

40248-i

Abhandlungen aus dem Gebiete der Tierhaltung.

Dr. W. Müller,

Administrator am Landwirtschaftl. Institut
der Universität Leipzig.

Von

und

Dr. G. v. Wendt,

Laborator am Physiologischen Institut
der Universität Gießen.

Erstes Heft.

Wie füttert der Landwirt zweckmäßig Rübenblätter?

Ein Beitrag zur Kenntnis der Ursachen der durch
Rübenblattfütterung hervorgerufenen Übelstände.



4.—6. Tausend.

Berlin.

Verlagsbuchhandlung Paul Parey.

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.

SW., Hedemannstraße 10.

1909.

1909.

t
17094

Abhandlungen aus dem Gebiete der Tierhaltung.

1932: 38

Von

Dr. W. Müller,

Administrator am Landwirtschaftl. Institut
der Universität Leipzig.

und

Dr. G. v. Wendt,

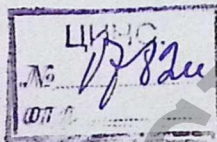
Laborator am Physiologischen Institut
der Universität Helsingfors.

Erstes Heft.

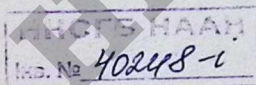
M 94

Wie füttert der Landwirt zweckmäßig Rübenblätter?

Ein Beitrag zur Kenntnis der Ursachen der durch
Rübenblattfütterung hervorgerufenen Übelstände.



4.—6. Tausend.



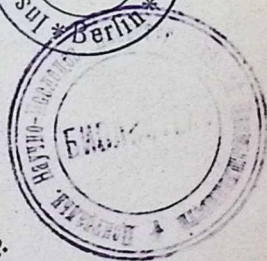
Berlin.

Verlagsbuchhandlung Paul Parey.

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.

SW., Hedemannstraße 10.

1909.



Alle Rechte, auch das der Uebersetzung, vorbehalten.

Vorwort.

Es war uns in den Jahren 1907 und 1908 durch das große Entgegenkommen des Direktors des Landw. Institutes der Universität Leipzig, Herrn Geheimen Hofrates Professor Dr. Kirchner, ermöglicht, mehreren Fragen aus dem Gebiete der Tierhaltung experimentell näher zu treten.

Im vorliegenden Hefte sind sowohl die Ergebnisse der Untersuchungen enthalten, die wir über die nachteiligen Nebenwirkungen der Rübenblattfütterung und ihre Ursachen ausgeführt haben, als auch Vorschläge, um diesen Nachteilen zu begegnen.

Inhalt.

	Seite
A. Die Bedeutung der Rübenblätter für die Landwirtschaft	5
B. Über die bei der Verfütterung von Rübenblättern beobachteten Nachteile, die Ansichten über ihre Ursachen und Bekämpfung	11
C. Die möglichen Ursachen der schädlichen Nebenwirkungen der Rübenblätter	13
D. Experimentelle Belege für die Bedeutung.	
a) Der Oxalsäure	18
b) Der Beschaffenheit der Rübenblätter und der Beigaben von präzipitiertem phosphorsaurem Kalk und Kreide	20
c) Von Bakterien und Toxinen bei Zustandekommen des Durchfalls	24
E. Die Bewertung der Versuchsergebnisse für die Praxis	28

A. Die Bedeutung der Rübenblätter für die Landwirtschaft.

Die gewaltige Ausdehnung, welche der Rübenbau, besonders der Zuckerrübenbau, in den letzten Jahrzehnten erfahren hat¹⁾, stellte der Landwirtschaft immer größere Mengen von Abfallprodukten zur Verfügung, unter denen dem Volumen nach die Rübenblätter den ersten Platz einnehmen. Da sich aber die Ernte der Rüben, sowohl der Zuckerrüben als auch der Futterrüben auf einen kurzen Zeitabschnitt zusammendrängt, so ist es, namentlich in größeren Betrieben unmöglich, die ganze Rübenblatternte frisch zu verfüttern.

Man versucht vielfach die Erntezeit der Rübenblätter durch Abblatten zu verlängern, um also durch diese Maßnahme, besonders bei Futterknappheit, längere Zeit frisches Futter zu haben und zugleich die ganze Blatternte frisch zu verwerten. Vor diesem Verfahren kann nicht genug gewarnt werden. Jeder Landwirt muß wissen, daß die Pflanze nicht allein durch ihre Wurzeln die nötige Nahrung für ihren Aufbau sich verschafft, sondern auch durch die Blätter. Sie bewirken die für die Pflanzen so außerordentlich bedeutsame Produktion von Kohlehydraten, also Stärke und Zucker, und so kann jeder bemessen, welcher großen Schaden der Rübe, die man doch hauptsächlich zur Produktion von Kohlehydraten anbaut, durch mehr oder minder starkes Abblatten zugefügt wird.

Die nachteilige Einwirkung des Blattens auf Quantität und Qualität der Ernte zeigen uns vortrefflich folgende Versuchsergebnisse.²⁾

¹⁾ Im Jahre 1878 wurden ca. 505 000, 1900 ca. 950 000 ha im deutschen Reich mit Rüben bebaut. Die Rübenblatternte betrug 1900 ca. 160 Millionen dz.

²⁾ Nobbe und Siegert, Landw. Versuchstation, IV. S. 246.

Zeit der Entlaubung	Behandlung	Gewicht der Rüben pro Hektar in kg	Zucker der Rübe pro Hektar in kg
14. August	Nicht entlaubt	18 660	1437
14. August u.	Entlaubung von 17% Blättern .	17 170	1224
16. Septbr.	Entlaubung von 85% Blättern .	11 100	698

Bei diesem Versuch wurde 3711 kg Trockensubstanz pro Hektar von den entlaubten Rüben gewonnen, davon entfielen 2521 kg auf die Wurzeln und 1190 kg auf die Blätter. Bei zweimaliger Entlaubung erhielt man pro Hektar 3083 kg Trockensubstanz, und zwar 1333 kg aus den Wurzeln und 1750 kg aus den Blättern. Dem durch das zweimalige Entlauben erzeugten Gewinn von 560 kg Trockensubstanz der Blätter stand ein Verlust von **1188 kg** Trockensubstanz der Wurzeln gegenüber, also ein Verlust von ca. 650 kg.

Durch das Entlauben wurden ca. 4950 kg Blätter mehr geerntet, das ist ein Wert von ca. 40,00 M, wenn 100 kg Blätter nach Kühn 0,85 M wert sind. Der gleichzeitige Verlust an Zucker betrug 739 kg, das ist ein Wert von ca. 148 M, wenn 1 kg Zucker mit 0,20 M bezahlt wird. Durch zweimaliges Entlauben ist also in diesem Falle ein Verlust von rund **108 M** pro Hektar eingetreten. Der Landwirt, der so verfährt, würde also die mehr geernteten Blätter mit einem Preise von ca. 2,50 M pro Doppelzentner bezahlen.

Es soll hier ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß, vom pflanzenphysiologischen Standpunkte aus, die Futterrüben durch das Abblatten noch mehr geschädigt wird, als die Zuckerrübe, deren Blätter weniger widerstandsfähig sind und früher welken.

Erwähnt sei noch, daß durch Entlauben besonders bei der Zuckerrübe eine große Neigung zur Nebenvurzelbildung und Grünköpfigkeit erzeugt wird.

Die einsichtigen Landwirte haben eingesehen, daß das Ab-

blatten große wirtschaftliche Schädigungen mit sich bringt und sind somit gezwungen worden, die Rübenblätter, die nicht frisch verfüttert werden können, zu konservieren, also einzusäuern, einzufüttern oder zu trocknen.

Das Einsäuern der Blätter und Köpfe, für sich oder zusammen mit Schnitzeln, ist die verbreitetste Art der Verarbeitung solcher Rückstände zu Dauerfutter. Es kann nicht in Abrede gestellt werden, daß diese Art der Konservierung in vielen Betrieben zurzeit noch als notwendiges Übel bestehen muß; denn sie bringt trotz der damit verbundenen beträchtlichen Verluste dem Landwirte noch immer einen großen Vorteil gegenüber dem leider noch oft vorkommenden Unterpflügen der Blätter, das als grobe landwirtschaftliche Sünde gekennzeichnet werden muß.

Wir wollen kurz die zweckmäßigste Technik des Einsäuerns in ungemauerten Gruben angeben. Die Tiefe und Breite der Grube richtet sich nach der in der Wirtschaft vorhandenen Masse der Blätter und Schnitzel, eine bestimmte Norm kann hierfür nicht aufgestellt werden. Eine Tiefe von $1\frac{1}{2}$ m und eine Breite von 2 m wird zweckmäßig sein. Für jedes laufende Meter der Grube würden ca. 15—25 dz einzusäuernde Masse erforderlich sein. Das vielfach übliche Auskleiden der Grubenwände mit Stroh hindert den luftdichten Abschluß und ist daher verwerflich, dagegen ist eine Strohunterlage sehr zu empfehlen, nicht nur als Schutz gegen Verunreinigung durch Erde, sondern auch als Mittel zur Aufsaugung von Wasser, da die unteren Schichten eines wasserreichen Einsäuerungsmaterials leicht zu wasserreich werden. Die Rübenblätter können bei jeder Witterung, frisch oder abgewelkt, teilweise in die Grube gebracht werden. Sind die Blätter sehr wasserreich, so bringt ein Vorwelfen derselben geringere Verluste mit sich. Ein Zusatz von Kochsalz beim Einlegen ist nicht nötig, kann sogar den Durchfall beim Verfüttern des Sauerfutters befördern. Dieselbe Wirkung hat die von Kellner¹⁾ empfohlene Beigabe von Kreide.

¹⁾ Kellner, Die Ernährung der landw. Nutztiere, 1907, S. 307.

Der Zweck der Kreidebeigabe soll die Verhütung von Knochenbrüchigkeit sein, die durch die in den Rübenblättern enthaltene Oxalsäure hervorgerufen werden kann. Diesem Übelstande kann aber auch vorgebeugt werden durch kleine Futterbeigaben von präzipitiertem phosphorsauren Kalk, welches im Gegensatz zur Kreide dem Durchfall der Tiere entgegenwirkt. Übrigens ist die Gefahr bei eingesäuertem Material beträchtlich geringer, wie bei frischem, weil, wie Kellner¹⁾ nachgewiesen hat, ca. 30 % der Oxalsäure durch die Gärung verloren geht. Wir werden auf diesen Punkt später noch näher eingehen.

In der Grube müssen die Blätter zweckmäßig durch Däsen festgetreten werden, jedoch ist zu beachten, daß ein übermäßiges Zusammenpacken nicht ratsam ist, weil dadurch gerade bei den wasserreichen Rübenblättern die für die vorteilhafte Milchsäuregärung²⁾ notwendige Selbsterhitzung nicht genügend eintritt.

Sind die Blätter genügend hoch, etwa 1 m über der Erde, aufgeschichtet, so werden sie mit Spreu und dann mit einer wenigstens 1 m starken Erdschicht bedeckt.

Die mit der Einsäuerung verbundenen Verluste sind sehr beträchtlich. Folgende Tabelle nach Kellner³⁾ gibt uns ein Bild davon.

	Frische Blätter kg	Abnahme in Prozenten der Einzelbestandteile beim eingesäuerten Material
Trockensubstanz	100	49,4
Rohprotein	26,7	63,1
Rohfaser	13,8	1,5
Stickstofffreie Extraktstoffe .	38,4	42,8
Mineralfstoffe	18,4	66,5
Oxalsäure	3,5	31,6

Man kann wohl annehmen, daß in den meisten Fällen mindestens 50 % des Futterwertes der frischen Blätter durch das Einsäuern verloren geht.

¹⁾ Kellner, Die Ernährung der landw. Nutztiere, 1907, S. 241.

²⁾ Albert, Die Konservierung der Futterpflanzen, 1903, S. 168.

³⁾ Ebenda, S. 240.

Da die durch das Einsäuern in Verlust geratenen ausgelaugten Mineralstoffe von der Strohhunterlage und der darunter liegenden Bodenschicht aufgenommen sind, so empfiehlt es sich, die Sohle der Grube wegzunehmen und sie nebst dem Stroh als Düngung zu verwenden.

Man verfüttert bis zu 10 kg eingesäuerte Rübenblätter an 1 Stück Großvieh, entsprechend weniger an Schweine und Schafe. Jungvieh und tragenden Tieren soll dies Futter nicht gereicht werden, ebenso Milchkühen, die zur Gewinnung von Kindermilch verwendet werden. Jedes Stück Großvieh erhält bei einer Tagesration Sauerfutter am besten 15—20 g Calciumpräzipitat, nie mehr als 45 g pro Tag, weil größere Gaben — bei der Kreide macht sich dies noch mehr bemerkbar — die Milchmenge herabdrücken.

Beim Fry'schen¹⁾ Einsüßungs- wie auch bei dem Preßfutterverfahren wird durch den noch lebhafteren Gärungsprozeß ein noch größerer Verlust an Nährstoffen, besonders an Protein, und beim Preßfutter²⁾ noch dazu von Mineralstoffen hervorgerufen, und somit soll man hierbei am besten 30—45 g Calciumpräzipitat pro Tag und Rind verfüttern.

Bei der Trocknung der Rübenblätter sind die Verluste sehr gering, und es bedarf eigentlich nicht erst erwähnt zu werden, daß diese Art der Konservierung an sich die beste ist. Erst nach Besprechung der schädlichen Nebenwirkungen der Rübenblattfütterung wollen wir auf das Trocknen der Blätter näher eingehen.

Der Zweck der vorliegenden Abhandlung besteht darin, den Landwirten den Weg zu zeigen, wie die Rübenblätter möglichst gut und vollkommen ausgenutzt werden können.

Die sicherste und beste Rente aus einem landwirtschaftlichen Betriebe wird in der Regel noch immer da erhalten, wo der Ackerbau mit der Viehhaltung in entsprechender Weise Hand in Hand geht.

¹⁾ Georges Fry, Die Einsüßung der Futtermittel, 1885.

²⁾ Albert a. a. O., S. 156.

Der Nutzen der Viehhaltung ist ein mannigfacher, nicht allein die Erlangung von wertvollem Dünger, von ständigem Betriebskapital durch Verkauf von tierischen Produkten, sondern auch der günstige Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Aekers, den der Anbau von Futterpflanzen, von Papilionazeen und Hackfrüchten mit sich bringt, besonders auch die Ausnutzung der vielen nicht marktfähigen Produkte durch den Tierkörper.

Die marktfähigen Produkte der Landwirtschaft sind in erster Linie zur menschlichen Nahrung bestimmt, und je höher der Bedarf an solchen Produkten ist, desto mehr muß unser Vieh, bei der notwendigen Zunahme der Intensität der Wirtschaft, auf die Verwertung der nicht marktgängigen Produkte gezüchtet werden; denn nur dadurch wird es möglich, den Bedarf an menschlicher Nahrung, an Eiweiß und Nicht-eiweiß, vollkommen im Inlande zu decken. Die zweckmäßige Verfütterung der nicht marktgängigen Stoffe in der Landwirtschaft ist nicht an ein Schema gebunden. Der Landwirt hat sich den Wert jedes Futtermittels genau klar zu machen und seine spezifischen und diätetischen Wirkungen zu berücksichtigen. Gerade wie der Acker nicht schablonenmäßig nur auf Grund der durch die Bodenanalyse ermittelten Zahlen gedüngt und bebaut werden darf, können auch nicht Stärfewerte oder Futtereinheiten, schablonenmäßig angewendet, eine wirtschaftliche Art der Fütterung begründen. Man ist in neuerer Zeit leider allzusehr geneigt, nach aufgestellten Schablonen und Normen sich urteilslos zu richten. Man darf nicht vergessen, daß die Nutztiere keine Maschinen sondern Organismen sind, die sich sowohl nach Masse als nach Individualität unterscheiden, daß weiter die Zusammensetzung der Futtermittel in den wenigsten Fällen dem arithmetischen Mittel gleichkommt und daß den Futtermitteln noch Eigenschaften innewohnen, die sich nicht zahlenmäßig ausdrücken lassen. Wir sehen also, daß für den Landwirt selbständiges Denken nicht hoch genug eingeschätzt werden darf.

B. Über die bei der Verfütterung von Rübenblättern beobachteten Nachteile, die Ansichten über ihre Ursachen und Bekämpfung.

Erfahrungsgemäß erstrecken sich die Nachteile bei der Rübenblattfütterung einmal auf den Gesundheitszustand der Tiere, dann aber auch auf die Beschaffenheit, insbesondere der Milch und der Butter. Unter den gesundheitschädlichen Wirkungen ist in erster Linie der Durchfall der Tiere zu nennen, den sowohl frische, wie eingesäuerte Blätter hervorrufen. Auch sind einzelne Fälle von Vergiftungen¹⁾ bekannt geworden, durch die Gehirn, Herz und Verdauungstraktus affiziert sind.

Bei andauernder, reichlicher Gabe von frischen und sauren Rübenblättern ist bei den Tieren bisweilen Knochenbrüchigkeit²⁾ und Verfäulen beobachtet worden.

Während der Rübenblattfütterung klagt man vielfach über geringe Haltbarkeit der Milch, auch scheint ihre Schmachthaftigkeit beeinträchtigt zu werden. Als Kindermilch, zumal in rohem Zustande, kann die Rübenblattmilch unter Umständen schwere Verdauungsstörungen hervorrufen,³⁾ die teilweise dadurch verursacht sind, daß bei Durchfall der Kühe die reinliche Gewinnung⁴⁾ der Milch sehr erschwert wird.

Die Butter wird bisweilen während der Rübenblattfütterung krümelig und hart,⁵⁾ und vor allem scheinen die Zuckerrübenköpfe dies zu bewirken.⁶⁾

¹⁾ Zlustr. Landw. Zeit. 1899, Nr. 7. — Milchzeit. 1905, Nr. 9.

²⁾ Haubner, Gesundheitspflege, 1881, S. 372. — Jung f. Casparn, Über chronische Oxalsäurevergiftung, Inaug.-Diss. Berlin 1895.

³⁾ W. Müller, Centralbl. für Kinderheilkunde, 1904, Heft 3 und Frühling's Landw. Zeit. 1904, S. 173 und Zlustr. Landw. Zeit. 1904, Nr. 17.

⁴⁾ Kirchner, Zlustr. Landw. Zeit. 1905, Nr. 84.

⁵⁾ Pott, Handbuch d. tier. Ernähr. u. d. landw. Futterm., II. Bd., 1907, S. 204.

⁶⁾ Kirchner, Handb. der Milchw. 1907, S. 387.

Schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde nachgewiesen, daß die Rübenblätter große Mengen löslicher oxalsaurer Salze enthalten, und da die Oxalsäure schon lange als ein Gift bekannt ist, wurde ganz natürlich dieser die Hauptschuld an den schädlichen Nebenwirkungen bei der Verfütterung von Rübenblättern beigemessen. In Übereinstimmung damit sind bisher alle Maßnahmen darauf gerichtet gewesen, die Wirkung der Oxalsäure abzustumpfen.

Allerdings konnte den beobachtenden Landwirten die Tatsache nicht entgehen, daß trocken und rein geerntete Rübenblätter in viel geringerem Maße Durchfall hervorrufen als naß und schmutzig geerntete, doch hat man den Grund hierfür nicht finden können,¹⁾ zumal die Oxalsäuremenge in den Blättern von raschem Witterungswechsel wenig beeinflusst wird. Daß die den Blättern anhaftende Erde nicht an dem Durchfall der Tiere schuld sein konnte, glaubte man daraus zu schließen, daß stark erdhaltige Rüben den besagten Übelstand nicht zur Folge haben.

Um die Oxalsäure, den hypothetischen Haupterreger aller schädlichen Nebenwirkungen der Blätter schwerer löslich zu machen, hat man Kalksalze, besonders Kreide,²⁾ nur vereinzelt präzipitierten phosphorsauren Kalk³⁾ empfohlen. Schon früher ist bereits darauf hingewiesen,⁴⁾ daß die Kreide den Durchfall nicht vermindert, eher kommt dann eine günstige Wirkung dem Calciumphosphat zu;^{5) 4)} die Knochenbrüchigkeit dagegen hat man erfolgreich durch beide Salze bekämpft, jedoch sei bemerkt, daß phosphorsaurer Kalk aus physiologischen Gründen hierfür sehr viel besser geeignet ist.

¹⁾ Kramer, Untersuchung über die Wirkung des phosphorsauren und des kohlensauren Kalkes als Viehfutter zu Rübenblättern. Znaug.-Diff. Leipzig 1907, S. 57.

²⁾ Reifner, a. a. O., S. 307 u. andere Lehrbücher der Fütterungslehre.

³⁾ B. Müller a. a. O.

⁴⁾ Kramer, a. a. O., S. 60.

C. Die möglichen Ursachen der schädlichen Nebenwirkungen der Rübenblätter.

Will man sich die Ursachen einer Erscheinung klar machen, so muß man vor allem die einzelnen Ursachen, als auch die Umstände, unter denen die Erscheinung zutage tritt, gesondert betrachten. Unter den Haupterscheinungen, die sich bei den Rühen während der Rübenblattfütterung zeigen, treten Vergiftungszustände, Knochenbrüchigkeit und Durchfall hervor. Vergiftungen zeigen sich nur, wenn sehr große Mengen von Blättern verfüttert worden sind, und der Umstand, daß bei anhaltend trockenem Wetter,¹⁾ wo der Oxalsäuregehalt der Blätter rapid zunimmt, Vergiftungsercheinungen am leichtesten auftreten, macht es sehr wahrscheinlich, daß die von den Tieren aufgenommene Oxalsäure für die Vergiftungsercheinungen verantwortlich zu machen ist.

Die Knochenbrüchigkeit pflegt erst, wenn sie überhaupt eintritt, nach andauernder starker Rübenblattfütterung, also besonders bei Sauerfutter, sich einzustellen. Da erfahrungsgemäß ein andauernder Durchfall, sowohl bei Menschen als auch bei Tieren, besonders im jugendlichen Alter, eine Schwächung der Knochen hervorrufen kann, und die Blattfütterung fast immer einen Durchfall zur Folge hat, so läßt sich nicht ohne weiteres ein direkter Zusammenhang zwischen Oxalsäure und Knochenbrüchigkeit annehmen. Man stellt sich häufig vor, daß die Oxalsäure, in den Blutkreislauf aufgenommen, den Knochen Kalk entzieht und dadurch die Knochenbrüchigkeit hervorruft. In Wirklichkeit liegt die Sache jedoch ganz anders. Bildete sich Calciumoxalat wirklich im Blute, würde sich das Blut dieses unlöslichen Stoffes schwer wieder entledigen, da es hauptsächlich nur lösliche Stoffe transportieren kann. Eine Grundbedingung für die Lebensfähigkeit ist es, daß im Körper nur an solchen Orten unlösliche Stoffe gebildet werden dürfen, wo eine Ausscheidung leicht möglich ist.

¹⁾ Pott a. a. D., 1907, S. 202.

Der Darm ist nicht nur das Organ für die Verdauung und die Nährstoffaufnahme, sondern auch außerordentlich wichtig für die Ausscheidung aller schwer löslichen Stoffe. So besorgt der Darm bei den Wiederkäuern fast die ganze Ausscheidung der Phosphate. Sowohl bei Resorption als auch bei Exkretion tritt das Blut der Darmwand mittelbar in nahe Beziehungen zum Darminhalt.¹⁾ Diese Beziehungen werden durch das zwischen Blut und Darminhalt befindliche Gewebe in der Weise geregelt, daß die Bedürfnisse des Körpers möglichst vollkommen befriedigt werden. In Übereinstimmung hiermit kann ein schädlicher Stoff die Vorgänge im Darm in zweifacher Weise beeinträchtigen, einmal so, daß durch diesen Stoff im Darm befindliche Nährstoffe durch Unlöslichmachung der Resorption entzogen werden, zweitens so, daß die Regelung, die das zwischen Darminhalt und Blut befindliche Gewebe ausübt, gestört wird, entweder direkt, oder als Folgeerscheinung einer allgemeinen Vergiftung. In beiden Fällen kann der Körper gehindert werden, seinen Bedarf an einem oder mehreren Nährstoffen, die während des Lebensprozesses verbraucht worden sind, zu decken.

Wir wissen, daß das Blut eine gewisse Menge von Calciumsalzen nötig hat und immer bestrebt ist, eine bestimmte relative Menge hiervon festzuhalten. Werden Calciumsalze dem Blute entzogen, so muß es seinen Bedarf aus Reserven, also aus dem Knochengestänge decken, wenn die nötigen Kalzinengen nicht in der Nahrung zur Verfügung stehen.

Ein wichtiger Prozeß kann unter physiologischen Bedingungen dem Blute größere Mengen Kalk entziehen, nämlich die Ernährung der Frucht durch das Blut, und die des jungen Tieres durch die Milch der Mutter; denn in der Natur herrscht die Regel: Das entstehende Leben geht dem schon bestehenden vor.

Wir wollen weiter darauf hinweisen, daß nur, wenn dem Blute ein Überschuß an Kalksalzen, insbesondere an Phosphaten

¹⁾ v. Wendt, Über Eiweiß- und Salzstoffwechsel beim Menschen. Stand. Archiv f. Physiol. 1905.

zur Verfügung steht, die Ablagerung von Calciumphosphat im Knochengewebe erfolgt.

Die Knochenbrüchigkeit junger Tiere kann also ohne direkte Entziehung von Calciumsalzen zustande kommen, und zwar nur dadurch, daß bei ungenügender Ablagerung von Calciumsalzen das weiche Knochengewebe weiter wächst.

Daraus ergibt sich, daß die das Calcium bindende Oxalsäure, sowohl bei jungen, und bei trächtigen, als auch bei Milch gebenden Tieren, die Knochenbrüchigkeit verursachen kann; Tiere dieses Alters und dieser Nutzungsrichtungen sind auch erfahrungsgemäß in erster Linie von dieser Krankheit betroffen worden.

Es gibt aber auch Fälle, in denen ausgewachsene, nicht tragende und keine Milch gebende Tiere¹⁾ durch Aufnahme von Oxalsäure knochenbrüchig geworden sind. Diese Tatsache lehrt, daß die Oxalsäure das Gewebe, welches die Beziehungen zwischen Blut und Darminhalt regelt, dermaßen schädigt, daß dem Blute Calciumsalze entzogen werden.

Diese Entziehung kann auf zweierlei Art geschehen; entweder kommt eine Bindung des Blutcalciums durch die Oxalsäure zustande, oder das geschädigte Gewebe läßt eine abnorme Kalkausscheidung vom Blute her zu oder befördert diesen Vorgang. Der bei Rübenblattfütterung entstehende Durchfall begünstigt also möglicherweise die Knochenbrüchigkeit, da bei jedem Durchfall dem Körper in abnormer Weise Salze entzogen werden.

Man hat zur Verhütung der Knochenbrüchigkeit von berufener Seite die Verabreichung von Kreide, also von kohlensaurem Kalk empfohlen. Dabei hat man jedoch nicht beachtet, daß die anorganische Masse des Knochens hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk besteht.

Auch für den Körper besteht das Gesetz des Minimums, d. h. der Körper kann ebensowenig aus Amiden Eiweiß bilden, wenn er nicht die übrigen Bausteine zum

¹⁾ Caspary a. a. O.

Aufbau des Eiweißmoleküls in genügender Menge zur Verfügung hat, wie aus kohlensaurem Kalk Knochen, wenn ihm nicht Phosphorsäure in geeigneter Form zur Verfügung steht.

Wie v. Wendt¹⁾ gezeigt hat, kann Mangel an Phosphor in der Nahrung noch viel größere Verluste an Knochenkalk mit sich bringen als Mangel an Calcium. Diese an Menschen gemachten Erfahrungen finden ihre Bestätigung auch bei Tieren. Die von Lewite²⁾ festgestellte Tatsache, daß das Rauhfutter des Jahres 1904, wo besonders in Sachsen Knochenbrüchigkeit beinahe epidemisch auftrat, wohl reichlich normale Kalkmengen aber abnorm wenig Phosphorsäure enthielt, ist unserer Ansicht nach in obigem Sinne zu deuten, d. h. daß die Knochenbrüchigkeit durch den Phosphormangel verursacht worden ist. Die Kreide kann also nur als Bindemittel der Oxalsäure, doch niemals als Ersatz für bereits verloren gegangene Knochensubstanz dienen, wenn nicht Phosphorsäure im Überschuß vorhanden ist, was in manchen Fällen wohl nicht der Fall sein dürfte.

Gibt man Kreide als Beigabe zu Rübenblättern, so geht man von den Voraussetzungen aus, daß alle Oxalsäure der Blätter gebunden wird, und daß das gebildete oxalsäure Calcium unschädlich ist. Beide Annahmen sind nicht stichhaltig; denn erstens kann eine so innige Mischung der Kreide und des Futters nicht bewirkt werden, daß im Verdauungsapparate die frei gemachten Oxalate durch Kreide sogleich unlöslich werden und zweitens ist auch das Calciumoxalat nicht ganz unschädlich, sondern kann in großen Mengen verfüttert, nach Caspari³⁾ auch eine Knochenweichheit erzeugen; denn mit der Bindung der Oxalsäure ist nicht ihr schädlicher Einfluß auf das zwischen Darminhalt und Blut befindliche Gewebe vollständig beseitigt.

Man muß also dahin streben, nicht allein die Oxalsäure der Blätter zu binden, sondern auch reichlich Ersatz

¹⁾ M. a. D.

²⁾ Mitteil. d. Landw. Inst. d. Univ. Leipzig 1907, S. 84 u. folg.

³⁾ M. a. D.

für verloren gehende oder schon gegangene Knochenmasse zu schaffen. Diese Anforderungen werden in ausgezeichneter Weise vom präzipitierten Calciumphosphat erfüllt.¹⁾

Wie bereits erwähnt, braucht der bei Rübenblattfutter auftretende Durchfall nicht unbedingt als eine Oxalsäure-Vergiftungserscheinung aufgefaßt zu werden, obwohl bei solchen Vergiftungen der Durchfall eine typische Erscheinung ist.

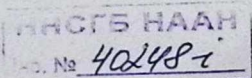
Wir wissen, daß frische, reine und trockene Rübenblätter in viel geringerem Maße Durchfall verursachen, als mit Erde behaftete. Da in beiden Fällen die verfütterten Oxalsäuremengen im wesentlichen dieselben sind, so ist es klar, daß die Oxalsäure wenigstens nicht allein als Erreger des Durchfalls angesehen werden darf. Die Rätze scheinen sich überhaupt gegen die nachteiligen Wirkungen der Oxalsäure schützen zu können. Bei dem Wiederkäuer soll nach Kellner²⁾ dieser Schutz noch dadurch erhöht sein, daß die in den Vormägen stattfindende Milchsäuregärung auch auf die Oxalsäure übergreift und einen Teil davon unschädlich macht.

Als Ergebnis unserer Betrachtungen fassen wir zusammen, daß die Oxalsäure sowohl Vergiftungserscheinungen und dabei zweifelsohne auch Durchfall, als auch Knochenbrüchigkeit hervorrufen kann, daß sie aber in vielen, ja vielleicht in den meisten Fällen, bei normaler Rübenblattfütterung an der Entstehung des Durchfalls wenig oder garnicht mitwirkt.

Wir haben also zunächst zu untersuchen, ob die Oxalsäure überhaupt Durchfall bei den Tieren verursacht, wenn diese die Oxalsäure in Dosen erhalten, die den in den Rübenblättern aufgenommenen Mengen entsprechen. Weiter ist zu ergründen, ob andere, bisher noch nicht bekannte Stoffe den Durchfall erzeugen, was für Stoffe dies sind und wie sie entstehen.

¹⁾ v. Wendt a. a. O.

²⁾ Kellner, Landw. Versuchsstat., Bd. 25, 1880, S. 460.



D. Experimentelle Belege für die Bedeutung

a) Der Oxalsäure.

Nach den von Kellner¹⁾ und Bülow²⁾ ausgeführten Analysen enthält die Rübenblatt-Trockensubstanz im Durchschnitt 4—5 % Oxalsäure, wovon ein Drittel bis zur Hälfte in Wasser löslich ist. Eine für Milchkühe reichliche Tagesration Rübenblätter beträgt 75 kg, in denen also etwa 150 g lösliche Oxalsäure vorhanden sind.

Um die Wirkung der Oxalsäure zu prüfen, verabreichten wir einer Angler Kuh, die im 14. Laktationsmonate stand, nicht tragend und gegen Blattfütterung recht empfindlich war, sowie einem Bullen der Pinzgauer Rasse, der ebenfalls zu Durchfall neigte, Oxalsäure, und zwar in Form von saurem, oxalsaurem Kalium. Folgende Tabelle veranschaulicht Plan und Ergebnis des Versuches.

Gegeben vom	Menge von Kaliumoxalat pro Tag	Kotbeschaffenheit bei	
		der Angler Kuh	dem Pinzgauer Bullen
7.—10. Okt. 1907	60 g	normal	normal
11.—16. " "	120 "	"	"
17.—21. " "	180 "	fester wie gewöhnlich	fester wie gewöhnlich
1.—4. Nov. "	180 "	normal	—

Aus diesem Versuche geht klar hervor, daß die Oxalsäure, auch in so großen Mengen verfüttert, wie in 75 kg Blättern enthalten sind, keinen Durchfall hervorzurufen vermag, vielmehr war der Kot der Tiere während der größten Oxalsäuregaben fester als vorher. Man könnte fälschlich annehmen, daß die Oxalsäure, die zugleich mit Trockenfutter (Krautfutter, Heu und Stroh) den Tieren gereicht wurde, in den Vormägen durch ausgiebigere Gärung zum größten Teile wirkungslos gemacht worden ist. Um dies zu er-

¹⁾ Kellner, Untersuchung über die Veränderung der Runkelrübenblätter beim Einsäuern in Mieten. Landw. Versuchstat. 1880, S. 447.

²⁾ Journal f. Landw. 1899, S. 359.

mitteln, haben wir die in der Milch der Angler Kuh ausgeschiedenen Kalkmengen festgestellt. Würde eine Verminderung der Kalkausscheidung gegenüber der Normalausscheidung in der Milch eintreten, so müßte man annehmen, daß größere Mengen von Oxalsäure nicht in den Vormägen zerstört werden, sondern unverändert in den Darm gelangt sind, um von hier aus dem Körper Kalk zu entziehen.

Die folgende Tabelle zeigt die Versuchsergebnisse.

In der Zeit von	betrug die Milchmenge im Mittel pro Tag	darin war enthalten Calciumoxyd		Im Futter ge- reicht pro Tag
		prozentisch	absolut	
4.—6. Okt. 1907	11 kg	0,21	23,1 g	keine Oxalsäure
7.—10. Okt. 1907	11 kg	0,21	23,1 g	60 g Oxalsäure
11.—16. " "	9,6 "	0,18	17,3 "	120 " "
17.—21. " "	11,7 "	0,16	18,7 "	180 " "
22.—27. Okt. 1907	12,2 kg	0,20	24,4 g	90 g präz. Cal- ciumphosphat

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, fällt der Gehalt der Milch an Calciumoxyd bei den Oxalsäuregaben sehr bedeutend; die absolute Menge nimmt in der zweiten Periode sehr stark ab, auch in der dritten Periode ist eine beträchtliche Abnahme zu erkennen, obgleich sie nicht so auffällig ist, weil die Milchmenge hier wieder erheblich zugenommen hat. Daß der Körper der Kuh sehr an Kalkmangel litt, geht außerdem daraus hervor, daß unmittelbar nach Aufhören der Oxalsäurefütterung bei Zugabe von Calciumphosphat die prozentische Kalkmenge der Milch sogleich annähernd wieder die Norm erreicht, und im Anschluß daran auch die absolute Ausscheidung von Calciumoxyd beträchtlich zunimmt.

Da bei beiden Kindern keinerlei Vergiftungserscheinungen auftraten (die Kuh ist jetzt tragend geworden) und da die Tiere außerdem während des ganzen Versuchs rege Fresslust zeigten, so können wir der Ansicht Casparys¹⁾ beitreten, daß Oxalsäure

¹⁾ V. a. D., S. 15 u. 40.

in nicht zu großen Gaben nicht nur unschädlich, sondern geradezu nützlich sein kann. In dieser Anschauung werden wir noch durch die Tatsache bestärkt, daß der Fettgehalt der Milch während der mittelstarken Gaben von Oxalsäure stark, nämlich von 3,6 bis auf 4,4% stieg.

Weiter läßt sich hieraus der sehr wichtige Schluß ziehen, daß die Oxalsäure wohl das zwischen Blut und Darmwand befindliche Gewebe schädigen kann, in der Weise, daß dem Blute Kalk entzogen wird, daß diese Schädigung aber keinen Durchfall hervorzurufen braucht.

Der oft schon bei kleinen Rübenblattgaben eintretende Durchfall wird also nicht von der Oxalsäure erzeugt, sondern von anderen Stoffen, welche die Tiere mit den Blättern aufnehmen.

b) Experimentelle Belege für die Bedeutung der Beschaffenheit der Rübenblätter und der Beigaben von präzipitiertem phosphorsauren Kalk und von Kreide.

Wir wiesen früher darauf hin, daß nach Verfütterung nasser, mit Erde beschmutzter Blätter eher und in stärkerem Maße Durchfall bei den Tieren entsteht, als nach Verabreichung von reinen, trockenen Blättern. Um diesen von uns und anderen Praktikern gemachten Beobachtungen auf den Grund zu gehen, haben wir mit 16 Kühen des Leipziger Rassenstalles einen Versuch von der Dauer eines Monats ausgeführt, der uns zugleich die Wirkung von Calciumphosphat und Kreide zeigen sollte.

Wie aus Tabelle S. 22, 23, 24 und 25 ersichtlich ist, haben wir die Versuchskühe in drei Gruppen eingeteilt. Gruppe I erhielt Blätter ohne Beigaben, Gruppe II erhielt zu den Blättern 90 g Calciumpräzipitat und ebenso Gruppe III 90 g Kreide pro Tag und Stück. Die Salzgaben wurden absichtlich reich bemessen, um eine recht augenfällige Wirkung zu erzielen. Die Tiere der Gruppe I wurden anfangs in zwei Unterabteilungen geteilt, um den Einfluß ansteigender Blattgaben zu ermitteln. Alles Nähere über Futter,

Zusammensetzung der Milch, Milchmengen usw. ist aus den Tabellen zu ersehen.

Wir fassen die Versuchsergebnisse folgendermaßen zusammen. Trotzdem die Kühe in den täglich verzehrten Rübenblättern, unter Zugrundelegung von bereits genannten Mittelzahlen, 80—150 g lösliche Oxalsäure aufgenommen haben, machte sich in keinem Falle ein wesentlicher Einfluß auf die prozentische und absolute Calciumausscheidung in der Milch geltend. Das läßt vermuten, daß größere Mengen von Oxalsäure in den Vormägen durch Gärung zerstört worden sind, infolgedessen die Kalkbindung nicht in so großem Umfange stattgefunden hat, daß der Körper die Calciummenge des Blutes nicht hätte festhalten können.

Die Beobachtung, daß schmutzige Blätter in hohem Maße Durchfall verursachen, ist durch unseren Versuch vollkommen bestätigt. Sehr reinlich und trocken gewonnene Blätter riefen keinen oder nur ganz geringen Durchfall hervor, obwohl von ihnen viel größere Mengen aufgenommen wurden, auch scheint es vorteilhaft, die Rübenblattgabe allmählich zu steigern.

Wie bereits Kramer¹⁾ berichtet, erzeugt die Zugabe von Kreide bei Rübenblatt nicht nur keine Verminderung, sondern geradezu eine Verstärkung des Durchfalls und kann in einzelnen Fällen anscheinend als Erreger gelten. Hiermit stimmen unsere Beobachtungen völlig überein. Die Kühe der Gruppe III, denen Kreide als Beigabe gereicht wurde, litten auffallend viel schwerer und anhaltender an Durchfall, als diejenigen Tiere, welche keine Beigabe erhalten hatten. Die Kreide wurde nun durch Calciumphosphat ersetzt und es trat sofort eine Binderung des Durchfalls und eine bedeutende Steigerung der Kalkausscheidung in der Milch ein, was wieder beweist, wieviel resorptionsfähiger das phosphorsaure Salz ist. Speziell darauf sei aufmerksam gemacht: Je schmutziger die Blätter, desto schädlicher die Kreide.

Das Verhalten der Tiere der Gruppe II zeigt, daß das Calcium-

¹⁾ M. a. D., S. 31.

Die Milch- probe geht von — bis —	Tagesmittel der Milch- leistung in kg, Nr., Schlag, Laktationsmonat						Summa der Milchmenge kg	Tagesmittel kg	Zusammensetzung der Milch in Prozenten				Tagesmittel d. Milch- bestandteile von: g			
	93 A. XI	135 G. Fr. XI	149 A. IV	164 Br. V	166 O. X	167 O. VIII			Fett- süßs.	Fett	Protein	Ca O	Fett- süßs.	Fett	Protein	Ca O

Gruppe I.

16.—18. X.	—	—	—	—	2,5	8,0	31,6	5,27	13,41	4,15	3,80	0,18	707	221	203	9,7
19.—21. "	—	—	—	—	3,3	8,2	34,5	5,75	13,68	4,15	4,03	0,20	797	239	232	11,5
22.—24. "	—	—	—	—	3,2	8,5	35,3	5,88	12,93	4,10	3,80	0,18	760	241	223	10,6
25.—28. X.	8,0	14,2	12,1	9,0	2,3	9,9	223,2	9,30	12,95	3,35	3,33	0,17	1204	312	310	15,8
29.X.—6.XI.	7,5	14,3	11,5	7,4	1,9	10,4	478,7	8,88	12,57	3,30	3,24	0,18	1116	293	288	16,0
7.—11. XI.	5,8	13,5	10,6	6,9	—	10,2	234,4	9,37	12,30	3,35	3,24	0,19	1153	314	305	17,8
16.—18. X.	7,3	14,1	11,2	7,2	—	—	121,8	10,15	10,22	3,45	3,06	0,18	1037	350	311	18,3
19.—21. "	7,3	13,9	12,0	7,6	—	—	126,2	10,52	10,41	3,65	3,28	0,18	1095	384	345	18,9
22.—24. "	7,3	12,9	12,2	9,0	—	—	126,0	10,50	10,95	3,38	3,15	0,18	1150	355	331	18,9

Gruppe II.

	150 A. XI	151 A. XI	156 P. XV	157 P. X	160 Br. II											
16.—18. X.	8,7	8,2	5,8	5,6	16,6	134,8	8,98	12,45	3,92	3,54	0,20	1118	352	318	17,9	
19.—21. „	8,1	7,5	6,0	5,8	15,1	127,9	8,52	14,00	4,15	3,63	0,20	1193	354	309	17,0	
22.—28. „	7,6	8,2	5,9	6,4	15,9	307,8	8,79	13,13	4,25	3,33	0,21	1170	374	293	18,5	
29.X.—6.XI.	8,8	8,4	6,4	6,9	15,2	411,5	9,14	13,33	4,00	3,54	0,20	1218	366	234	18,3	
7.—11. XI.	9,3	7,9	5,9	6,6	14,8	222,9	8,91	13,19	3,90	3,54	0,20	1175	347	315	17,8	

Anmerkung: Die römischen Zahlen unter der Kuh-Nummer zeigen den Laktations-
G. Fr. = Gelbes Frankenvieh, Br. = Breitenburger, O. = Ostfries, P. = Pinzgauer, R. O. =

Futter	Beschaffenheit	
	der Rübenblätter	des Kotes resp. Durchfall
Rübenblättergabe ansteigend bis 75 kg pro Tag und Kopf nebst Kraftfutter und Stroh 75 kg Rübenblätter. Es wurden nur 40% verzehrt. Kraftfutter	mäßig rein und trocken ab 20. rein und trocken	normal am 19. u. 20. recht dünn, vom 21.—23. weniger dünn, ab 24. fast normal
Wie oben ca. 60—80% verzehrt	"	1.—3. Durchfall
Wie oben vom 29.—3. ca. 35% verzehrt, ab 3. Heu-Zulage	bis 3. schmutzig, vom 3.—6. mäßig rein und trocken	3.—6. weniger dünn
Vom 3.—6. ca. 50% verzehrt		7.—11. normal
Keine Rübenblätter, sondern Rüben, Kraftfutter, Heu und Stroh		
Wie oben. Ab 18. Rübenblätter. 75% verzehrt. Kraftfutter und Stroh	mäßig rein und trocken ab 20. rein und trocken	ab 20. Durchfall
Wie oben	"	ab 22.—30. weniger dünn
Wie oben		
Keine Rübenblätter, sondern Rüben, Kraftfutter, Heu und Stroh	—	normal
Pro Tag 90g 75 kg Rübenblätter, Kraftfutter u. präzip. phosphor-säuren Wie oben	ab 20. rein und trocken "	am 19. und 20. recht dünn vom 21.—23. weniger dünn als in Gruppe I ab 24. normal
Wie oben ab 3. Heu-Zulagen	bis 3. schmutzig, vom 3.—6. mäßig rein und trocken	1.—3. Durchfall
Keine Rübenblätter, sondern Rüben, Kraftfutter, Heu und Stroh	—	3.—6. Durchfall geht schneller zurück als in Gruppe I, 7.—11. normal

monat an, in dem sich das Tier bei Anfang des Versuches befand. Es bedeutet A. = Angler Rotbunte Ostfrieser, H. E. = Holst. Elbmarsch.

Die Milch= probe geht von — bis —	Tagesmittel der Milch= leistung in kg, Nr., Schlag, Laktationsmonat					Summa der Milchmenge kg	Tagesmittel kg	Zusammensetzung der Milch in Prozenten					Tagesmittel d. Milch= bestandteile von: g				
	129 R. O V	158 R. O V	159 Br. V	162 G. Fr. IV	163 H. E. IV			Stoff= fuhlung	Fett	protein	Ca O	Stoff= fuhlung	Fett	protein	Ca O		
Gruppe III.																	
16.—18. X.	17,8	6,0	7,9	7,3	7,6	140,1	9,34	12,32	3,35	3,05	0,15	1151	313	285	14,0		
19.—21. „	14,8	5,9	8,7	7,7	7,4	133,5	8,90	11,67	3,50	3,11	0,15	1047	312	277	13,4		
22.—28. „	17,3	6,1	8,7	8,8	8,6	347,8	9,93	11,85	3,70	3,19	0,15	1177	367	317	14,9		
29.X.—6.XI.	18,9	6,1	8,7	8,8	8,5	460,5	10,23	12,76	3,40	3,06	0,17	1305	349	313	17,4		
7.—11. „	16,9	5,9	7,8	7,3	7,9	230,0	9,20	11,97	3,30	3,15	0,16	1101	304	290	14,72		

phosphat, ohne den Durchfall ganz beseitigen zu können, doch deutlich einen günstigen Einfluß ausübt. Bei beiden Salzgaben sehen wir den Fettgehalt der Milch ansteigen, beim Calciumphosphat außerdem noch die Milchmenge, die bei der Kreidegabe abnimmt.

Der Umstand nun, daß die Verfütterung von schmutzigen Rübenblättern besonders stark Durchfall hervorruft, gab einen Fingerzeig für unsere weiteren Forschungen.

c) Experimentelle Belege für die Bedeutung von Bakterien und Toxinen beim Zustandekommen des Durchfalls.

Die äußere Beschaffenheit der Rübenblätter bringt es mit sich, daß die Blattflächen, wie auch die Blätter selbst, leicht Verletzungen ausgesetzt sind. Die beschädigten Stellen können aber leichter wie bei anderen Futterpflanzen von der Erde her durch Bakterien infiziert werden und scheinen, infolge des großen Wassergehaltes und der Zusammensetzung der Rübenblätter, einen ausgezeichneten Nährboden für verschiedene Bakterien abzugeben. Es liegt auf der Hand, daß besonders bei nasser Witterung die Blätter eher und inniger mit dem Erdboden in Berührung kommen und somit leichter durch Bakterien infiziert werden können, als bei trockener Witterung. Dies

Futter	Beschaffenheit	
	der Rübenblätter	des Fotes resp. Durchfall
Keine Rübenblätter, sondern Rüben, Kraftfutter Heu und Stroh	Wie	normal
Pro Tag 75 kg Rübenblätter, Kraftfutter und 90 g Stroh davon 60—80 % verzehrt.	bei	ab 19. Durchfall, ab 20. sehr stark
Freide. Wie oben	Gruppe	ab 22. Durchfall weniger stark, ab 24. noch gelinder
Pro Tag 90 g präzip. Wie oben ab 3. Heu-Zulage phosphorj. Kalk	I und II	ab 1. starker Durchfall, ab 4. gelinder
Keine Salzzugabe, sonst wie oben	—	ab 5. annähernd, ab 7. ganz normal.

muß sich besonders dann bemerkbar machen, wenn die Rübenenernte bei nassem Wetter stattfindet und bei Rübensorten, deren Blätter schon an sich nach unten geneigt sind, was ja besonders bei Zuckerrübenblättern der Fall ist, die auch erfahrungsgemäß am stärksten eine lagierende Wirkung ausüben.

Sobald es sich herausgestellt hatte, daß die von uns zum Versuche benutzten, mit Erde behafteten Blätter Durchfall hervorriefen, versuchten wir die Durchfall erregenden Stoffe von den Blättern zu entfernen. Es wurden täglich 150 kg Blätter in einem Behälter mit Wasser von ca. 40° übergossen und 18 Stunden lang ausgelaugt. Die Blätter wurden nun zwei an Rübenblatt-Durchfall leidenden Rüljen gereicht, und das Waschwasser erhielten zwei mit Trockenfutter ernährte Tiere.

Das Ergebnis dieses Versuches geht aus folgender Tabelle hervor.
(Siehe Tab. S. 26.)

Wir sehen hieraus, daß ein großer Teil der Durchfall erregenden Stoffe sich durch Waschen von den Blättern entfernen läßt, daß die Blätter nach dem Waschen viel bekömmlicher waren, das Waschwasser aber dieselbe Wirkung ausübte, wie früher die Blätter.

Datum des Versuchstages	Kotbeschaffenheit		Bemerkungen
	der Tiere, die gewaschene Blätter erhielten	der trocken gefütterten, mit Waschwasser getränkten Tiere	
	Durchfall	normal	Kotbeschaffenheit vor dem Versuche
24. Okt. 1907	weniger dünn	annähernd normal	
25. " "	" "	starker Durchfall	
26. " "	" "	" "	
27. " "	annähernd normal	Durchfall	

Wir haben schon vorher darauf hingewiesen, daß die an den Blättern haftende Erde für den Durchfall nicht verantwortlich gemacht werden darf, da erdige Rüben in dieser Hinsicht keinen Einfluß ausüben.

Dieser Schluß wird dadurch bekräftigt, daß das verabreichte Waschwasser sich durch Absetzen des Bodens geklärt hatte und somit wenig abgesehlammte Erdteile von den Tieren aufgenommen wurden. Der Durchfall konnte also nur von Bakterien oder ihren auf den Blättern bereits gebildeten Toxinen herrühren.

Es galt nun festzustellen, ob Bakterien oder von ihnen erzeugte Giftstoffe oder beide den Durchfall hervorriefen.

Um die Virulenz der Bakterien stark abzuschwächen oder sie zu töten, wurde wirksames Rübenblatt-Waschwasser mit Salzsäure bis 3 pro Mille versetzt und nach 10 Stunden zwei trocken gefütterten Tieren gereicht. Da dieses Wasser seine schädliche Wirkung ganz ungeschwächt beibehielt, so geht daraus klar hervor, daß mit den Blättern aufgenommene Bakterien nicht die Reizerscheinungen im Darms auslösen und sich daselbst wahrscheinlich nicht vermehren, was damit vorzüglich im Einklang steht, daß der Rübenblattdurchfall nach dem Futterwechsel sofort aufhörte.

Wir prüften weiter, ob die Giftstoffe kochfest waren, und es zeigte sich, daß wirksames Wasser durch Kochen ganz unschädlich gemacht wurde. Wenn abgekochtes Waschwasser mit einer kleinen

Menge wirksamen Waschwassers versetzt wurde, zeigte es auch nach längerem Stehen keine Wirksamkeit.

Man kann daraus schließen, daß die Giftstoffe nicht kochfest sind, daß die Bakterien im Waschwasser keine Giftstoffe erzeugen, sondern nur Rübenblätter ein geeigneter Nährboden für sie sind.

Bezugnehmend auf unsere Versuchsergebnisse wollen wir uns den physiologischen Vorgang in den Verdauungsorganen der Wiederkäuer bei Rübenblattfütterung vergegenwärtigen. In den beiden ersten Vormägen finden, wie bekannt, lebhafte bakterielle Zersetzungsprozesse statt. Die meisten mit der Nahrung aufgenommenen Bakterien finden in den Vormägen vorzügliche Lebensbedingungen, weshalb angenommen werden darf, daß auch die Erzeuger der besprochenen Giftstoffe nicht unbeträchtliche Mengen von Toxinen noch in den Vormägen bilden. Im Blättermagen wird die breiige, in Zersetzung begriffene Futtermasse ausgepreßt und das Preßwasser wird durch den Labmagen in den Darm übergeführt. Dies geschieht bekanntlich, um die Wirkung der Magensaftsäure nicht durch zu starkes Verblümen abzuschwächen. Die bakteriellen Zersetzungsprozesse in dem in den Labmagen gelangenden Futter werden hier durch die Einwirkung der Salzsäure stark reduziert. Mit dem Preßwasser gelangen die bereits gebildeten Toxine in den Darm, wo sie Durchfall verursachen. Sobald die Blattfütterung aufhört, wird kein toxinhaltiges Preßwasser mehr in den Darm übergeführt und der Durchfall hört sogleich auf.

Daß eine Kreidegabe den Durchfall verschlimmert, steht in bestem Einklange mit den oben dargelegten Vorgängen. Die Gärungsprozesse werden ja von der Kreide sehr begünstigt, indem das Calcium der Kreide die durch die Gärung erzeugten Säuren neutralisiert, wodurch ausgezeichnete Lebensbedingungen für die Bakterien geschaffen und somit reichlich Giftstoffe gebildet werden können. Dazu kommt, daß durch Gärungssäuren noch nicht gebundenes Calcium die Magensaurewirkung abschwächen muß.

Daß das saure Calciumphosphat die Tätigkeit der Mikroorganismen eher hemmt als begünstigt, ist ohne weiteres klar. Damit ist die vorteilhafte Wirkung dieses Salzes als Beigabe zur Rübenblattfütterung begründet.

Die günstige Einwirkung von Rauhfutter (Heu und Stroh) und Kraftfutter als Zugabe bei Rübenblattfütterung findet hiermit auch ihre wissenschaftliche Erklärung, da ja bekanntlich diese Stoffe dank ihres geringen Wassergehaltes die mit der Grünfütterung verbundenen Gärungs- und Fermentationsprozesse einschränken.

Die Tatsache, daß der Rübenblattdurchfall von Toxinen verursacht wird, erklärt weiter die Beobachtung, daß die Milch an Rübenblattdurchfall leidender Kühe auch bei reinlichster Gewinnung in ungekochtem Zustande bei den Säuglingen¹⁾ Durchfall hervorruft.

Manche Toxine gehen bekanntlich teilweise unverändert in die Milch über. Schon der eine von uns,¹⁾ der vergebens Oxalsäure in der Rübenblattmilch suchte, sprach die Vermutung aus, daß in diese Milch übergegangene organische Stoffe die Ursache des Kinderdurchfalls wären.

E. Die Verwertung der Versuchsergebnisse für die Praxis.

Da wir jetzt die Ursachen der durch die Blätter hervorgerufenen Verdauungsstörungen kennen, ist es uns möglich, der Entstehung der Durchfall verursachenden Giftstoffe erfolgreich entgegen zu wirken. Alle unsere Maßnahmen hängen mit der Forderung zusammen, daß die Blätter möglichst wenig mit der Erde in Berührung kommen dürfen, besonders dann nicht, wenn der Erdboden und die Blätter naß sind.

In einer kleineren Wirtschaft wird es sich meistens ermöglichen lassen, bei der Blatternte auf die Witterung Rücksicht zu nehmen, d. h. die Blätter nur bei trockenem Wetter zu schneiden.

¹⁾ W. Müller a. a. O.

Auch sei darauf hingewiesen, daß früh im Tau geerntete Blätter mehr auf den Durchfall wirken als solche, die Nachmittags geschnitten waren, wie wir durch viele Versuche feststellen konnten.

Für jede Wirtschaft, die Blätter grün verfüttert, empfiehlt es sich, sowohl die Blätter der Futter- als auch der Zuckerrüben früher zu ernten, als die Rübe selbst und sie sobald als möglich vom Acker wegzuschaffen. Ist das nicht möglich, so müssen die Blätter in nicht zu große Haufen geworfen werden, von denen die unterste, mit dem Erdboden in Berührung kommende Schicht nicht frisch verfüttert werden darf.

In Zuckerrübenwirtschaften sind unsere Vorschläge schwer durchzuführen, weil die Rübenenernte in den meisten Fällen billiger und leichter zu bewerkstelligen ist, wenn die Rüben mit den Blättern gerodet werden. Es empfiehlt sich auch hier, nur trocken geerntete Blätter zu verfüttern und es werden die nachteiligen Folgen ihrer Verfütterung nicht groß sein, besonders wenn präzipitiertes Calciumphosphat den Tieren als Beigabe gereicht wird. Die beim Ernten durch Erde verunreinigten Blätter sollten vor dem Verfüttern in irgend einer Weise gereinigt oder an der Luft getrocknet werden. In den meisten Fällen wird wohl das Waschen auf dem Hofe zu zeitraubend sein, daher ist es zweckmäßig, diese Blätter über einer Klee- oder Grasnarbe auszustreuen. Durch Regen werden sie gereinigt, oder bei trockener Witterung getrocknet. Das Trocknen der erdehaltigen Blätter schwächt die Lebenstätigkeit der Bakterien sehr ab, und erfahrungsgemäß wirken die so behandelten Blätter wenig nachteilig.

Dieses Verfahren eignet sich auch vortrefflich zur Vorbehandlung der Blätter für maschinelle Trocknung und ist vielleicht eher anzuraten, als das teure Vortrocknen oder Vorwelken auf Gittern.

Bei Befolgung unserer Vorschläge können die Rübenblätter ohne oder mit wenig nachteiligen Nebenwirkungen als Grünfutter verwendet werden, in Gaben von 75 kg pro Tag und Rind mit Zugabe von halber Kraft- und Raufutterration, doch damit ist die Rübenblattfrage nur halb gelöst. Für den Landwirt, der nur einen

Teil seiner Blatternte verfüttern kann, ist die Konservierung des Restes von der größten Bedeutung.

Über das unwirtschaftliche Unterpflügen der Blätter haben wir schon gesprochen, ebenso über die großen Verluste, die mit der Sauerfütterbereitung verbunden sind.

Die beste Konservierungsmethode ist das Trocknen durch Maschinen.

Folgende Analysen zeigen den relativen Wert der getrockneten Rübenblätter.

	In 100 kg frischen Rübenblättern sind im Mittel	In 100 kg getrockneten Rübenblättern sind im Mittel	In 100 kg Kleeheu sind im Mittel
Trockenmasse	11,3	90,5	84,0
Proteinstoffe	2,5	8,4	11,0
Fett	0,4	2,3	2,5
N-freie Extraktstoffe .	4,7	50,7	38,0
Rohfaser	1,7	10,9	26,3
Asche	2,0	18,2 (inkl. Sand)	6,2

Die getrockneten Rübenblätter eignen sich in ausgezeichnete Weise für alle Wiederkäuer, auch von Schweinen werden sie gern genommen, jedoch ist eine Beigabe von präzipitiertem Calciumphosphat in allen Fällen notwendig; denn die Oxalsäure wird bei der Trocknung nicht zerstört und auch nicht durch Gärungsprozesse in dem Maße beseitigt, wie bei der Verfütterung von frischen Blättern.

Man hat die Trockenblätter mit bestem Erfolge in einer Menge bis 4 kg pro Tag und Rind verfüttert.

Nach Fußmann¹⁾ haben die getrockneten Blätter für Kühe mindestens denselben Futterwert wie gutes Kleeheu. Nach Lehmann²⁾ können 3 dz Trockenblätter ohne Nachteil 2 dz Weizenschalen ersetzen. Die Kosten des Trocknens mit den neuesten Apparaten sind bei abgewelkten Blättern 1,30—1,40 M pro Doppelzentner.

¹⁾ Mitteil. d. Landw. Inst. d. Univ. Leipzig 1904, S. 162.

²⁾ Deutsche Landw. Presse 1902, S. 106.

Eine mittlere Rübenblatternte beläuft sich pro Hektar auf ca. 130 dz angewelkter Blätter, die mit einem Kostenaufwande von ca. 61 M getrocknet werden können und 45 dz trockenes Material liefern. Kostet 1 dz Kleeheu 6 M, desgleichen Weizenschalen 12 M, so ist der Wert der getrockneten Blätter pro Hektar im ersten Falle gleich 270 (Hufmann), im zweiten Falle gleich 360 M (Vehmann). Für Amortisation der Trockenanlage müssen wir ca. 50 Pf. den Trocknungskosten von 1 dz Blätter hinzurechnen, so daß sich der Reinertrag aus der Rübenblatternte vom Hektar nach Hufmann auf 187 M, nach Vehmann auf 277 M beläuft, wenn man die Schätzung des Nährwertes der getrockneten Rübenblätter der genannten Autoren zugrunde legt. Dieselbe Menge Blätter hätte grün eingesäuert einen Wert von höchstens 80 M gehabt, wenn die Ernte frisch 180 dz pro Hektar à 85 Pf. ausmacht und 50 % durch das Einsäuern verloren geht; als Dünger verwendet wäre natürlich der Wert ein noch viel geringerer.

Die angeführten Zahlen zeigen die hohe wirtschaftliche Bedeutung der Rübenblatttrocknung.

Das landwirtschaftliche Genossenschaftswesen hat sich in den letzten Jahrzehnten stark entwickelt. Genossenschaftlich kann auch der kleine Landwirt die Vorteile der Rübenblatttrocknung ausnutzen, besonders jetzt, wo leicht transportable Trocknungsanlagen gebaut sind.

Hunderte Millionen von Mark wandern jährlich für Import von Kraftfuttermitteln aus Deutschland, wo man Millionen Zentner Rübenblätter verfaulen läßt oder nur halb ausnützt.

Welche Geldsummen könnten da durch die allgemein durchgeführte Rübenblatt-Trocknung dem Lande erhalten werden!

Solange die Landwirtschaft es nicht versteht, alle nicht marktfähigen Produkte des Betriebes durch das Vieh auszunutzen, solange kann sie von einem wirklich rationellen Betriebe noch nicht sprechen.

Druck von Hermann Beher & Söhne (Beher & Mann) in Langensalza.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstraße 10.

Sandbuch
der
Milchwirtschaft
auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage.

Von
Dr. W. Kirchner,
Professor und Geh. Hofrat, Direktor des landw. Institutes der Universität Leipzig.

Fünfte, neubearbeitete Auflage.

Mit 75 Textabbildungen.

Gebunden, Preis 13 M.

Die Tatsache des Erscheinens der fünften Auflage des bewährten und weitverbreiteten Werkes ist an sich schon ein Ereignis für alle Milchwirtschaft treibenden Kreise, sie gewinnt aber an Bedeutung noch wesentlich dadurch, daß diese fünfte Auflage eine gänzliche Umarbeitung erfuhr, so daß sie sich gewissermaßen als völlige Neuschöpfung darstellt und damit allen an ihr interessierten Kreisen, auch den Besitzern älterer Auflagen, direkt unentbehrlich wird.

Grundzüge
der
Fütterungslehre.

Gemeinverständlich dargestellt

von
Dr. O. Kellner,
Geh. Hofrat und Professor, Vorstand der Kgl. landw. Versuchsstation Möckern.

Zweite Auflage.

Gebunden, Preis 3 M 50 Pf.

Die »Grundzüge der Fütterungslehre« werden allen denen von Nutzen sein, die unter der Last ihrer Berufsgeschäfte nur schwer zum Studium eines ausführlichen Werkes kommen. Insbesondere sollte sie auch jeder Gutsbesitzer seinem Verwalter und Inspektor in die Hand geben, damit dieselben sich mit den für die Praxis so wichtigen Neuerungen auf dem Gebiete der Fütterungslehre, wie sie durch Kellner geschaffen worden sind, vertraut machen.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.
