

Über Zelluloseverdauung in vitro zum Zwecke der Feststellung der Verdaulichkeit zellulosehaltiger Futtermittel.

Von

P. Waentig und W. Gierisch.

(Mitteilung aus dem physiologischen Institut der tierärztlichen Hochschule zu Dresden,
Direktor: Geh. Rat Professor Ellenberger.)

(Der Redaktion zugegangen am 23. Juli 1919.)

Durch die Erfahrung der letzten Jahre ist erwiesen, daß gewisse unverdauliche, zellstoffreiche Pflanzenfasern durch bestimmte Behandlung in verdauliches Material übergeführt werden können, und diesen Materialien auch ein für den Pflanzenfresser erheblicher Nährwert zukommt. Deshalb ist die Feststellung der Verdaulichkeit eines in der Hauptsache aus Pflanzenfasern bestehenden Futtermittels erneut in den Vordergrund des Interesses getreten. Den sichersten Aufschluß hierüber gewährt der mit allen Kautelen durchgeführte Ausnutzungsversuch am lebenden Tier; solche Versuche sind aber, besonders wenn sie an größeren Haustieren durchgeführt werden müssen, stets langwierig und kostspielig und erfordern zuverlässige und geschulte Hilfskräfte. Häufig ist es jedoch wünschenswert, ehe man den umständlichen Apparat des Tierversuches in Bewegung setzt, eine vorläufige Orientierung über die Beschaffenheit des Untersuchungsobjektes vorzunehmen. Die chemisch-analytischen Methoden sind nur unter bestimmten Bedingungen imstande, etwas Endgültiges über die Verdaulichkeit eines zellulosehaltigen Futtermittels auszusagen¹⁾. Dagegen ist es eine durch viele Versuche erhärtete Tatsache, daß der Inhalt verschiedener Abschnitte des Verdauungsschlauches von Pflanzenfressern und Allesfressern auch in vitro

¹⁾ Vgl. P. Waentig, Diese Zeitschr. Bd. 103, Heft 2/4 (1918).

Zellulose aufzulösen imstande ist¹⁾. Insbesondere hat im hiesigen Institut vor einigen Jahren A. Scheunert²⁾ die Versuche mit reiner Rohfaser durchgeführt zu dem Zweck, um die nicht völlig feststehende Tatsache zu erhärten, daß es sich um einen bakteriellen Vorgang handelt.

Es lag nahe, solche Verdauungsversuche in vitro in der Richtung zu verwerten, ein vorläufiges Urteil über die Verdaulichkeit der Rohfasern eines Pflanzenmaterials in ähnlicher Weise zu gewinnen, wie es beispielsweise für eiweißhaltige Körper durch den Fermentversuch möglich ist. Im folgenden soll über einige diesbezügliche Versuche berichtet werden, deren Veröffentlichung infolge der Zensur während des Krieges unterbleiben mußte.

Natürlich ist nicht zu erwarten, daß diese Methode ähnlich exakte Resultate liefern wird, wie die proteolytischen Verdauungsversuche, bei denen man mit extrazellulären Fermenten von ziemlich definierter Aktivität arbeiten kann, das verbietet schon die Tatsache, daß es sich hier um bakterielle Vorgänge handelt³⁾. Immerhin ließ die verhältnismäßig gute Reproduzierbarkeit und Konstanz der Versuchsergebnisse, die man unter gleichen Versuchsbedingungen beim Tierversuch mit einem bestimmten Material erhält, vermuten, daß die verdauende Kraft des Inhalts eines bestimmten Darmabschnitts unter normalen Fütterungsbedingungen und unter konstanten Versuchsbedingungen auch in vitro wenigstens qualitativ immer die gleiche sein würde, so daß man aus einem positiven oder negativen Ausfall eines derartigen Versuches Schlüsse auf das Verhalten des betreffenden Materials beim Tierversuch ziehen könnte. Da uns infolge anderweiter Arbeiten zahlreiches, verschiedenartiges Material, das im Tierversuch — speziell an Pferden — geprüft war, zu Gebote stand, so war eine Gelegen-

¹⁾ Vgl. z. B. H. Lohrlich, Zeitschr. f. exper. Path. u. Therapie Bd. 5 (1908).

²⁾ Diese Zeitschr. Bd. 48, S. 10 (1906). Betr. einer ziemlich vollständigen Übersicht über die einschlägige Literatur vgl. A. Scheunert, Über die Zelluloseverdauung bei den Haustieren I, Berl. tierärztl. Wochenschrift Nr. 45 (1909).

³⁾ Vgl. A. Scheunert a. a. O.

heit gegeben, in weitgehendem Maße die erforderlichen Vergleiche zwischen Tierversuch und Verdauungsversuch in vitro anzustellen.

Da die Ausnutzungsversuche am lebenden Tier ausschließlich an Pferden durchgeführt waren, so arbeiteten wir zunächst auch hauptsächlich mit Darmflüssigkeit vom Pferde, und zwar mit dem Inhalt derjenigen Teile, die als Hauptsitz der Rohfaserverdauung beim Pferde angesehen werden, dem Caekum und Colon¹⁾.

Der Caekal- bzw. Colon-Inhalt wurde auf dem Schlachthof den frisch geschlachteten Tieren entnommen und unter Vermeidung einer Abkühlung nach geeigneter Vorbehandlung mit dem zu untersuchenden Substrat bei Brutschranktemperatur digeriert. Die Vorbehandlung geschah in der Weise, daß die breiige, noch körperwarme Masse durch ein möglichst feines Haarsieb hindurchgepreßt und die ablaufende trübe Flüssigkeit in diesem Zustand ohne weitere Filtration verwendet wurde. Die Einwirkungsdauer betrug gewöhnlich 4 Tage, d. i. annähernd die Zeit, welche in der Regel die aufgenommene Nahrung im Pferdedarm verbleibt, ehe die Entleerung erfolgt. Da es sich zunächst fast nur um vergleichende Versuche mit sehr rohfaserreichen, fast wasserunlöslichen Materialien handelte, bei denen eine stattgefundenene Lösung durch bakterielle Vorgänge in der Hauptsache auf Kosten der Lösung von Rohfasern gesetzt werden mußte, so wurde zur Feststellung der stattfindenden Verdauung einfach der Gewichtsverlust festgestellt, den das Material durch die Behandlung mit der Verdauungsflüssigkeit erlitt. Um die Wirkung nichtbakterieller bzw. nicht fermentativer Auflösung in Rechnung zu bringen, mußte natürlich stets eine Behandlung des Substrates mit der Verdauungsflüssigkeit vorgenommen werden, bei der bakterielle bzw. fermentative Vorgänge ausgeschlossen waren. Wir arbeiteten schließlich in der Weise, daß wir für die Kontrollproben die Verdauungsflüssigkeit eine Zeitlang kochten, von dem abgeschiedenen festen Körper abfiltrierten und die ge-

¹⁾ W. Ellenberger und A. Scheunert, Arch. f. wissensch. u. prakt. Tierheilkunde Bd. 5 u. 7—12.

kochte Flüssigkeit unter Beifügung alkoholischer Thymol-Lösung oder von Toluol mit dem Substrat in gleicher Weise wie bei dem eigentlichen Verdauungsversuch digerierten¹⁾. Zunächst ließen wir immer 50 ccm Verdauungsflüssigkeit auf 1 g des Substrates wirken, filtrierten nach beendeter Digestion ab und wuschen den Rückstand aus, der dann nach dem Trocknen bei 105° zur Wägung gebracht wurde. Da die Filtration und das nachfolgende Auswaschen, namentlich im Falle einer eintretenden Verdauung, sehr zeitraubend und mühsam ist, so nahmen wir später die Digestion in Zentrifugengläsern von 300 ccm Inhalt vor, nachdem diese mit dem trockenen Substrat in Mengen von 10 g tariert worden waren. Nach beendeter Verdauung wurden die Gläser zentrifugiert, die Verdauungsflüssigkeit abgehebert und dies so lange wiederholt, bis der Rückstand möglichst vollständig von der Verdauungsflüssigkeit befreit war. Je nach der Beschaffenheit der Verdauungsflüssigkeit bleiben hierbei wechselnde geringe Mengen fester Bestandteile zurück, die entweder während des Verdauungsvorganges zur Abscheidung gelangen oder schon bei der Trennung der Darmflüssigkeit von der Hauptmenge der in ihr enthaltenen festen Bestandteile in dieser verblieben waren. Abgesehen davon, daß diese Bestandteile nur wenige Prozent der angewandten Substanz betragen, ist dies für den Versuch nicht von Bedeutung, wenn man nur den verdauten Anteil in den Weise ermittelt, daß man die Differenz der Rückstandsmengen in der gekochten und nichtgekochten Probe feststellt.

Zunächst wurden zwei Versuchsreihen mit Caekalflüssigkeit, die aus dem Inhalt des Caekums eines frisch geschlachteten Pferdes hergestellt war, zur Durchführung gebracht. In der ersten Versuchsreihe wurden untersucht ein mit Salzsäure aufgeschlossenes Holzmehl, Sulfitzellulose, also mit Calciumsulfitlauge aufgeschlossenes Nadelholz, und mit Natron aufgeschlossener Strohstoff, in der zweiten Versuchsreihe kam

¹⁾ Gegen die üblichen Antiseptika allein erweisen sich die cytotischen Bakterien auffallend resistent (vgl. auch H. Pringsheim, Diese Zeitschr. Bd. 78, S. 270 (1912)).

statt des Säureholzmehles unverändertes Roggenstroh zur Verwendung. Im ersten Falle betrug die Einwirkungszeit 48 Stunden, im zweiten 90 Stunden; die Vorbereitung der Verdauungsflüssigkeit wurde so beschleunigt, daß sich die Verdauungsflüssigkeit unterdessen nicht unter 28° abgekühlt hatte. Die Versuche sind in Tabelle I und II wiedergegeben, die in Spalte 3 angegebenen Substanzverluste erklären sich zum Teil aus einem geringen Wassergehalt der lufttrockenen Materialien, sie sind aber nicht mit diesen identisch, weil bei der Digerierung mit der sterilen Verdauungsflüssigkeit außerdem eine gewisse Auslaugung des Materials stattfindet, welche andererseits durch die erwähnten geringen Mengen sich während der Verdauung aus der Flüssigkeit abscheidender fester Substanzen kompensiert wird. Den durch die bakterielle Verdauung erzielten Substanzverlust erhält man natürlich erst (Spalte 4), indem man diese Beträge von dem scheinbaren Verlust bei der Gärung (Spalte 1) abzieht. Aus dieser Darlegung erklärt sich ohne weiteres die auf den ersten Blick unerklärlich scheinenden hohen Verlustwerte für das mit Salzsäure aufgeschlossene Holz. Dieses Holz enthält nämlich $21,8\%$ Wasser und einen wäßrigen Extrakt von $11,7\%$. Es ist klar, daß ein Teil des letzteren bei der Digerierung mit der Verdauungsflüssigkeit in Lösung gehen mußte.

Vergleicht man nun die durch bakterielle Zersetzung entstehenden Verluste mit den Rohfaserverlusten, die das betreffende Material beim Durchgang durch den Verdauungsschlauch des lebenden Tieres erfährt, so ergibt sich zunächst, daß eine relative Übereinstimmung zwischen beiden Verdauungsgrößen besteht. In den Fällen, in denen beim Tierversuch beträchtliche Mengen von Rohfaser im Verdauungsschlauch verschwinden, ist auch in vitro eine merkliche Verdauung festzustellen. Die Höhen der absoluten Beträge weichen dagegen in dem Sinne stark voneinander ab, als die im Verdauungsschlauch gelösten Mengen erheblich größer sind. Dies ist aber ganz erklärlich, denn bei der relativ rohen Versuchsanordnung, deren wir uns bedienen, fallen alle die Bedingungen fort, welche im lebenden Organismus die Verdauung der Roh-

faser regulatorisch günstig beeinflussen. Eins dieser regulatorischen Momente liegt sicher in der durch die Darmtätigkeit im Organismus hervorgerufenen fortwährenden Durchmischung des Substrates, ein anderes in der Konstanz der Alkalität des Substrates. Letztere ändert sich durch die während der Verdauung in vitro eintretenden Vergärung offensichtlich, indem die Flüssigkeit allmählich eine saure Reaktion annimmt.

Ein Vergleich der Wirkung in Versuchsreihe 1 und 2 ergibt ferner, daß natürlich die Dauer der Einwirkung für die Größe des Verdauungsverlustes von Bedeutung ist. Es läge nahe, die Versuche über noch längere Zeit hin auszudehnen, um noch größere Ausschläge zu erhalten. Es ist dies absichtlich vermieden worden, damit man sich nicht auch in dieser Beziehung von den Bedingungen im Organismus allzuweit entfernt.

Des weiteren wurden 3 Versuchsreihen mit Colonflüssigkeit vom Pferde durchgeführt. Dabei ergab sich, daß die äußere Beschaffenheit des Coloninhalts infolge seiner breiigen Konsistenz sich als ungeeigneter erwies, eine für die Versuche geeignete Verdauungsflüssigkeit zu gewinnen. Die Folge davon war nämlich, daß mehr feste Teilchen in die Flüssigkeit mit übergangen, was sich in den von den früheren abweichenden Werten (Spalte 3) kenntlich macht. Auch das Auftreten scheinbar negativer Verdauungswerte erklärt sich daraus, indem die hierbei erheblich ins Gewicht fallenden Abscheidungen fester Körper in diesen Flüssigkeiten nicht immer gleichmäßig zu erfolgen scheinen. Auch die Wirksamkeit der Flüssigkeit scheint verschieden zu sein. Bei dem ersten Versuch lag offenbar eine wirksamere Verdauungsflüssigkeit vor als bei den folgenden. Es wurden bei diesen Versuchen außer den genannten Pflanzenmaterialien noch eine Reihe weiterer geprüft, und zwar durch chemische und mechanische Eingriffe veränderte Holzmehle. Von allen diesen Präparaten zeigt nur ein mit Chlor und Natronlauge nach einem besonderen Verfahren behandeltes Fichtenholzmehl ein positives Resultat. Alle anderen sind, ganz entsprechend der Geringfügigkeit ihrer Verdaulichkeit im Tierversuch, nicht angreifbar.

I. Versuchsreihe mit Caekalflüssigkeit vom Pferd.

1 g Substanz mit 50 ccm Caekalflüssigkeit 48 Std. bei Brutschranktemperatur.
(Die Caekalflüssigkeit reagierte bei Beginn der Versuche schwach alkalisch
und hatte eine Temperatur von 29° C.)

Untersuchungs- material	Substanzverlust in % der ursprüngl. Substanz nach Einwirkung von		Verdauter Anteil in % der ursprüngl. Substanz	Verdaute Roh- faser im Aus- nutzungsver- such am leben- den Tier in % der lufttrock. Substanz
	frischer Caekal- flüssigkeit	gekochter Caekal- flüssigkeit		
Unverändertes Fichtenholzmehl	9,08	9,59	— 0,51	—
Mit HCl aufgeschlos- senes Kiefernholz- mehl	28,94	30,73	— 1,79	—
Sulfitzellulose . .	11,80	5,07	+ 6,73	60,15 (3) ¹⁾
Strohstoff aus Roggenstroh . .	19,34	8,24	+ 11,10	53,13 (3)

II. Versuchsreihe mit Caekalflüssigkeit vom Pferd.

1 g Substanz mit 50 ccm Caekalflüssigkeit 90 Std. bei Brutschranktemperatur
(Caekalflüssigkeit schwach sauer, Temp. 28°).

Untersuchungs- material	Substanzverlust in % der ursprüngl. Substanz nach Einwirkung von		Verdauter Anteil in % der ursprüngl. Substanz	Verdaute Roh- faser im Aus- nutzungsver- such am leben- den Tier in % der lufttrock. Substanz
	frischer Caekal- flüssigkeit	gekochter Caekal- flüssigkeit		
Unverändertes Fichtenholzmehl	9,13	10,39	— 1,26	—
Sulfitzellulose . .	19,84	5,38	+ 14,46	60,15 (3)
Roggenstrohmehl .	25,44	20,20	+ 5,24	8,83 (2)
Strohstoff aus Roggenstroh . .	26,57	8,90	+ 17,67	53,13 (3)

¹⁾ Anzahl der angestellten Tierversuche.

III. Versuchsreihe mit Colonflüssigkeit vom Pferd.

1 g Substanz mit 50 ccm Colonflüssigkeit 90 Std. bei Brutschranktemperatur digeriert. (Colonflüssigkeit schwach sauer, Temp. 30°.)

Untersuchungs- material	Substanzverlust in % der ursprüngl. Substanz nach Einwirkung von		Verdauter Anteil in % der ursprüngl. Substanz	Verdaute Roh- faser im Aus- nutzungsver- such am leben- den Tier in % der lufttrock. Substanz
	frischer Colon- flüssigkeit	gekochter Colon- flüssigkeit		
Unverändertes Fichtenholzmehl .	2,76	1,38	+ 1,38	—
Sulfitzellulose . .	40,32	2,84	+ 37,48	60,15 (3)
Roggenstrohmehl .	7,17	8,25	— 1,08	8,83 (2)
Strohstoff aus Roggenstroh . .	38,30	13,00	+ 25,30	53,13 (3)

IV. Versuchsreihe mit Colonflüssigkeit vom Pferd.

10 g Substanz mit 200 ccm Colonflüssigkeit 90 Std. bei Brutschranktemperatur digeriert. (Colonflüssigkeit alkalisch, Temp. 34°.)

Untersuchungs- material	Substanzverlust in % der ursprüngl. Substanz nach Einwirkung von		Verdauter Anteil in % der ursprüngl. Substanz	Verdaute Roh- faser im Aus- nutzungsver- such am leben- den Tier in % der lufttrock. Substanz
	frischer Colon- flüssigkeit	gekochter Colon- flüssigkeit		
Sulfitzellulose . .	15,2	1,1	+ 14,1	60,15 (3)
Mit NaOH aufge- schlossenes Holz	6,0	4,0	+ 2,0	6,26 (6)
Mit NaOH und Cl ₂ aufgeschlossener Holzschliff . . .	12,6	6,6	+ 6,0	13,83 (3)
Strohstoff aus Roggenstroh . .	20,4	12,4	+ 8,0	53,13 (3)

V. Versuchsreihe mit Colonflüssigkeit vom Pferd.

10 g Subst. mit 200 ccm Colonflüssigkeit 120 Std. bei Brutschranktemperatur digeriert (Colonflüssigkeit schwach sauer, Temp. 31°).

Untersuchungs- material	Substanzverlust in % der ursprüngl. Substanz nach Einwirkung von		Verdauter Anteil in % der ursprüngl. Substanz	Verdante Roh- faser im Aus- nutzungsver- such am leben- den Tier in % der auf Trock- Substanz
	unverändert. Colon- flüssigkeit	gekochter Colon- flüssigkeit		
Unverändertes Fichtenholzmehl	— 6,7	— 5,6	— 1,1	—
Mit NaOH und Cl ₂ aufgeschlossenes Kiefernholzmehl .	+ 8,1	+ 7,7	+ 0,4	1,01 (3)
Mit Säure aufgeschl. Holzmehl . . .	+ 11,1	+ 8,9	+ 2,2	7,50 (1)
Holzmehl „St.“ . .	+ 18,5	+ 19,2	— 0,7	8,36 (2)
Sulfitzellulose . .	+ 18,0	— 2,6	+ 20,6	60,15 (3)

Wenn also durch diese Versuche erwiesen scheint, daß selbst bei dieser einfachen Versuchsanordnung es möglich ist, ein vorläufiges Urteil über die Verdaulichkeit der Bestandteile eines zellulosehaltigen Pflanzenmaterials zu gewinnen, so wäre es doch wünschenswert, die Gleichmäßigkeit und die Größe der Ausschläge zu steigern.

Die beschriebene Methode hat ferner noch den Nachteil, daß die Beschaffung der Verdauungsflüssigkeit an solchen Orten mit Schwierigkeiten verbunden sein dürfte, wo kein größerer Schlachthof vorhanden ist, in welchem die regelmäßige und häufige Schlachtung von Pferden stattfindet. Mit Rücksicht hierauf dürfte im allgemeinen die Verwendung von Rinderpanseninhalt zur Herstellung der Verdauungsflüssigkeit zweckmäßiger sein als Pferdedarminhalt. Wir haben daher mit den erwähnten Holz- und Strohmaterialien auch Versuche unter Verwendung von Rinderpanseninhalt durchgeführt. Es ergaben sich hierbei ungefähr gleich große Ausschläge wie mit Caecal-

flüssigkeit vom Pferde, so daß also dieses Material für den vorliegenden Fall ebenfalls verwertbar erscheint.

Es lag ferner nahe, die Beschaffung einer geeigneten Verdauungsflüssigkeit dadurch zu erleichtern, daß man den Darminhalt in dem Zustand, wie er den Darm verläßt, also die frischen Exkremente der die Zellulose verdauenden Tiere zur Gewinnung der Verdauungsflüssigkeit benutzt. Frischer Pferdekot dürfte am leichtesten zu beschaffen sein.

Solcher Kot wurde körperwarm mit physiologischer Kochsalzlösung im Brutschrank einige Stunden digeriert, der erhaltene Brei darauf in gleicher Weise wie der Darminhalt von den festen Bestandteilen befreit und die erhaltene Flüssigkeit darauf in der beschriebenen Weise mit dem Substrat zusammengebracht. Die mit einer solchen Verdauungsflüssigkeit erhaltenen Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben. Ein Versuch wurde auch mit Kuhkot durchgeführt; er hat sich infolge seiner feinbreiigen, schleimigen Beschaffenheit als weniger geeignet erwiesen. Die damit erzielte Wirkung aber ist eine ähnliche wie mit Pferdekot.

Wie man aus der Zusammenstellung der Versuche erkennt, ist die Wirkung eine geringere als mit Darminhalt. Dies ist auch erklärlich. Jedenfalls ist ein großer Teil der wirksamen, nur in bestimmten Darmabschnitten zur vollen Wirkung gelangenden zelluloselösenden Bakterien schon abgestorben. Auch bildet vielleicht die Kotzusammensetzung kein günstiges Nährsubstrat mehr.

Was den geringen Effekt der Zelluloseverdauung in vitro gegenüber dem Versuch am lebenden Tier anlangt, so wurde schon anfangs darauf hingewiesen, daß die Änderung der Alkalität des Substrates während des Verdauungsvorganges den Ablauf der bakteriellen Zersetzungs Vorgänge störend beeinflussen könnte. Wie die folgende Zusammenstellung zeigt (vgl. Tab. 7), ist der Einfluß von Zusätzen kleiner Alkalimengen zu dem Verdauungsgemisch recht deutlich. Es ist also vorteilhaft, die Verdauungsflüssigkeit vor dem Beginn des Versuches durch Zusatz geringer Mengen Alkali deutlich alkalisch zu machen. Bei welcher Hydroxylionenkonzentration

VI. Versuchsreihe mit frischem Kot vom Pferd.

10 g Substanz mit 150 ccm filtrierter Kotaufschwemmung 96 Std. bei Brutschranktemperatur digeriert. (Die Kotaufschwemmungen zeigten schwach saure Reaktion.)

Untersuchungs- material	Substanzverlust in % der ursprüngl. Substanz nach Einwirkung von		Verdauter Anteil in % der ursprüngl. Substanz	Verdaute Roh- faser im Aus- nutzungsver- such am leben- den Tier in % der lufttrock. Substanz	
	unveränderter Kot-Auf- schwemmung	gekochter Kot-Auf- schwemmung			
Strohstoff aus Roggenstroh	a)	15,9	8,0	7,9	53,13 (3)
	b)	14,1	5,2	8,9	53,13 (3)
	c)	14,9	8,4	6,5	53,13 (3)
Roggenstroh- mehl	a)	9,5	7,8	1,7	8,83 (2)
	b)	12,7	11,1	1,6	8,83 (2)
Sulfitzellulose . .		7,6	3,6	4,0	60,15 (3)
Unverändertes Fichtenholzmehl .		4,9	4,6	0,3	—

VII. Versuchsreihe.

Einfluß des Zusatzes von Alkali.

Unter- suchungs- material	Verdauungs- flüssigkeit	Zu- gefügt Na ₂ CO ₃ in g	Substanzverlust in % der ursprüngl. Substanz		Differenz
			ohne Zusatz von Alkali	mit Zusatz von Alkali	
Strohstoff aus Roggen- stroh	a) Rinderpausen- inhalt . . .	0,5	19,6	27,5	7,9
	b) Colon vom Pferd . . .	0,5	25,7	29,0	3,3
	c) Pferdekot .	1,0	14,9	22,1	7,2
	d) Kuhkot . .	1,0	5,1	14,6	9,5
Sulfitzellulose	Pferdekot . .	1,0	7,6	28,0	20,4

das Optimum der Wirkung liegt, müßten erst besondere Versuche ergeben.

Es hätte nun nahegelegen, die Verdauungsversuche mit Reinkulturen von aus dem Darminhalt vom Rind und Pferd isolierten zelluloselösenden Bakterien zu wiederholen, wie sie von Scheunert und Hopffe¹⁾ gewonnen worden sind. Vorläufige Versuche ergaben zwar sehr beträchtliche und der tatsächlichen Verdaulichkeit entsprechende Lösungswerte, andererseits aber traten auch bei scheinbar völlig gleichen Versuchsbedingungen mit ähnlichen Materialien so große Verschiedenheiten in der Wirkung ein, daß geschlossen werden muß, daß man die Lebensbedingungen der zelluloselösenden Darmbakterien noch nicht genügend kennt, um solche Kulturen mit Vorteil für analytische Zwecke heranzuziehen.

Zusammenfassend läßt sich folgern, daß die Methode in der vorgeschlagenen Form zwar einfach ist, aber wegen ihrer relativ geringen Empfindlichkeit und infolge unserer Unkenntnis über die eigentlichen wirksamen Bakterien in den Verdauungsflüssigkeiten und über ihre Lebensbedingungen vorläufig nur einen orientierenden Wert hat. Insofern aber dürfte sie doch eine die Ausscheidung für langwierige Tierversuche überhaupt nicht in Betracht kommender Pflanzenmaterialien bezweckende Vorprüfung ermöglichen.

¹⁾ Vergl. W. Ellenberger, Diese Zeitschr. Bd. 96, S. 236 (1915).
