ausgehenden Kräfte die Raumgitter der in ihrem Einflußgebiet liegenden Teilchen umordnen. G. Tammann befolgte späterhin denselben Grundsatz zur Erklärung des Spezialfalls der bekannten Kornvergrößerung von Metallen.

Nach meinem Dafürhalten hat sich also jeder sichtbare Kristall von der freileptonischen Verteilung der Teilchen aus durch das Reich des kolloiddispersen kristallinen Zustandes zum überkolloiden Kristallausmaß entwickelt.

Der umgekehrte Vorgang der Dispersitätserhöhung von sichtbaren Kristallen und ihres Zerfalls auf dem Wege durch den kolloiden Zustand zur Lösung ist bereits, wie bekannt, experimentell an Eiweißkristallen und an Zeolithen verfolgt¹⁾.

Möge es mit obigen kurzen Hinweisen sein Bewenden haben als wenigen Bezeugungen für viele, daß Mineralogie und Kolloidchemie, wie so manche anderen Wissenschaften, durch ein Zwischenfeld verknüpft sind, dessen weitere Bearbeitung Ergebnisse gemeinsamen Interesses verspricht. Die wechselseitige Anregung, die der Zusammenschluß zu einer Kolloidchemischen Gesellschaft mit sich bringt, wird der fruchtbringenden Bebauung dieses Feldes ungemein förderlich sein.

Mit den besten Wünschen dazu.

Ihr getreulichst ergebener
Dr. F. Rinne.

¹⁾ Vgl. F. Rinne, Das feinbauliche Wesen der Materie nach dem Vorbilde der Kristalle, 2./3. Auflage (Gebr. Bornträger, Berlin), 123 und 149.

Agrikulturchemie und Kolloidchemie.

Von Georg Wiegner (Zürich).

Die Agrikulturchemie umfaßt das Gebiet der Ernährung der Pflanzen einschließlich Bodenkunde und das der Ernährung der Tiere, vor allem der Fütterung der Haustiere. Im Laufe der vorgeschriebenen 20 Minuten kann natürlich nur ein ganz allgemeiner Ueberblick über die gegenseitigen wissenschaftlichen Beziehungen, die sich zwischen Agrikulturchemie und Kolloidchemie knüpfen lassen, gegeben werden. Wir beginnen mit dem agrikulturchemischen Teilgebiete der Bodenkunde, weil sich hier bisher die meisten Berührungspunkte ergeben haben. Sowohl die in der allgemeinen Kolloidchemie erkannten Gesetze der Sole als die der Gele sind in der Bodenkunde wichtig. Ein Bodenkundler hat einmal gesagt, daß die Gesetze, die man an flüssigen Dispersionen findet, nicht auf den festen Boden übertragen werden können und daß deshalb die Kolloidchemie der Sole keine große Bedeutung für den festen Boden haben könne. Das ist nur begrenzt richtig. Es gibt einmal alle möglichen Uebergänge von der reinen wässrigen Suspension über viskose Bodenbreie nach dem festen Bodensystem hin, wir haben in Zürich gerade in letzter Zeit solche Uebergänge studiert, und dann geschieht häufig die Entstehung des Bodens unter Mitwirkung des Wassers aus mehr oder minder flüssigen Systemen (Suspensionen oder Solen) heraus. Gerade in bezug auf die Bodenbildung können wir sowohl mit riesigen kolloiden Reaktionen im großen, wie mit Reagenzglasversuchen im kleinen aufwarten, bei denen das Wasser als

Dispersionsmittel eine große Rolle spielt, und wo disperse flüssige Systeme sich umsetzen. Wer zweifelt, daß Solzerteilungen in der Natur im großen zur Verfügung stehen, der mag eine Fahrt über die nordische, vor allem finnische Seenplatte machen, er wird mit Staunen gewahren, daß die gewaltigen Seenbecken mit einer braungefärbten Zerteilung von Rohhumus angefüllt sind. Im Norden haben wir, bedingt durch kalte Witterungstemperatur und hohe Niederschlagsmengen, Bildung von großen Mengen von kolloiddispersen Rohhumuslösungen, die aus Hochmooren und Rohhumusgebieten von Waldungen ausströmen in so gewaltigem Ausmaße, daß alles Wasser kaffeebraun gefärbt ist. Diese Lösungen durchsickern die feste Dispersion des Bodens und bringen alle feineren Zerteilungen in flüssige Dispersion. Nur gröbere physikalische Verwitterungsbruchstücke bleiben in der Oberkrume zurück. In tieferen Schichten kommen die durch den Humus geschützten Mengen zur Ausscheidung (durch Kapillarentladung oder mechanisch usw.), sie setzen sich als braungefärbte Schichten ab. Wir beobachten die Ausbildung einer unteren sogenannten Ortsteinschicht, die Oberkrume ist ausgelaugt, mehr oder weniger hell gefärbt und ausgebleicht (Eisen- oder Humuspodsol). Der Boden besteht oben nur noch aus groben Partikeln, er ist ein leichter, sagen wir hier grobdisperser Boden, der vorzüglich vor allem zum Kartoffelbau geeignet ist. Er ist ein Produkt von Schutzkolloidwirkung, die hier sichtbarste Ausmaße angenommen hat. Das entgegengesetzte

Spiel von Wechselwirkungen bei kolloiden Zerteilungen spielt sich im humiden Tropenklima ab. Während im Norden die Böden mehr oder weniger hell und ausgebleicht sind, sind sie in den Tropen rot, sie haben das Aussehen von zermahlenen roten Ziegelsteinen, man redet von Lateritböden (later = Ziegelstein). Die Umsetzungen, rasch skizziert, sind vielleicht folgende: Das Wasser wirkt bei der Zersetzung der Gesteine hydrolytisch, es entstehen freie Säuren, z. B. negativ geladene Kieselsäure und freie Basen, z. B. positiv geladenes Eisenhydroxyd und Aluminiumhydroxyd usw. Während im Norden, infolge der niederen Temperatur, die die biologische Humuszersetzung hintanhält, Humusstoffe sich anreichern, sind im humiden Tropenklima keine Humusstoffe vorhanden, weil die biologischen Faktoren für die Zersetzung günstige sind. Alle Beobachter geben an, daß Laterit humusfrei sei. Die Wasserhydrolyse läßt Basen und Kieselsäure nebeneinander entstehen, die Lösungsreaktion wird schwach alkalisch sein. Ein alkalisches System, in dem positive und negative Ultramikronen entstehen, ist nicht so unübersichtlich. Die negativen Zerteilungen, wie Kieselsäure, werden stabilisiert, sie verschwinden dispergiert in den Untergrund; die positiven Zerteilungen, Aluminiumhydroxyd und Eisenhydroxyd werden agglomeriert und bleiben in den oberen Schichten. Der Boden reichert sich oben an Aluminiumhydroxyd und Eisenhydroxyd an, er wird ein Lateritboden, der von kolloider Kieselsäure als Chalzedon häufig unterlagert ist. Zwischen den beiden Extremen, weißen Podsolböden, entstanden beim Uebermaß von Rohhumus, und roten Lateritböden, gebildet bei Abwesenheit von Humus, finden sich alle Uebergänge, wobei die Braunerden unserer Gegenden, so genannt nach der Farbe, und die Schwarzerden (z. B. in Rußland, aber auch schon als Inseln in der Provinz Sachsen) besonders hervorstechen. Unsere Braunerden haben mäßigen Gehalt an Humus, weil die Wintertemperatur zu starke biologische Humuszersetzung begrenzt. Wir haben in Dispersion geringe Humusmassen, echt gelöste Basen wie Natronlauge, Kalziumhydroxyd usw. und kolloidzerteilte positiv geladene Basen $\text{Al}(\text{OH})_3$ und $\text{Fe}(\text{OH})_3$ neben negativer Kieselsäure. Der Humus wird durch Kalk ausgeflockt, die elektrisch entgegengesetzt geladenen Hydroxyde und Kieselsäure fallen sich gegenseitig und bilden Austauschgele. Als Charakteristika für die Braunerdegebiete haben wir mäßigen Gehalt an gesättigtem Humus, Gehalt an Austauschgele, also Tonen, und neutrale bis schwach saure Bodenreaktion.

Als Beispiele, wie kolloide Umsetzungen bei der Bodenbildung eine Rolle spielen, mögen diese wenigen Fälle der Bildung von weißen, roten und braunen Böden genügen. Auf die interessante Bildung der gelben Lössböden, die sich aus gasförmigem Dispersionsmittel ablagern, ferner auf die Entstehung von Salz- und Wüstenböden, bei denen Anwendung der Dispersoidgesetze wichtig ist, sei hier nicht eingetreten. Es genügt zu konstatieren, daß die Natur schon bei der Bodenbildung nach kolloidchemischen Gesichtspunkten arbeitet.

Ist der Boden einmal gebildet, so stellt er eine feste Dispersion von verschiedenen Korngrößen dar, die den Gesetzen der Dispersoidchemie gehorcht. Wir Agrikulturchemiker klassifizieren schon seit A. D. Thaer's Zeiten den Boden nach der Dispersität. Der Landwirt unterscheidet schwere Tonböden von mittelschweren Lehm Böden und von leichten Sandböden, leichter verständlich werden im hiesigen Kreise die Unterschiede, wenn ich von kolloid-dispersen Tonböden, von dispersen Lehm Böden und von grobdispersen Sandböden spreche. Um die Natur des Bodens festzustellen, präparieren wir die einzelnen Teilchengrößen heraus nach den Methoden einer Dispersoidanalyse, die wir Schlämmanalyse nennen. Unsere Böden sind nur sehr selten nahezu monodispers (allenfalls die Lössböden), die meisten Böden sind polydispers, sie enthalten Teilchengrößen verschiedener Ordnung. Zur Trennung der Teilchen benutzt man die verschiedenen große Fallgeschwindigkeit wechselnd großer Körner beim Falle im Wasser unter dem Einflusse der Schwerkraft entweder nach dem Prinzip der Sedimentanalyse, anwendbar für feinere Zerteilungen, oder nach dem der Spülmethode, brauchbar für gröbere Dispersionen. In diesem Gebiete der bodenkundlichen Untersuchungen sind die Berührungen zwischen Kolloidchemie und Agrikulturchemie ganz besonders nahe. Es handelt sich um das Absetzen von Teilchen im Wasser. Der erste Fortschritt, bedingt durch Erfahrungen der Kolloidchemie, war, daß man die Stokes-Formel auf den Fall der Körner anwandte an Stelle der bisher gebrauchten empirischen Formeln, der zweite war der, daß es gelang, an Stelle einiger weniger Fraktionen die totalen Zerteilungskurven des Bodens aufzunehmen [Sven Odén¹⁾, Wiegner und Mitarbeiter²⁾]. In

¹⁾ Sven Odén, Internat. Mitt. für Bodenkunde 5, 257—311 (1915); Koll.-Zeitschr. 18, 33—48 (1916).

²⁾ G. Wiegner, Landw. Vers.-Stat. 91, 41—79 (1918); Centralbl. f. d. ges. Landw. 1, 7—9 (1920).

Zürich benutzen wir das Prinzip der kommunizierenden Röhren zur Messung der kontinuierlich fallenden Bodenteilchen verschiedener Ordnung und nehmen jetzt die Absetzkurve auf einem mit gleichmäßiger Geschwindigkeit rotierendem Film auf [H. Geßner³⁾]. Sven Odén benutzte die Wägung der abgesetzten Teilchen auf einer Wagschale unter Wasser und balanzierte von Zeit zu Zeit mit Kugeln aus. Er verwandte seine Methodik über den speziellen Zweck hinaus zu Koagulationsstudien an Niederschlägen, wo Ostwald und seine Mitarbeiter⁴⁾ wandten unser Prinzip neben anderen ebenfalls zu reinen kolloidchemischen Untersuchungen an.

Die bodenkundlichen Schlämmanalysen und die Ermittlung der Dispersitätskurven ganzer polydisperser Bodensuspensionen bringen sofort interessante kolloidchemische Problemstellungen. Wie setzen sich die Böden unter dem Einflusse von Elektrolytlösungen ab? Der Fall ist dadurch ganz besonders interessant, daß es sich hier um das Absetzen von polydispersen koagulierten Systemen handelt, deren Einzelkornverteilung man kennt. Ich will mich nicht aufhalten bei der Erörterung der dem Kolloidchemiker genügend bekannten Regel, daß einwertige Ionen schlechter als zweiwertige und diese wiederum schlechter als dreiwertige wirken. Ein Teil der Kalkwirkung wird aus der guten koagulierenden Wirkung der zweiwertigen Ionen verständlich, was ja praktisch wichtig genug ist. Viel mehr interessieren wird Sie der entgegengesetzte Fall, daß die Sache hier so herauskommen kann, daß einwertige Ionen ebenso gut wirken können wie zweiwertige. Die Wertigkeitsreihen sind unter Umständen völlig ungültig. Das liegt daran, daß die Teilchen, mit denen wir es im Ton zu tun haben, eine Eigenschaft haben, die sie ganz besonders für bestimmte Koagulationsstudien geeignet macht, den Basenaustausch, oder wie H. Freundlich es jetzt bezeichnet, die Austauschadsorption. Es finden Kationenaustauschreaktionen der an der Oberfläche von Ultramikronen, ev. auch von Molekülen, festgehaltenen Kationen gegen Kationen des Koagulationsmittels statt. Ein Kalitonultramikron vertauscht sein Kalium gegen Kalzium der Lösung, ein Kalziumtonultramikron gegen Kalium der Lösung. Es ist leicht einzusehen, daß dadurch die Wertigkeitsregel auf den Kopf gestellt werden kann. Die Unregelmäßigkeiten, die bei den in der

Kolloidchemie üblichen Kolloiden mit schwachem Basenaustausch nur angedeutet sind, nehmen hier groteske Formen an. Auch praktisch ist das für den Landwirt wichtig. In der Schweiz sind Kalkdüngungen, deren physikalisch bodenverbessernde Wirkung auf der Dispersitätsvergrößerung des Bodens durch zweiwertige Kationen beruht, häufig ganz unwirksam. Wir haben dort sehr kalireiche Böden mit Kalitionen, bei denen infolge Basenaustausch nur ganz geringe physikalische Kalkwirkung zustandekommt. Ein anderer kolloidchemisch interessanter Fall sei nur gestreift. Viel diskutiert ist die Frage, ob im polydispersen Systeme große Teilchen als Koagulationskeime für kleine wirken können. Bisher waren Andeutungen dafür nur bei den Goldzerteilungen beschrieben. Jetzt konnten wir bei Tonzerteilungen die Frage definitiv im bejahenden Sinne entscheiden. Nach einer noch nicht publizierten Untersuchung meines Mitarbeiters René Gallay kann man die koagulationsfördernde Wirkung der großen Teilchen auf die kleinen auf drei Wegen nachweisen:

1. Durch Aufnahme der totalen Fallkurven;
2. durch ultramikroskopische Auszählungen der total aufzulösenden Tondispersoide;
3. durch Viskosimetermessungen.

Schon ein einfacher Handversuch kann die attrahierende Wirkung großer Teilchen auf kleine bei der Koagulation zeigen. Eine entkalkte Lössuspension braucht nach gründlicher Entfernung aller Salze beim Absetzen im reinen Wasser viele Tage, ehe sie klar wird, die Tonteilchen schweben, sie werden durch das Absetzen der größeren Teilchen zunächst nicht mitgerissen. Die Suspension wurde nun durch bloßes Stehenlassen in gröbere abgesetzte und feinere schwebende Teile zerlegt. Der schwebende Ton koaguliert mit $n/1000$ KCl allein so, daß er erst nach 24 Stunden klar war. Wurde er zusammen mit den größeren Teilen mit $n/1000$ KCl versetzt, so war nach 15 Minuten alles koaguliert. Am sichersten sind natürlich zur Entscheidung dieser Frage die direkten ultramikroskopischen Auszählversuche, die von Gallay so angestellt wurden, daß eine gleiche Anzahl von Teilchen einmal feindispers, das andere Mal feindispers und grobdispers gemischt koaguliert wurden. Das polydisperse System mit den groben Kernen koagulierte schneller. Für die Theorie der Koagulation erscheint diese Feststellung aus der Bodenkunde wichtig. Praktisch hat das Resultat seine Bedeutung, weil es die große Empfindlichkeit der mit feinen Sandkörnern von bestimmter Größe gemischten Bodenarten

³⁾ H. Geßner, Mitt. aus dem Gebiete der Lebensmittelunters. und Hygiene 13, 238—243 (1922).

⁴⁾ Wo. Ostwald u. F.-V. v. Hahn, Koll.-Zeitschr. 30, 62, 1922.

gegen Bearbeitung usw. teilweise zu erklären vermag.

Das bodenkundlich-agrikulturchemische Apparateinventar wird jetzt unter Zuhilfenahme der in der Kolloidchemie gebrauchten Instrumente erweitert. Das Ultramikroskop hat sich bei unseren Untersuchungen gut bewährt namentlich deshalb, weil viele unserer Untersuchungsobjekte total auflösbar sind. Besonders gebrauchen wir jetzt auch für Bodenbreie einen anderen Apparat, das Viskosimeter. In Verbindung mit dem Ultramikroskop und mit der Aufnahme totaler Dispersitätskurven vermag es vor allem zeitliche Veränderungen der Bodenzerteilungen aufzudecken. Auf Anraten meines Freundes Wo. Ostwald kamen wir dazu, Bodensuspensionen zu viskosimetrieren. Die Ergebnisse sind sehr gut. Man kann schon in Verdünnungen von 0,00008 n KCl deutliche Beeinflussungen von ca. 9prozentigen Bodensuspensionen nachweisen, die Teilchen unter 50 μ Durchmesser enthielten. Man hat damit ein Mittel, zeitliche Änderungen zu messen, ferner kann man schön zeigen, wie Teilchen verschiedener Größenordnung stufenweise koagulieren und zwar die größten zuerst. Beim Peptisieren kannte man die stufenweise Auflösung schon früher. Endlich kann man feststellen, daß die Koagulate je nach der Natur der koagulierenden Ionen verschieden dicht oder verschieden schwammig ausfallen. Die Koagulate, erzeugt mit Cs-Kationen, sind am lockersten, die mit Lithium erzeugten am dichtesten, die lyotrope Reihe

Cs, Rb, K, Na, Li

ist exakt eingehalten. Nach der Koagulation verdichten sich die Koagulate, sie schrumpfen nachträglich, und zwar schrumpfen die schwammigsten am meisten, die dichten weniger. Die Flocken des Tones, der mit CsCl gefällt wurde, verdichten sich nachträglich stärker als die, die mit LiCl koaguliert wurden, da diese schon von vornherein dichter sind (nach noch nicht veröffentlichten Versuchen von René Gallay). Manche Eigentümlichkeiten des merkwürdigen Zusammen- und Gegeneinanderwirkens mehrerer Ionen werden verständlicher, wenn man diese Änderungen des Dispersitätsgrades und des Ueberganges vom lyophilen in den mehr lyophoben Zustand in Rechnung stellt. Natriumtone sind stärker hydratisiert und bedeutend viskoser als z. B. Kaliumtone.

Jedenfalls sind Untersuchungen an Ton- und Bodenteilen im Dispersionsmittel Wasser in vieler Hinsicht auch für den reinen Kolloidchemiker dankbar. Die polydispersen Mischungen voll-

ständig ultramikroskopisch auflösbarer Partikel mit starkem Basenaustausch, der quantitativ gut durchforscht ist, und die schon vorhandenen Methoden zur ultramikroskopischen und makroskopischen Bestimmung der Verteilung ermöglichen, eine raschere Uebersicht zu bekommen als bei vielen anderen kolloiddispersen Systemen.

Eine Annäherung der Bodenteilchen aneinander erhöht die Koagulationsgeschwindigkeit. Selbst dichtgelagerte Bodendispersionen reagieren fein auf Elektrolyte, und zwar begünstigt, wie wir nachwiesen, der geringe Abstand der Teilchen die Koagulation. Die feste Bodendispersion ändert noch ihr kapillares Gefüge und damit ihre Wasser- und Luftkapazität, ihr Porenvolum usw., wenn sie mit Elektrolyten in Berührung kommt. Viele Durchströmungsversuche durch feste Bodensäulen [vor allem von D. J. Hissink⁵⁾ und von O. Nolte⁶⁾] lassen erkennen, wie z. B. Ca-Ionen vergrößernd wirken, den Boden also leichter machen, und wie OH-Ionen ihn verschleimen oder dispergieren. Die physikalischen Wirkungen der Düngung auf den Boden werden so verständlich. Auch im festen Gefüge des Bodens sind Einzelkörner neben Körnern höherer Struktur vorhanden. Dadurch entstehen Kapillaren verschiedener Größenordnung, die sich vor allem in ihrem Verhalten zum Wasser unterscheiden. Die Beackerungsmaßnahmen bezwecken u. a., eine richtige Struktur des festen Bodens herzustellen. Die Struktur eines Ackerbodens ist allerdings etwas ziemlich Stabiles, das jedes Jahr neu hergestellt werden muß. Anders ist es beim Waldboden. Neuere Untersuchungen der Schweizerischen Forstlichen Zentralanstalt in Zürich [Versuchsansteller Herr Burger⁷⁾] haben gezeigt, daß die feste Dispersion des Waldbodens eine richtige Architektur aufweist. Durch physikalische Bestimmungen konnte Burger zeigen, daß im Waldboden vor allem viel mehr zusammenhängende und verzweigte Kanäle und Röhren vorkommen als im Ackerboden. Wir haben, kolloidchemisch gesprochen, im Waldboden stabile grobe Gelstrukturen, die stark vergrößert den Strukturen eines Geles etwa im Umschlagspunkt entsprechen. Die Strukturen bilden sich langsam im Laufe der Jahrhunderte, unter anderem durch die Niederschlagsmengen, die waldbau-

⁵⁾ D. J. Hissink, Internat. Mitt. f. Bodenkunde **6**, 142—151 (1916).

⁶⁾ O. Nolte, Landw. Vers.-Stat. **98**, 135—153 (1921); vgl. ferner auch G. Hager, Journ. f. Landw. **65**, 245 bis 311 (1917); **66**, 241—286 (1918); **68**, 73—105 (1920).

⁷⁾ H. Burger, Mitt. der Schweiz. Centralanstalt f. d. forstl. Versuchswesen **13**, 1 ff. (1922).

lichen Maßnahmen (Kahlschlag, Plenterbetrieb usw.) bedingt, aus. Eine ungeschickte Maßregel, z. B. landwirtschaftliche Zwischennutzung des Waldbodens oder Kahlschlag des Waldes, kann im hochdispersen schweren Boden die langsam entstandene, für Wald so günstige Gelarchitektur so gründlich zerstören, daß der Waldbau von da ab sehr erschwert wird. Die größeren Kapillaren werden verschüttet, die Wasserführung wird beeinträchtigt, die Naturbesamung des Waldes wird unmöglich, die Bäume, die dann gepflanzt werden, kümmern. In der Schweiz ist daher der Kahlschlag eines Bannwaldes und die Bloßlegung des Bodens gesetzlich verboten. Es ist ein für uns Kolloidchemiker interessantes Gesetz; denn es ist das erste Gesetz, das die Zerstörung der Struktur eines anorganischen Koagels verbietet. Sie sehen, m. H., sogar unsere Juristen kolloidisieren.

In der bodenkundlichen Analyse würden sich noch viele kolloidchemische Berührungspunkte ergeben, doch wir müssen die Bodenkunde verlassen, nachdem wir gesehen haben, daß Umsetzungen in flüssigen und festen dispersen Systemen Bildung und Eigenschaften unserer Böden mitbestimmen.

Auf das Gebiet der Ernährung der Pflanzen kann ich hier nicht näher eintreten, es wird im Referat Kolloidchemie und Pflanzenphysiologie jedenfalls darauf eingegangen werden. Die Gesetze des adsorptiven Ionenaustausches spielen wahrscheinlich vor allem bei der Aufnahme der mineralischen Nährstoffe durch die Pflanze eine große Rolle.

Ganz kurz sei das Gebiet der tierischen Ernährung berührt. Natürlich kommen hier alle Gesetze der Physiologie in Frage, die zur Kolloidchemie Beziehung haben. Auch diese werden in einem besonderen Referate erörtert. Besonders hingewiesen sei hier nur auf die Wichtigkeit der Herstellung eines richtigen Dispersitätsgrades für die tierischen Futtermittel. Um 1 kg Rohfaser zu zerkleinern, also in den richtigen Dispersitätsgrad überzuführen, braucht eine Kuh 700 Kalorien, womit sie eventuell 1 Liter Milch erzeugen könnte. Von der Getreideernte sind $\frac{2}{3}$ Stroh, nur $\frac{1}{3}$ Körner. Der siebente Teil des Strohes wird verfüttert. Ich

will hier nicht ausrechnen, wieviel Kalorien jährlich zur Herstellung des richtigen Dispersitätsgrades des Strohes und des Heues benötigt werden. Jedenfalls ist der Produktionsausfall für „Dispersitätsarbeit“ bedeutend. Wir erleichtern dem Tiere die Arbeit dadurch, daß wir Stroh und Heu häkself. Diese Zerkleinerung bis zu größeren Dimensionen genügt. Wir haben in Zürich Versuche mit sog. Finalmehl gemacht, d. i. mit einer bis zu nahezu kolloiden Dimensionen zerkleinerten Kleie, die Ausnützung durch das Tier und auch durch den Menschen wurde dadurch nicht besser. Ein größerer Dispersitätsgrad ist also für das roh-faserreiche Futter vorteilhaft. Auf kolloidchemische Vorgänge bei der Verdauung, z. B. bei der Labgerinnung im Magen, kann ich leider nicht eintreten, so interessant sie sind. Dagegen seien noch einige kolloidchemische Schwierigkeiten in der Anstellung von Verdauungsversuchen gestreift. Wir bestimmen die Nährstoffe nach den sog. Weender-Methoden. Ein wichtiger Nährstoff ist die sog. Rohfaser, ein Adsorptionskomplex von Zellulose, Pentosanen, Lignin, Kutin. Je nach der Dispersität und den Konzentrationsverhältnissen ist das gegenseitige Mischungsverhältnis verschieden. Die meist recht hochdisperse Rohfaser des Kotes hat eine andere Zusammensetzung als die gröbere des Futters [Versuche von W. Thomann⁸⁾]. Da wir den Verdauungskoeffizienten eines Nährstoffes auf Grund der Differenz seiner Menge in Futter und Kot bestimmen, diese Mengen aber vom Dispersitätsgrade in ihrer Bestimmung abhängen, sehen wir, wie kolloidchemische Fragen sogar in dieses scheinbar sehr weit abliegende Gebiet der Fütterung hineinspielen.

M. H. Zusammenfassend können wir feststellen, daß Kolloidchemie und Agrikulturchemie mannigfach Verbindendes in Problemstellung und Arbeitsmethoden haben, wobei die Agrikulturchemie besonderes Interesse am Studium der groben Dispersionen hat. Die Frucht der Vereinigung beider wird die Entstehung einer Dispersionschemie der grobdispersen Systeme sein.

⁸⁾ W. Thomann, Promotionsarbeit der Eidg. Techn. Hochschule Zürich 1921.