel, S. 383, Wien u. Leipzig 1915.
- 3) *E. Pott*: Handbuch der tierischen Ernährung und der landwirtschaftlichen Futtermittel, Bd. 3, S. 138, Berlin 1909.
- 4) *M. Kling*: Die Handelsfuttermittel, S. 395, Stuttgart 1928.
- 5) *M. Kling*: Siehe unter 4), S. 395.
- 6) *J. König*: Siehe unter 3), S. 139.
- 7) *G. Wolfram*: Siehe unter 3), S. 140.
- 8) *C. Wehmer*: Die Pflanzennährstoffe, S. 770 ff, Jena 1931.
- 9) *E. Pott*: Siehe unter 3), S. 140.
- 10) *M. Kling*: Siehe unter 4), S. 51 und 357.
- 11) *Eberhard* und *Goy*: Siehe unter 4), S. 51.
- 12) *J. Pritzker*: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene, XXXIII, 276, 1942.
- 13) *J. Pritzker*: Siehe unter 12), S. 277.
- 14) *H. Temperton* u. *F. J. Dudley*: Referat Nr. 850 aus Nutrition Abstracts and Reviews, 13, 150, 1943.
- 15) Schweiz. Geflügelzuchtschule, Zollikofen-Bern: IV. Jahresbericht, S. 14, 1939.
- 16) *F. Bachmann*: Tierwelt, Jahrg. 50, Nr. 52, 1940.