

# Über die Bestimmung der anorganischen Bestandteile in menschlichen Organen.

Von

**M. Dennstedt und Th. Rumpf.**

---

(Der Redaktion zugegangen am 5. Januar 1904.)

---

Die Wichtigkeit der anorganischen Bestandteile im Tier- und Pflanzenkörper ist zuerst von Liebig erkannt und gewiß nicht überschätzt worden, wenn er z. B. sagt, daß die Ermittlung des Gesetzes der Abhängigkeit der Funktionen und Beschaffenheit des Blutes von der Natur und Quantität der unverbrennlichen Bestandteile der unterste Stein der Grundlage der Medizin und Physiologie und daß es vollkommen thöricht sei, vor der Legung dieses Steines an eine rationelle Heilwissenschaft zu denken.

Zahllose Aschenanalysen, die in seinem Laboratorium von ihm und seinen Schülern ausgeführt wurden, haben ihn zu dieser Schlußfolgerung berechtigt. Es ist allgemein bekannt und anerkannt, welche Umwälzungen die aus seinen Arbeiten entwickelten Ideen in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie hervorgebracht haben.

Noch viele Jahre sehen wir die Chemiker mit Aschenanalysen der Tier- und Pflanzensubstanzen lebhaft beschäftigt und zumal auf dem Gebiete der land- und forstwirtschaftlichen Produkte hat Emil Wolff die Wissenschaft durch Tausende wertvoller Analysen bereichert.

Allmählich aber nimmt die Zahl dieser Arbeiten ab und schließlich verschwinden sie fast ganz aus der Literatur.

Und das mit Recht; denn was an wichtigen Schlußfolgerungen aus solchen Analysen gezogen werden kann, das ist bereits von Liebig geschehen, im wesentlichen sind seine

Ansichten nur bestätigt worden und es ist kaum anzunehmen, daß auf diesem Wege noch ein besonderer Fortschritt zu erzielen ist.

Es ist jedoch zu beachten, daß man durch Veraschung der organischen Substanzen in mancher Beziehung zu geradezu unrichtigen Resultaten kommen kann, denn der in organischer Bindung vorhandene Schwefel und Phosphor wird in der Asche als Schwefelsäure und Phosphorsäure gefunden und muß ein völlig falsches Bild über die Verteilung von Säuren und Basen geben.

Es ist im höchsten Grade zu bewundern, daß sich Liebig hierdurch nicht auf Abwege hat bringen lassen, sondern daß er alsbald erkannt hat, daß im lebenden Organismus in Wirklichkeit nur Spuren von Schwefelsäure vorhanden sind. Ebenso haben ihn die übermäßig großen Phosphorsäuremengen in der Blutasche, die ebenfalls zum großen Teil organischer Herkunft sind, nicht an der Erkenntnis und wichtigen Bedeutung der Alkaleszenz des Blutes irre gemacht.

Wir haben schon vor einigen Jahren, durchdrungen von der Bedeutung der Mineralbestandteile im lebenden Organismus im gesunden und kranken Zustande, eine umfangreiche Arbeit über die chemische Zusammensetzung des Blutes und verschiedener menschlicher Organe in Krankheiten begonnen und 1900 in den Mitteilungen aus den Hamburgischen Staatskrankenanstalten Bd. III, S. 1 veröffentlicht.

Wir gingen dabei von der Ansicht aus, daß mit Ausnahme gewisser krankhafter Zustände nur die in der Körperflüssigkeit gelösten anorganischen Bestandteile von physiologischer Bedeutung seien, daß man daher die löslichen und unlöslichen Salze gesondert bestimmen müsse, ferner aber, daß die bei der Veraschung entstehende Schwefelsäure und Phosphorsäure völlig gleichgültig ist und daß nur die im lebenden Organismus fertig gebildete und zirkulierende eine physiologische Rolle spielen könne.

Da der in der Asche als Schwefelsäure und Phosphorsäure vorhandene Schwefel und Phosphor als aus Eiweißverbindungen stammend anzusehen war, so glaubten wir durch Diffusion eine Trennung bewirken zu können.

Obwohl wir auf diese Weise nicht zum Ziele gelangten — in betreff der Einzelheiten verweisen wir auf die angezogene Mitteilung — so haben wir doch eine große Reihe von Analysen durchgeführt, haben aber nun bei Fortsetzung der Arbeit den Gang der Untersuchung wesentlich vereinfacht.

Neben der Schwefel- und Phosphorsäure, die in eiweißfreier wässriger Lösung zu bestimmen waren, sind nur in löslicher Form vorhanden die Alkalien, Magnesium und Chlor. Kalk und Eisen finden sich auch in unlöslicher Form und zwar der Kalk wohl ausschließlich in Gestalt unlöslicher Salze, das Eisen dagegen, dessen unlöslicher Teil den löslichen weit übertrifft, dürfte in dem unlöslichen Teil wohl ausschließlich Bestandteil organischer Verbindungen sein. Aber es ließ sich nunmehr nicht nur der Gang der Analyse wesentlich vereinfachen, sondern es konnten auch noch neue wichtige Zahlen gewonnen und überdies auch die Gesamtmenge der vorhandenen anorganischen Salze berechnet werden.

Der umständlichste Teil der Arbeit war selbstverständlich die Herstellung der von Eiweiß befreiten Lösung, sie wurde daher auf das geringste Maß beschränkt und in dieser Lösung wurden außer Schwefelsäure und Phosphorsäure nur diejenigen Stoffe bestimmt, die auch in unlöslicher Form vorkommen, nämlich Eisen und Kalk. Die übrigen aber, von denen sicher feststeht, daß sie überhaupt nur in löslicher Form im Organismus enthalten sind, nämlich Alkalien, Chlor und Magnesium, die wurden direkt in der eingetrockneten und entfetteten Organmasse mit dem Gesamtkalk, Eisen, Schwefel und Phosphor in gleich zu beschreibender Weise bestimmt.

Von der Bestimmung dieser letzten drei haben wir trotzdem nicht absehen zu dürfen geglaubt, weil sie, wenn auch nicht für die Mineralsalze selbst, doch an sich von physiologischer Bedeutung sein dürften. Nur von der Bestimmung des Stickstoffs wurde völlig abgesehen, da die Organe häufig schon die Zeichen beginnender Fäulnis erkennen ließen.

Auch der Fettgehalt des Blutes und der Organe steht gewiß mit vielen Krankheiten im nächsten Zusammenhange, wir haben daher geglaubt, ihn in allen Fällen bestimmen zu

sollen. Da das Fett aber offenbar mit den mineralischen Salzen und ihren physiologischen Funktionen kaum etwas zu tun hat, so mußten die gefundenen Mineralbestandteile, wenn die gefundenen Werte untereinander vergleichbar werden sollten, von diesem zufälligen Faktor befreit und daher auf fettfreie Substanz berechnet werden.

Da endlich auch die Konzentration der Salze innerhalb der Körpersäfte von Bedeutung sein kann, so sind die gefundenen Resultate nicht nur auf Trockensubstanz, bei 100° getrocknet, sondern auch auf frische Substanz berechnet worden.

Das ganze Verfahren nahm nunmehr folgende Gestalt an:

Etwa 100 g, je nach der zur Verfügung stehenden Menge mehr oder weniger, Blut oder mit Hilfe der Fleischmaschine zerkleinertes Organ wurde in einem geräumigen Kolben mit einem Liter kalten Wassers übergossen und 24 Stunden stehen gelassen, dann aufgekocht und nach dem Erkalten auf 2 l aufgefüllt. Eine abgemessene Menge, z. B. 500 ccm, wurde zur Ausfällung der Eiweißsubstanzen mit 50 ccm einer konzentrierten Tanninlösung versetzt, einen Tag stehen gelassen und ein aliquoter Teil, z. B. 200 ccm, abfiltriert.

In 100 ccm wurde dann die Schwefelsäure, in 100 ccm die Phosphorsäure bestimmt. Zur Bestimmung der Schwefelsäure wurde einfach mit Salzsäure angesäuert und mit Chlorbaryum gefällt, für die Phosphorsäure wurde mit Salpetersäure angesäuert, mit Molybdänlösung gefällt und wie gewöhnlich weiter verfahren. Zur Bestimmung des in löslicher Form vorhandenen Eisens und Kalks wurde ein aliquoter Teil der klar filtrierten Flüssigkeit, etwa 3—400 ccm, eingedampft, der Rückstand verascht und in verdünnter Salzsäure gelöst. In dieser Lösung wurde das Eisen nach Zusatz von Natriumacetat als Phosphat gefällt und bestimmt und im Filtrat der Kalk als Oxalat.

Zur Bestimmung des Gesamteisens und Kalks, sowie zur Bestimmung der Magnesia und der Alkalien wurde die ursprüngliche Substanz benutzt.

2—10 g, auch mehr, der auf dem Wasserbade getrockneten Substanz wurde ohne jeglichen Zusatz vorsichtig verascht, mit wenig Salzsäure extrahiert und der Rückstand weiter ge-

glüht, bis fast sämtliche Kohle verbrannt war. Die durch Ausziehen mit Salzsäure gewonnene und filtrierte Lösung wurde dann auf 250 ccm aufgefüllt und davon 100 ccm für die Bestimmung des Eisens, des Calciums und des Magnesiums verwendet, indem man nach Übersättigen mit Ammoniak essigsaures Ammon zusetzte und mit Essigsäure ansäuerte. Der entstandene Niederschlag von Eisenphosphat wurde nach einigem Stehen in der Wärme filtriert. Aus dem essigsauren Filtrat wurde der Kalk mit oxalsaurem Ammon, aus dem Filtrate davon die Magnesia mit Ammoniak gefällt. Die vorhandene Phosphorsäure reicht immer vollständig aus, um nicht nur das Eisen als Phosphat, sondern auch die Magnesia als phosphorsaure Ammoniakmagnesia zu fällen.

100 ccm dienten zur Bestimmung der Alkalien und zwar wurde zunächst mit Baryt und Eisenchlorid gekocht, filtriert, der überschüssige Baryt mit Schwefelsäure entfernt, die letzten Spuren von Kalk mit Ammoniak und kohlensaurem Ammon gefällt, filtriert, eingedampft und nach Zusatz von etwas Schwefelsäure, um die etwa noch vorhandenen Chloride in Sulfate umzuwandeln, geglüht und gewogen. In der so gefundenen Menge der Alkalisulfate wurde nur noch die Schwefelsäure bestimmt und daraus Kalium und Natrium berechnet.

Zur Bestimmung des Chlors und des Phosphors wurde der nicht entfettete, von der Wasserbestimmung stammende, bis zu konstantem Gewicht getrocknete Rückstand benutzt.

Dieser Rückstand wurde nach Moraczewski (siehe diese Zeitschr., Bd. XXIII, S. 487) mit konzentrierter Salpetersäure unter Zusatz von Silbernitrat erhitzt und nach der Zerstörung der organischen Substanz das Chlor entweder titrimetrisch oder gewichtsanalytisch bestimmt. Aus dem von Silber befreiten Filtrat wurde die durch Oxydation entstandene Phosphorsäure mit molybdänsaurem Ammon gefällt und schließlich als Magnesiumpyrophosphat auf die Wage gebracht.

Der Gesamtschwefel wurde nach Asbóth durch Zerstören der Substanz mit Soda und Natriumsuperoxyd im Nickeltiegel bestimmt.

Was die Zusammenstellung der Resultate anbetrifft, so

mußten wir uns früher, da uns die Menge der in der Körperflüssigkeit gelösten Schwefelsäure und Phosphorsäure unbekannt war, damit begnügen, die gefundenen Zahlen, berechnet auf 1000 Teile frischer Substanz und auf 100 Teile Trockensubstanz, in Tabellen zu ordnen; außerdem konnten wir den Gehalt der Asche an den einzelnen Substanzen in Prozenten ausgedrückt angeben. Es sei nochmals besonders betont, daß hier unter Asche die Summe der anorganischen Salze, nicht aber die wirkliche Asche, die man beim Verbrennen der Substanz zurückbehält, verstanden ist; denn diese hat eine ganz andere Zusammensetzung, weil ein Teil ihrer Bestandteile durch Verflüchtigung verloren geht, und weil die Hauptmenge des organischen Schwefels und Phosphors in Gestalt von Schwefel- und Phosphorsäure eventuell unter Verjagung von Kohlensäure zurückbleiben. Wir haben daher früher diese beiden Säuren bei der Berechnung der Gesamtasche, unter der Annahme, daß sie in Wirklichkeit trotz ihrer physiologischen Wichtigkeit doch nur in sehr geringer Menge vorhanden seien, einfach vernachlässigt und aus dem angeführten Grunde geglaubt, nur einen geringen Fehler zu begehen. Das ist jedoch nicht unter allen Umständen richtig, sondern nur dann, wenn die Basen in so großer Menge vorhanden sind, daß sie zur Sättigung der Salzsäure, der Schwefelsäure und Phosphorsäure vollständig ausreichen, oder wenn gar die Säuren überwiegen; in diesem letzten Fall hat man das Vorhandensein saurer Phosphate anzunehmen; sind dagegen die Basen im Überschuß, so muß der überschüssige Teil schon im Körper an Kohlensäure oder an organische Säuren z. B. Milchsäure gebunden gewesen sein. Wir haben stets Kohlensäure angenommen und diese den Salzen zugerechnet; die Salzmenge wird dadurch entsprechend vermehrt.

Es hat sich nun gezeigt, daß von allen Organen, einschließlich dem Blute, nur die Leber stets einen Überschuß von Säure enthielt, mit Ausnahme eines einzigen Falles, während umgekehrt das Blut nur ein einziges Mal Überschuß an Säure besaß. Von den übrigen Organen verhält sich das Herz mit wenigen Ausnahmen fast immer wie das Blut, die anderen zeigen bald Säure, bald Base im Überschuß.

Bei der Berechnung und Zusammenstellung der gewonnenen analytischen Daten glaubten wir erst, um eine bestimmte und vergleichbare «Aschenmenge» zu erhalten, derart verfahren zu können, daß wir Basen und Säuren zu den wahrscheinlichsten Salzen kombinierten und dann einen Überschuß von Säure als freie Phosphorsäure, einen Überschuß von Basen als kohlen-saures Alkali in Rechnung stellten.

Es wurde, was uns am wahrscheinlichsten dünkte, zunächst das gesamte Chlor als in Chlornatrium und die gesamte Schwefel-säure als in Kaliumsulfat vorhanden angesehen und berechnet. Dann wurden Eisen stets, Kalk und Magnesia dann als tertiäre Phosphate angenommen, wenn Überschuß an Base, Kalk aber als primäres, Magnesia als sekundäres Phosphat, wenn Über-schuß an Säure vorlag.

Das bei der Berechnung des Kochsalzes etwa übrig-gebliebene Natrium und das bei Berechnung des Kaliumsulfats etwa übriggebliebene Kalium wurde mit der noch vorhandenen Phosphorsäure bei Säureüberschuß zu primärem Phosphat, bei Metallüberschuß zu tertiärem Phosphat kombiniert und zum Schluß der verbleibende Rest von Alkali als Karbonat berechnet.

Obwohl bei dieser Art der Berechnung in vielen Fällen ein überraschend genaues Aufgehen von Basen und Säuren eintrat, so sind wir doch sehr bald, wenn auch gerade wegen des häufig eintretenden guten Zusammenstimmens, nur mit einigem Widerstreben davon zurückgekommen, denn wir konnten uns doch nicht so leicht über die in dem Verfahren liegende Willkür hinwegsetzen und mußten uns selbst sagen, daß wir uns ja die Bestimmung der in den Körperflüssigkeiten gelösten Mineralbestandteile zur Aufgabe gesetzt hatten, daß aber gerade in Lösungen von einem Bestehen der so willkürlich angenom-menen Salze nebeneinander keine Rede sein kann.

Wir gingen daher zu der einzig rationellen und unbe-streitbaren Berechnung und Zusammenstellung in Form der Ionen über. Wir verfahren so, daß die auf 1000 Teile fett-freier Trockensubstanz berechneten analytischen Zahlen der Elemente durch die Äquivalentgewichte dividiert wurden, wobei K, Na, Cl als einwertig, Ca, Mg und S, entsprechend dem

Schwefelsäureion ( $\text{SO}_4$ ), als zweiwertig, Fe und P, entsprechend dem Phosphorsäureion ( $\text{PO}_4$ ) als dreiwertig angesehen wurden. Die Summe der basischen Bestandteile, der Kationen, mußte, wenn nur neutrale Salze vorhanden waren, gleich sein der Summe der sauren, der Anionen.

Waren jedoch die Basen im Überschuß, so war dieser als in Wahrheit mit Kohlensäure verbunden anzunehmen und man mußte die Differenz mit 6, dem Äquivalent des Kohlenstoffs in dem Kohlensäureion ( $\text{CO}_3$ ), multiplizieren und die so gewonnene Zahl den in der Analyse gefundenen analytischen Werten hinzuaddieren.

Waren dagegen die sauren Bestandteile im Überschuß, so mußte die Differenz auf freie Säure mit dem Äquivalent des Wasserstoffs  $\text{H} = 1$  multipliziert in Rechnung gesetzt werden.

Für die Berechnung der im ganzen vorhandenen Salzmenge waren die Ionen einzusetzen, d. h. für die Kationen nämlich für die Metalle und den Wasserstoff und von den Anionen nur für das Chlor, die Elemente selbst; für Schwefel Phosphor, und Kohlenstoff die Anionen  $\text{SO}_4$ ,  $\text{PO}_4$  und  $\text{CO}_3$ . Die Summe der Ionen ergab die Menge der in den Organen enthaltenen löslichen Salze, die, auf 1000 Teile fettfreier Trockensubstanz und frischer Substanz berechnet, in den Tabellen zusammengestellt sind. In einer zweiten Tabelle ist dann noch die prozentische Zusammensetzung der löslichen Salze angegeben. Um diese Art der Berechnung leichter verständlich zu machen, soll sie an zwei Beispielen, einem, wo die Anionen, und einem, wo die Kationen im Überschuß sind, durchgeführt werden.

#### 1. Laue: Diabetes mellitus (Leber).

Tausend Teile frischer Substanz enthalten:

Wasser	= 757,77
Trockensubstanz	= 190,65
Fett	= 51,58

folglich 1000 Teile fettfreier frischer Substanz:

Wasser	= 798,98
Trockensubstanz	= 201,02

In 1000 Teilen Trockensubstanz wurden gefunden



		in löslicher Form:			dividiert durch die Äquivalente:	
Kationen	{	K	=	9,93 : 39,15	=	0,2539
		Na	=	9,21 : 23,05	=	0,3995
		Ca	=	0,62 : 20,00	=	0,0310
		Mg	=	0,84 : 12,18	=	0,0690
		Fe	=	2,04 : 18,67	=	0,1093
Anionen	{	Cl	=	13,59 : 35,45	=	0,3833
		S	=	0,39 : 16,03	=	0,0243
		P	=	5,59 : 10,33	=	0,5411
		H	=	0,086 : 1	=	0,0860

}	0,8627	}	0,0860 Differenz
}	0,9487		

Die Anionen sind im Überschuß, es muß daher die Differenz 0,086 durch 1 multipliziert als Wasserstoff, wie oben geschehen, hinzugefügt werden.

Die Gesamtmenge der löslichen Salze in 1000 Teilen Trockensubstanz beträgt dann, nachdem der Schwefel auf das Schwefelsäureion  $\text{SO}_4$  und der Phosphor auf das Phosphorsäureion  $\text{PO}_4$  umgerechnet wurde,

	absolut:	in Prozenten:
K	= 9,93	18,18
Na	= 9,21	16,86
Ca	= 0,62	1,14
Mg	= 0,84	1,54
Fe	= 2,04	3,74
Cl	= 13,59	24,88
$\text{SO}_4$	= 1,17	2,14
$\text{PO}_4$	= 17,13	31,37
H	= 0,08	0,15
	54,61	100,00

Da 1000 Teile frischer Substanz 201,02 Teile Trockensubstanz enthalten, so sind, um die Zusammensetzung von 1000 Teilen frischer Substanz zu erhalten, diese Zahlen mit 0,201 zu multiplizieren und man erhält:

K	=	2,00
Na	=	1,85
Ca	=	0,12
Mg	=	0,17
Fe	=	0,41
Cl	=	2,73
$\text{SO}_4$	=	0,24
$\text{PO}_4$	=	3,44
H	=	0,02
		10,98

2. Laue (Blut).

Tausend Teile frischer Substanz enthalten:

Wasser	=	826,19
Trockensubstanz	=	173,66
Fett	=	0,15

folglich 1000 Teile fettfreier frischer Substanz:

Wasser	=	826,31
Trockensubstanz	=	173,69

In 1000 Teilen Trockensubstanz wurden gefunden

		in löslicher Form:			durch die Äquivalente dividiert:	
Kationen	{	K	=	9,00 : 39,15	=	0,2298
		Na	=	11,22 : 23,05	=	0,4868
		Ca	=	0,27 : 20,00	=	0,0135
		Mg	=	0,67 : 12,18	=	0,0542
		Fe	=	0,18 : 18,67	=	0,0097
Anionen	{	Cl	=	10,40 : 35,45	=	0,2934
		S	=	0,40 : 16,03	=	0,0250
		P	=	0,56 : 10,33	=	0,0542
		C	=	2,52 : 6	=	0,4214

0,7940  
 0,4214 Differenz  
 0,3726

Die Kationen sind im Überschuß, es muß daher die Differenz 0,4214 als Kohlensäure (CO<sub>3</sub>) und multipliziert mit dem Äquivalent des Kohlenstoffs 6 den gefundenen Elementen hinzuaddiert werden, wie oben geschehen ist.

Die Gesamtmenge der löslichen Salze beträgt dann, nachdem der Schwefel auf das Schwefelsäureion, der Phosphor auf das Phosphorsäureion und der Kohlenstoff auf das Kohlensäureion umgerechnet wurde:

	absolut:	in Prozenten:
K	= 9,00	19,01
Na	= 11,22	23,71
Ca	= 0,27	0,57
Mg	= 0,67	1,40
Fe	= 0,18	0,38
Cl	= 10,40	21,97
SO <sub>4</sub>	= 1,20	2,52
PO <sub>4</sub>	= 1,72	3,65
CO <sub>3</sub>	= 12,68	26,79
	47,34	100,00

Da in 1000 Teilen frischer Substanz 173,69 Trockensubstanz enthalten sind, so sind die gefundenen Zahlen, um

sie auf 1000 Teile frischer Substanz umzurechnen, mit 0,1737 zu multiplizieren und man erhält:

K	=	1,563
Na	=	1,943
Ca	=	0,047
Mg	=	0,115
Fe	=	0,031
Cl	=	1,806
SO <sub>4</sub>	=	0,207
PO <sub>4</sub>	=	0,300
CO <sub>3</sub>	=	2,202

Wie schon auseinandergesetzt, sind die von uns in der geschilderten Weise bestimmten und errechneten Mineralbestandteile natürlich mit den durch wirkliche Veraschung gefundenen durchaus nicht identisch. Wir sind aber der Meinung, daß die nach unserem Verfahren gefundenen Werte von größerer Bedeutung sind, als die alten durch Veraschung gefundenen, die wohl die Beurteilung des relativen Verhältnisses einzelner, und zwar nur der in keiner Weise flüchtigen Bestandteile zulassen, nicht aber auf die wirkliche Menge und Art der zu Lebzeiten in den Organen enthalten gewesenen Mineralbestandteile einen Rückschluß gestatten.

Man wird natürlich erst dann hoffen dürfen, weitgehende Schlüsse zu ziehen, wenn ein größeres Material vorliegt, als wir es hier zu bieten imstande sind. Zwar sind im ganzen von uns, zusammen mit den bereits veröffentlichten, nicht weniger als 123 Organe von 35 Leichen mit etwa 2400 Einzelbestimmungen untersucht worden. Das ist eine Arbeit, die die Kraft des einzelnen übersteigt, die auch für uns nicht durchführbar gewesen wäre, wenn wir uns nicht der unermüdlichen Hilfe des Herrn F. Haßler, wissenschaftlichen Hilfsarbeiters am Chemischen Staatslaboratorium, zu erfreuen gehabt hätten.

Trotz dieser ungeheuren Arbeit fehlt aber noch immer das eigentliche Fundament, auf dem die ganze Untersuchung ruhen sollte, d. h. die Kenntnis von der normalen Zusammensetzung gesunder Organe. Ja nicht einmal die Frage können wir mit Sicherheit beantworten, ob es überhaupt eine solche, in nicht zu weiten Grenzen schwankende normale Zusammensetzung gibt.

Wir haben uns dadurch zu helfen gesucht, daß wir vorläufig die Zusammensetzung der nicht erkrankten untersuchten Organe als Norm angenommen haben. Auf dieser Grundlage läßt sich immerhin aus dem großen zur Verfügung stehenden Material eine Reihe von Schlußfolgerungen ziehen, die an anderer Stelle mit den zu Tabellen geordneten Daten veröffentlicht werden sollen.

Hier wollen wir zum Schluß nur noch dem Wunsch und der Überzeugung Ausdruck geben, daß auf Grund einer Art von Vereinigung der Fachgenossen das unvollständige Material nach den von uns angebahnten Gesichtspunkten eine Vervollständigung durch gemeinsame Arbeit erfahren kann.

Gewiß lassen sich die von uns angewandten Methoden noch vereinfachen und verbessern; so ließe sich vielleicht zum Beispiel die indirekte Bestimmung der Alkalien durch direkte Bestimmung des Kaliums als Kaliumplatinchlorid noch sicherer gestalten. Wir sind aber der Meinung, daß im großen und ganzen der von uns eingeschlagene Weg sehr wohl gangbar ist.

Alljährlich werden in den Unterrichtslaboratorien der Universitäten usw. zahllose Übungsanalysen angestellt, ohne daß damit dem Fortschritte der Wissenschaft gedient wird. Hier könnten sehr wohl nach dem von uns vorgeschlagenen Gange tierische Organe, im besonderen auch Blut untersucht werden. Läßt man die Bestimmungen doppelt ausführen, so hat man auch für deren Richtigkeit eine gewisse Garantie und im Laufe der Zeit würde ein wertvolles Material gesammelt.

Die agrikulturchemischen Laboratorien, die landwirtschaftlichen Versuchsstationen u. a. beschäftigen sich noch immer mit Aschenanalysen von Pflanzen, obwohl aus ihnen kaum noch neue Gesichtspunkte gewonnen werden können.

Setzte man an deren Stelle eine Bestimmung der Mineralbestandteile in dem von uns befürworteten Sinne, bestimmte man sie so z. B. im ruhenden Samen, in den einzelnen Organen und in den verschiedenen Entwicklungsstadien, so ist sehr wohl zu hoffen, daß auch über die physiologische Bedeutung der Mineralstoffe in der lebenden Pflanze eine größere Klarheit gewonnen würde.

Ist erst einmal durch gemeinsame Arbeit genügendes Material zusammengetragen, dann läßt sich vielleicht auch durch Anwendung physiko-chemischer Methoden die Untersuchung fördern und erleichtern, indem man vor Beginn der eigentlichen Analyse z. B. durch Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit, der Gefrierpunktniedrigung der gewonnenen wässerigen Lösungen feststellt, ob man es, was die gelösten Salze anbetrifft, mit normalen oder von der Norm abweichenden Lösungen zu tun hat. Die ersten könnten dann ausgeschaltet, die anderen weiter untersucht werden.

Wir wollen zum Schluß der Hoffnung Ausdruck geben, daß diese unsere Anregungen bei den Fachgenossen auf fruchtbaren Boden fallen mögen.

Hamburg und Bonn, den 31. Dezember 1903.

---