Notizen über die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen.

Jede Pflanze bedarf zu ihrer Ausbildung ausser Kohlensäure, Ammoniak und Wasser noch gewisse mineralische Bestandtheile, welche ihr durch den Boden, auf dem sie wächst, zugeführt werden. Diese finden sich beim Verbrennen, obwohl in veränderter Form, in der Asche wieder. Sie bilden die sogenannten anorganischen Nahrungsmittel der Pflanzen; denn dass sie wirklich zur Ernährung derselben erforderlich sind, ist nicht zweifelhaft. Wenn auch manche dieser anorganischen Bestandtheile wechseln, je nach dem Boden, auf dem die Pflanze wächst, so sind doch für gewisse Pflanzenfamilien bestimmte mineralische Substanzen unentbehrlich.

Die wichtigsten anorganischen Bestandtheile unserer Culturpflanzen sind Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Eisen und Kochsalz.

Ueber das Vorkommen der Thonerde im Pflanzenreiche herrschten lange Zeit Zweifel. Berzelius hatte dieselbe schon früher in der Asche von Lycopodium complanatum und Helleborus niger nachgewiesen. Der Fürst Salm-Horstmar [1]) fand in der ersteren Pflanze 38,5 %, in der letzteren eine bestimmbare Menge, in Juniperus communis und Erica vulgaris nur Spuren; dagegen fehlte sie in den Nadeln von Pinus sylvestris. —

Wenn auch nicht zu läugnen ist, dass bei vielen Analysen der Thonerdegehalt von Verunreinigungen der Asche herrührt [2]), so scheint doch durch die Analyse des Lycopodium chamæcyparissus und clavatum [3]) von Aderholdt bewiesen zu sein, dass sie wirklich aufgenommen wird. Er fand, nachdem er die Pflanzen sorgfältig gereinigt hatte, in der ersten 51,85 % und in der letzteren 26,65 % Thonerde. Es ist nicht anzunehmen, dass ein so bedeutender Thonerdegehalt auf Verunreinigung beruht, zumal, da die Pflanzen vor dem Einäschern wiederholt abgewaschen wurden. —

Die Kohlensäure der Asche entsteht durch die Verbrennung der organischen Säuren und ist nur in so fern wichtig, als sie auf die Menge der letzteren schliessen lässt.

Fluor kommt selten vor. Völker fand Spuren davon in Armeria maritima.

Jod findet sich häufiger, Völker fand es in Armeria maritima, Von der Mark [4]) in Jungermannia albicans. Müller [5]) fand es in der Kresse (Nasturtium officinale), Chatin [6]) fand Jod in der Asche vieler Süsswasserpflanzen, jedoch keines in den Landpflanzen, die er untersuchte; ferner beobachtete er, dass dieselbe Pflanzenart, wenn sie in Wasser gewachsen war,

---

[1]) Journal für praktische Chemie. XI, 302.

[2]) Nach Knop rührt die in der Flechtenasche gefundene Thonerde nur von erdigen Theilen her. J. f. pr. Ch. XXXVIII. 347.

[3]) Dessen Dissertation: De partibus anorganicis Lycopodii cham. et clavati.

[4]) Arch. Pharm. LI, 154.

[5]) A. a. O. XXXV, 40.

[6]) Liebig und Kopp, Jahresb. 1850 p. 267.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Jod enthielt, nicht aber, wenn sie auf dem Lande wuchs. Pflanzen in fliessenden Gewässern enthalten mehr Jod als solche in stehenden Gewässern. Jod soll nach ihm im Safte der Pflanzen und zwar in Verbindung mit einem Alkalimetalle enthalten sein. Bussy [1]) fand ebenfalls Jod in mehreren Süsswasserpflanzen. Lamy und Fehling [2]) fanden dasselbe in der Pottasche, welche aus der Melasse der Runkelrübenzuckerfabrik zu Waghäusel bereitet wird. Nach Chatin findet es sich auch in Landpflanzen, und endlich E. Marchand [3]) behauptet, die Aschen der meisten Holzarten enthielten Jod. Dasselbe stamme vorzugsweise aus dem Meere und werde mit dem Wasserdampfe umhergeführt. Im Regen- und Schneewasser sei gewöhnlich Jod und Brom nachweisbar. — Brom findet sich viel seltener als Jod. Marsson [4]) fand in der Asche von Fucus vesiculosus neben Jod einen ziemlich bedeutenden Bromgehalt. (0,682 % Brom, 0,031 % Jod.) Titansäure kommt ebenfalls nicht häufig vor. Aderholdt [5]) fand in Lycopodium chamæcyparissus Spuren davon. Nach Maleguti, Durocher und Savzeaud [6]) findet es sich in verschiedenen Fucusarten neben Kupfer, Silber und Blei.

Forchhammer [7]) fand im Holz von Buchen, Birken und Föhren Blei, Zink und Kupfer, in dem der Eiche Blei, Zinn, Zink, Kobalt in äusserst geringen Spuren.

W. Stein [8]) behauptet, in der Asche der Holzkohle einen deutlichen Gehalt an Arsen gefunden zu haben, ebenso in der Asche von Kiefernholz, Roggenstroh, Roggenspreu, von den Blättern des Kopfkohl's (Brassica oleracea) und von Kartoffelknollen, sowie von der Wurzel der weissen Rübe (Brassica rapa). Kein Arsen fand er in der Asche von Roggenkörnern und in dem wässerigen Auszuge des Weisskrautes. Stein glaubt, dass namentlich die Cellulose Arsen enthalte. Aus 1000 Theilen alter Leinwand erhielt er 0,1 Arsen (als arsensaure Magnesia-Ammoniak bestimmt); aus 10,000 Theilen Asche von Stroh, welches in der Nähe der Muldener Hütten bei Freiburg (wo arsenikhaltige Dämpfe reichlich entwickelt werden) gewachsen war, 2 Theile Arsen. In der Asche der Eichenrinde fand er keins. Chatin [9]) zeigte, dass arsenige Säure von den Pflanzen in gewissem Grade aufgenommen und, wenn die Pflanze nicht durch die Wirkung des Giftes stirbt, später wieder durch die Wurzel ausgeschieden wird; die Wirkung des Giftes zeigt sich bei verschiedenen Pflanzen verschieden.

Filhol [10]) fand dasselbe, und zeigte ausserdem, dass Arsensäure in gleicher Menge und gleicher Verdünnung giftiger auf Pflanzen einwirkt als arsenige Säure.

Zöller fand im Blattstiele der Victoria regia Mangan, im Blatte Eisen; ferner bedeutende Mengen von Mangan und Eisen in Nymphaea coerulea dentata, lutea, Hydrocheris Humboldti, Nelumbium asperifolium.

In der Asche der Viola calaminaria welche in der Nähe der Zinklager bei Aachen wächst, findet sich stets Zinkoxyd.

Höchst beachtenswerth ist das Verhalten der Ackererde zu den Aschenbestandtheilen der Pflanzen. Nachdem Thompson das Absorptionsvermögen derselben für Ammoniak, und Way das für einige Kalisalze beobachtet hat, theilt Liebig [11]) eine Reihe von Versuchen mit, deren Resultate von Bedeutung sind und die wir hier unter Hinweisung auf dessen Werk kurz anfüh-

---

1) J. f. pr. Ch. L, 285.
2) J. f. pr. Ch. LI, 187.
3) J. f. Pharm. XVIII, 358.
4) Arch. Pharm. LXVI, 281.
5) Dessen Dissertation.
6) J. f pr. Ch. XLIX, 421.
7) Poggend. Annalen X. C. V. 90.
8) J. f. pr. Ch. LI, 302. Bei einem im Laboratorium zu Giessen angestellten Versuche liess sich kein Arsen in der Asche von Holzkohlen entdecken. Lieb. u. Kopp. Jahresb. 1850, p. 314.
9) J. f. pr. Ch. XLV, 122.
10) J. pharm. XIV, 401.
11) Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physilogie, von J. v. Liebig. Braunschweig. 1865.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ren. Wenn man Regenwasser durch Ackererde filtrirt, findet man in der Regel im Filtrat keine Spur von Kali, Kieselsäure, Ammoniak und Phosphorsäure, selbst wenn diese Körper in löslichen Verbindungen in der Erde enthalten sind. Der Boden gibt diese für die Ernährung der Pflanzen nothwendigen Substanzen nicht ab und selbst anhaltender Regen kann sie ihm nicht entziehen. Die Wirkung der Ackererde aber geht noch weiter; sie erhält nicht nur den Pflanzen die in ihr enthaltenen Nahrungsmittel, sondern entzieht dieselben solchem Wasser, welches sie in aufgelöstem Zustande enthält. Bringt man verdünnte Lösungen von Ammoniak, Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure mit Ackererde zusammen, so verschwinden die genannten Körper sofort aus der Lösung, die Ackererde entzieht sie dem Wasser. Es werden aber auch nur solche Stoffe dem Wasser durch die Ackererde vollständig entzogen, die unentbehrliche Nahrungsmittel für die Pflanzen sind, die andern bleiben ganz oder zum Theil gelöst.

Giesst man eine Lösung von kieselsaurem Kali (Kaliwasserglas) auf Ackererde, so findet man in dem abfliessenden Wasser keine Spur von Kali. Wird frischgefällter phosphorsaurer Kalk oder phosphorsaure Bittererde in kohlensäurehaltigem Wasser gelöst und diese Lösung durch Ackererde filtrirt, so ist in dem Wasser keine Phosphorsäure mehr nachzuweisen. Ebenso verhält sich eine Auflösung von phosphorsaurem Kalk in verdünnter Schwefelsäure oder von phosphorsaurem Bittererde-Ammoniak in kohlensaurem Wasser. Kali und Natron haben bekanntlich in ihren chemischen Eigenschaften vieles gemein, zeigen aber ein ganz verschiedenes Verhalten gegen Ackererde Das Kali ist ein Bestandtheil aller unserer Landpflanzen, während das Natron sich nur ausnahmsweise in den Aschen findet. Filtrirt man eine Lösung von Kochsalz durch Ackererde, so bleibt fast alles Chlornatrium in der Lösung. Eine Lösung von Chlorkalium hingegen gibt alles Kalium an die Ackererde ab und das Chlor fliesst als Chlornatrium ab Ebenso werden von schwefelsaurem und salpetersaurem Natron nur geringe Spuren zurückbehalten, während die entsprechenden Kalisalze alles Kali abgeben.

Durch Versuche wies Liebig nach, dass 1 Litre = 1000 Cub. Cent. Gartenerde, die viel Kalk enthielt, das Kali aus 2025 Cub. Cent. kieselsaurer Kalilösung aufnahm, welche auf 1000 Cub. Cent. 2,78 Gramm Kieselsäure und 1,166 Gramm Kali enthielt. Daraus berechnet sich, dass 1 Hectare Feld von derselben Beschaffenheit auf $^1/_4$ Meter (= 10 Zoll) Tiefe einer gleichen Lösung über 10,000 Pfund Kali entziehen und für den Bedarf der Pflanzen festhalten würde. Ein entsprechender Versuch mit einer Lösung von phosphorsaurem Magnesia-Ammoniak in kohlensaurem Wasser zeigte, dass eine Hektare Feld 5000 Pfund von diesem Salz einer Lösung entziehen würde. Ein wenig Kalk haltender Lehmboden zeigte ein gleiches Verhalten.

Das Absorptionsvermögen der Ackererde für Ammoniak, Kali, Phosphorsäure und Kieselsäure ist indessen bei verschiedenen Bodenarten verschieden, bei Sandboden geringer als bei Mergelboden und bei diesem geringer als bei Thonboden. Diese Eigenschaft der Ackererde, die für die Ernährung der Pflanzen nothwendigen Stoffe zu sammeln und festzuhalten ist von höchster Bedeutung für die Agrikultur und zeigt sich selbst unter den anscheinend ungünstigsten Bedingungen. In der Umgebung von München befindet sich eine 6 Zoll hohe Schicht Ackerboden auf einem Untergrunde von Gestein, welches das Wasser wie ein Sieb durchlässt und ohne dieses Vermögen der Ackerkrume seine Fruchtbarkeit längst eingebüsst hätte.

Bei der Aufnahme der Nahrungsstoffe scheint die Wurzel in Bezug auf die Menge und Beschaffenheit der durch sie in die Pflanze übergehenden Stoffe eine ganz bestimmte Thätigkeit zu übernehmen. Dies zeigt sich namentlich bei Wasserpflanzen, die ihre anorganischen Nahrungsmittel nicht aus dem Boden, sondern aus Lösungen erhalten, in denen sie vollkommen gleichmässig vertheilt sind. In der Asche der Wasserlinse[1]) wurden auf 10 Theile Kochsalz 22 Theile Kali gefunden, während das Wasser in dem sie wuchs auf 10 Theile Kochsalz nur 4 Theile Kali enthielt. In der Pflanze war das relative Verhältniss der Schwefelsäure zur Phosphorsäure wie 10 : 14, in dem Wasser wie 10 : 3.

---

[1]) Liebig, Agrikulturchemie.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Aehnliche Verhältnisse zeigen sich bei Seepflanzen. Das Seewasser enthält auf 25 Theile Chlornatrium 1,2 bis 1,3 Theile Chlorkalium; die in diesem Wasser wachsenden Pflanzen enthalten zum Theil mehr Kali als Natron; der Kelp der Orkney-Inseln enthält auf 26 % Chlorkalium nur 19 % Chlornatrium.

Das Seewasser enthält Mangan in so äusserst geringer Menge, dass es durch die Analyse kaum nachzuweisen ist; trotzdem findet es sich als regelmässiger und zuweilen dem Gewichte nach nicht unbedeutender Bestandtheil der Asche mancher Seegewächse; die Asche der Padina pavogia (einer Tangart) enthält sogar über 8 Procent von dem Gewicht der trockenen Pflanze.

Die Landpflanzen zeigen in Bezug auf den Boden auf dem sie wachsen ein ganz ähnliches Verhalten wie die Seepflanzen zum Meerwasser. Dasselbe Feld bietet den darauf wachsenden Pflanzen die im Boden enthaltenen verschiedenen anorganischen Substanzen in derselben Form dar; die verschiedenen Pflanzen jedoch entnehmen ihm dieselben in ganz andern Verhältnissen. Dr. C. Bischof [1]) fand, dass in der Asche von Eichen- und Buchenholz der Gehalt von Natron nur wenige Procente des Kaligehaltes betrug, obgleich die Pflanzen auf einem Gesteine gewachsen waren, welches fünf mal mehr Natron als Kali hatte.

Diese Beobachtungen zeigen, dass die Wurzeln der Pflanzen eine verschiedene Anziehungskraft für mineralische Nahrung besitzen, jedoch vermögen sie darum nicht, solche Stoffe absolut auszuschliessen, welche einen schädlichen Einfluss auf das Pflanzenleben äussern.

Ueber den Zusammenhang zwischen den Aschenbestandtheilen und dem Wachsthum der Pflanzen stellte der Fürst zu Salm-Horstmar Untersuchungen an. [2]) Er nahm einen künstlichen Boden, der aus Zuckerkohle bestand, säete Hafer hinein, brachte verschiedene anorganische Bestandtheile hinzu, und beobachtete nun die für jeden Fall eintretende Veränderung der Pflanzen. Ohne alle Zusätze blieb dieselbe zwerghaft, durch Mangel an Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kali, Kalk, Eisen und Mangan wurde sie abnorm, schwach, bleich und sehr unnatürlich weich und besonders hinfällig, wenn Kieselsäure und Magnesia fehlten. Eisen wirkte auffallend auf Ueppigkeit und strotzendes Aussehen; bei einem Ueberschuss desselben entstanden trockne Flecken. Zu viel Mangan bewirkte eine sonderbare schraubenförmige Drehung der Blätter und ihrer Scheiden. Ohne Schwächung der Pflanze konnte weder Kali durch Natron, noch Kalk durch Magnesia ersetzt werden.

Diese Versuche wiederholte Magnus [3]) mit der Gerste unter sonst gleichen Verhältnissen; auch sie ergaben, dass die Gerste sich ohne Aschenbestandtheile nicht entwickeln kann. Bei dem einen Versuche, wo die Menge der Salze überhaupt 15,5 % und die der löslichen 5 % der Zuckerkohle betrug, kamen die Körner kümmerlich oder gar nicht zur Entwickelung. Als jedoch die Zuckerkohle ausgewaschen und frisch eingesäet worden war, entwickelten sie sich kräftiger und trieben Halme bis zu 14 Zoll, jedoch ohne Aehren. Aehnliche Versuche, wo statt der Zuckerkohle Feldspathpulver genommen wurde, ergaben gleiche Resultate. Jn reinem grob gemahlenem Feldspath zeigten sie Halme von 11 Zoll und 5—7 Blätter aber ohne Aehren. Bei einem Versuche mit 1/3 fein geschlämmtem Feldspath erreichten die Halme 20 Zoll und trieben Aehren mit Körnern. E. Wolff hat eine ausführliche Abhandlung [4]) über den Einfluss der reinen und unvermischten Mineralsubstanz auf die Entwickelung der vegetabilischen Substanz veröffentlicht, aus der wir uns Einiges hier anführen. Nach ihm wirkt Pottasche auf den Ertrag bei allen Pflanzen, mehr aber in Bezug auf Kraut als auf Frucht und zwar nachhaltig. Kochsalz wirkt bei Abwesenheit von humosen stickstoffhaltigen Substanzen ungünstig; bei Anwesenheit derselben günstig, besonders auf Cerealien, jedoch

[1]) J. f. pr. Ch. XLVII, 207.
[2]) J. f. pr. Ch. XLVI, 193.
[3]) J. f. pr. Ch. L, 65.
[4]) J. f. pr. Ch. LI, 15.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nicht nachhaltig; Salpeter günstig, aber weniger auf Fruchtbildung, und nicht nachhaltig, ebenso Kalk; indifferent verhalten sich Bittersalz und Glaubersalz.

Besonders bemerkenswerth sind die Versuche von Wiegmann und Polstorf [1]) über das Verhalten der in reinem Sande und in künstlicher Ackererde gezogenen Pflanzen.

Die künstliche Ackererde bestand aus:

Quarzsand	861,26
Schwefelsaures Kali	0,34
Kochsalz	0,13
Gyps (wasserfrei)	1,25
Geschlämmte Kreide	10,00
Kohlensaure Bittererde	5,00
Manganoxyd	2,50
Eisenoxyd	10,00
Thonerdehydrat	15,00
Phosphorsaurer Kalk	15,60
Torfsaures Kali	3,41
« Natron	2,22
« Ammoniak	10,29
« Kalk	3,07
« Bittererde	1,97
« Eisenoxyd	3,32
« Thonerde	4,64
Unlösliche Torfsäure	50,00

Zur Darstellung der Torfsäure wurde Torf in Kalilauge gekocht und die Lösung mit Schwefelsäure gefällt. Der Niederschlag ist unter dem Namen Torfsäure aufgeführt. Dieselbe wurde in Kali, Natron oder Ammoniak aufgelöst um die entsprechenden Salze darzustellen, die übrigen torfsauren Salze wurden durch Zersetzung dieser Auflösungen dargestellt.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf folgende Pflanzen: Wicke, Gerste, Hafer, Buchweizen, Taback und Wiesenklee.

Der Raum gestattet uns nicht, die Resultate der einzelnen Versuche hier anzuführen und wir verweisen daher auf die vortreffliche Preisschrift selbst.

Es gibt gewisse Pflanzen, in welchen bestimmte anorganische Bestandtheile immer als vorwaltend gefunden werden und die somit auch als zu ihrem Gedeihen durchaus nöthig betrachtet werden können. Darnach lassen sich die Pflanzen eintheilen in Kalipflanzen, die mehr als die Hälfte ihres Gewichtes in löslichen alkalischen Salzen enthalten, in Kalkpflanzen, in welchen Kalksalze und in Kieselpflanzen, in welchen Kieselsäure vorherrscht.

Nachstehende Tabelle, der Agriculturchemie von Liebig entnommen, zeigt die Zusammensetzung einiger in die angeführten drei Klassen gehörigen Pflanzen und Pflanzentheile.

---

[1]) Wiegmann und Polstorf gekrönte Preisschrift: Ueber die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

		Kali und Natronsalze	Kalk und Bittererdesalze	Kieselerde
Kieselpflanzen	Haferstroh mit Samen . .	34,00	4,00	62,00
	Weizenstroh	22,00	7,20	61,05
	Gerstenstroh mit Samen . .	19,00	25,70	55,03
	Roggenstroh	18,65	16,52	63,89
Kalkpflanzen	Taback Havanna . . .	24,34	67,44	8,30
	« deutscher . . .	23,07	62,23	15,25
	« in künstlichem Boden .	29,00	59,00	12,00
	Erbsenstroh	27,82	63,74	7,81
	Kartoffelkraut . . .	4,20	59,40	36,40
	Wiesenklee	39,20	56,00	4,90
Kalipflanzen	Maisstroh	71,00	6,50	18,00
	Weisse Rüben . . .	81,60	18,40	
	Runkelrüben	88,00	12,00	
	Kartoffelknollen . . .	85,81	14,19	
	Helianthus tuberosus . .	84,30	15,70	

Den genannten drei Klassen glaubt Aderholdt[1]) noch eine vierte zufügen zu müssen, in welche diejenigen Pflanzen fallen würden, welche vorzugsweise Thonerde enthalten.

Es zeigen jedoch nicht nur die verschiedenen Pflanzenarten eine solche Verschiedenheit in Bezug auf die Aufnahme mineralischer Substanzen, sondern auch in den einzelnen Theilen einer und derselben Pflanze bemerken wir eine verschiedene Verwandtschaft zu den anorganischen Bestandtheilen des Bodens, und zwar wechselt sowohl die Beschaffenheit als auch die Menge derselben je nach den verschiedenen Organen der Pflanzen. Hier haben wir zunächst die treffliche Arbeit von E. Wolf [2]) über die Rosskastanie (Aesculus hippocastanus) zu erwähnen, deren Resultate wir hier kurz mittheilen. Er fand Kalk vorwiegend in der Rinde (47,7 %) von da nimmt er ab nach dem Holz (32,58 %) den Blättern (25,84 %) und den Blattstengeln (18,04 %), in den Blüthen und Früchten ist er am wenigsten vertreten, in den erstern 10,68 % in den letztern 8,37 %. Kali sehen wir fast genau in umgekehrtem Verhältnisse auftreten (in der Rinde 5,23 %, in den Früchten 44,16 %). Bei der Vertheilung der Magnesia beobachten wir eine solche Regelmässigkeit nicht; sie zeigt keine charakteristische Verschiedenheit je nach den einzelnen Gewebetheilen, ebenso Schwefelsäure; Kieselsäure ist in den Blättern vorherrschend, aber auch da nur in sehr geringer Menge. Phosphorsäure fand sich am meisten in den Früchten (17,55%), von da abwärts bis zur Rinde (3,75%). Chlorkalium war vorherrschend im Blattstengel (21,4 %) und in den Fruchtorganen (19,38 %). Kohlensäure zeigte sich in grösster Menge in der Asche der Rinde (37,92 %) und im Stamme (27,16 %) und fällt nach den Blättern, sie nimmt aber in den Blüthen wieder zu. Rammelsberg [3]) fand bei Analysen von Raps und Erbsen in dem Samen beider Kali, Phosphorsäure und Magnesia vorherrschend, im Stroh hingegen Natron, Kalk, Schwefelsäure und Chlor.

Erdmann [4]) fand in den Analysen derselben Vegetabilien ungefähr dasselbe Verhältniss. Ebenso hat Müller [5]) in der Asche der Olea europaea ein ähnliches Verhältniss gefunden mit Ausnahme des Chlors.

---

[1])

[2]) J. f. pr. Ch. XLIV, 385.

[3]) J. f. pr. Ch. XLI, 84.

[4]) J. f. pr. Ch. XLI, 89.

[5]) Dass. XLVII, 335.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Resultate seiner Analyse sind folgende.

	Olivenholz	Olivenblätter	Olivenfrüchte
Aschenmenge in 100 Th.	0,58	6,45	2,61
Kali	20,60	24,81	54,03
Chlorkalium	1,00	2,76	9,56
Kalk	63,02	56,18	15,72
Phosphorsaures Eisen und Mangan	1,39	1,07	2,24
Bittererde	2,31	5,18	4,38
Schwefelsäure	3,09	3,01	1,19
Phosphorsäure	4,77	3,24	7,30
Kieselsäure	3,82	3,75	5,58

Will und Fresenius fanden Magnesia vorherrschend im Samen des Roggens, Way im Samen der Gerste, während sich im Gerstenstroh viel Chlornatrium und Kalk vorfand. Bei Pinus picea fanden Poleck und Levi Phosphorsäure im Samen vorherrschend, Kalk im Holz. Jedoch finden sich auch Ausnahmen. Im Haferstroh wurde mehr Kali als in den Körnern gefunden von Way.[1]) Im Allgemeinen können wir annehmen, dass der Stamm die wenigsten anorganischen Theile enthält, die Wurzel etwas mehr, die Zweige mehr als beide; und so steigt der Gehalt bis zu Samen und Blättern; letztere enthalten bei weitem die meisten Aschentheile, was sich wohl durch die reichliche Verdunstung derselben erklärt. Jedoch auch hier treffen wir Ausnahmen an.

Rammelsberg[2]) fand im Stroh von Raps und Erbsen mehr Aschentheile als in dem Samen derselben und Erdmann fand dasselbe für Erbsen.

Raps		Erbsen	
Stroh	Samen	Stroh	Samen
5,21 %	4,51 %	4,15 %	3,28 %

Erdmann[3]) fand bei den Erbsen im Samen 3,34% im Stroh hingegen 8,28% anorganische Theile. Ueberhaupt ist die Zusammensetzung der Aschen der Körner weit constanter als die des Stroh's. [4]) Vogel fand in Pyrus spectabilis das Verhältniss der löslichen Bestandtheile in Stamm, Blättern und Früchten 1 : 2 : 3. In Pyrus spectabilis und Sambucus nigra nimmt die Menge der phosphorsauren Salze vom Stamm bis zur Frucht um das vierfache zu. [5]) Einen merklichen Einfluss auf die Aufnahme anorganischer Theile hat die Vegetationsperiode. Es wurde von der philosophischen Facultät zu Jena eine Preisfrage gestellt: „Ob die Menge der anorganischen Bestandtheile derselben Pflanzen und desselben Organes in verschiedenen Vegetationsperioden wechselten. E. Staffel hat diese Verhältnisse in Bezug auf Rosskastanie und Wallnuss in einer gekrönten Abhandlung näher erörtert. Er fand bei der Rosskastanie den Aschengehalt der trocknen Substanz bei Holz und Rinde im Frühjahre grösser, als im Herbste bei den Blättern in beiden Perioden ungefähr gleich. In der Asche fehlte Natron in allen Fällen, Thonerde wurde hingegen gefunden. Für die Zusammensetzung der Aschen desselben Organes stellen sich im Frühjahre und Herbste wesentliche Verschiedenheiten heraus und zwar am auffallendsten bei Kali und Kalk. Im Frühjahre beträgt das Kali die dreifache Menge des Kalks, während im Herbste das Verhältniss sich umkehrt und der Kaligehalt bis auf $^1/_3$ des Kalks sinkt. Phosphorsäure bleibt sich im Holz für beide Jahreszeiten fast gleich, dagegen bei Rinde und Blättern ist ihre Menge im Frühjahr dreimal so gross als im Herbst. Kieselsäure und Schwefelsäure findet sich am meisten in den Blättern, von da aber abwärts in Rinde und

---

[1]) Lieb. u. Kopp. Jahresb. 1850, p. 661.
[2]) Lieb. u. Kopp. Jahresb. 1847 u. 48. p. 1074.
[3]) Lieb. u. Kopp. Jahresb. 1847 u. 48 p. 1074.
[4]) Das. 1849 p. 671.
[5]) Lieb. u. Wöhl. Ann. LI, 142.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Holz. Ebenso Eisenoxyd wovon jedoch Wolff keine bestimmte Quantität gefunden hat. Am constantesten ist der Magnesiagehalt. Chlorkalium ist in Holz und Rinde im Frühjahr, in den Blättern im Herbste in grösserer Menge.

Bei der Wallnuss zeigte sich für Kali, Natron, Thonerde, Phosphorsäure, Magnesia und Kalk dasselbe Verhältniss wie bei der Rosskastanie, dagegen nehmen Schwefelsäure, Kieselsäure und Eisenoxyd vom Holz nach den Blättern zu ab. Der Gehalt an Chlorkalium ist durchweg $^1/_3$ bis $^1/_4$ geringer als bei der Rosskastanie.

Dr. Zöller untersuchte Buchenblätter zu verschiedenen Wachsthumszeiten. Er nahm die Blätter in verschiedenen Grössen und zu vier verschiedenen Perioden. Die kleinsten Blättchen a hatten eben die Knospen verlassen, während mit d die völlig ausgewachsenen Blätter bezeichnet sind; b und c stehen hinsichtlich der Grösse zwischen a und d. Die Blätter der I. Periode (16. Mai 1861) waren sehr zart und von gelblich grüner Farbe.

Die folgenden Blattabnahmen geschahen am 18. Juli (II. Periode) und am 15. October (III. Periode); die Blätter der einzelnen Perioden waren von gleicher Grösse. Die Blätter der IV. Periode stammten von demselben Baum, wurden aber Ende November 1860 abgenommen; sie waren an dem Baume vertrocknet und vollkommen dürr.

100 Gewichtstheile frischer Buchenblätter enthielten:

	I. Periode a.	b.	c.	d.	II. Periode	III. Periode
Trockensubstanz . .	30,29	22,04	21,53	21,52	44,13	43,23
Wasser	69,71	77,96	78,47	55,87	55,87	56,77
1000 Stück frische Blätter bestanden aus Grammen:						
Trockensubstanz . .	10,01	15,90	32,63	60,00	116,16	117,53
Wasser	22,61	57,26	118,91	218,31	147,04	154,33
Gesammtgewicht d. 1000 Blätter	32,62	73,16	151,54	278,31	263,20	271,86
Aschenproc. d. trockenen Blätter	4,65	5,40	5,82	5,76	7,57	10,15

Der Wassergehalt der lufttrockenen Blätter der IV. Periode betrug 11,89 Procent; der Aschengehalt der getrockneton Blätter 8,70 Procent.

Zur Aschenanalyse der Blätter von Periode I. wurde die Asche durch Einäscherung der gleichen Anzahl Blätter b, c und d hergestellt.

100 Theile Blätterasche enthielten:

	I. Periode 16. Mai 1861	II. Periode 18. Juli 1861	III. Periode 14. Oktober 1861	IV. Periode Ende Novbr. 1860
Natron	2,30	2,34	1,01	—
Kali	29,95	10,72	4,85	0,99
Magnesia	3,10	3,52	2,79	7,13
Kalk	9,83	26,46	34,05	34,13
Eisenoxyd	0,59	0,91	0,94	1,10
Phosphorsäure	24,21	5,18	3,48	1,95
Schwefelsäure	—	—	—	4,98
Kieselsäure	1,19	13,37	20,68	24,37
Kohlensäure und unbestimmbare Bestandtheile	28,83	37,50	32,20	25,35
Summe	100,00	100,00	100,00	100,00

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die Entwickelungsstufe der Pflanze ist ebenfalls zu beachten; im Allgemeinen kann man annehmen, dass die jugendlichen Organe die löslichen Alkalisalze, die ältern hingegen Erd- und Metallsalze führen. Nach Wolff[1]) ist die Menge der Phosphorsäure im Stroh besonders verringert, wenn ein bedeutendes Gewicht an Körnern erzeugt ist, und im Holz und Rinde der Rosskastanie findet sich zur Zeit der Blüthen keine Spur Schwefelsäure. Ueber die Form, in welcher der lebende Organismus der Pflanze die mineralischen Substanzen enthält, sagt H. Rose[2]): „Der Pflanze werden die unorganischen Stoffe im oxydirten Zustande zugeführt, aber während ihres Wachsthums findet namentlich in den grünen Theilen, ein Desoxydationsprocess statt, der sich nicht blos auf die Kohlensäure, sondern auch auf die unorganischen Verbindungen erstreckt und dessen Jntensität in denjenien Organen der Pflanze am geringsten ist, die in näherer Beziehung zu dem Boden stehen, in denen also die Desoxydation erst begonnen hat. In dem Masse, als der Desoxydationsprocess in der lebenden Pflanze fortschreitet verwandelten sich wahrscheinlich die phosphorsauren Salze in nicht oxydirte Verbindungen, aus zusammengesetzten, jedenfalls Phosphor enthaltenden Radicalen mit Metallen der Alkalien und Erden bestehend. Daher enthalten solche Pflanzentheile, wie Samen, deren Bestandtheile am längsten den desoxydirenden Einflüssen ausgesetzt waren, die grösste Menge nicht oxydirter Stoffe, während die krautartigen Theile verhältnissmässig arm daran sind.“

Als Beispiel für den Unterschied im Gehalt an anorganischen Bestandtheilen bei verschiedenen Specien derselben Pflanzenfamilie bei gleichem Alter und denselben Bodenverhältnissen, mögen die Resultate der von dem Verfasser ausgeführten Aschenanalysen der Rothbuche und der Weissbuche dienen. Die beiden Bäumchen wurden aus einem Walde bei Bonn, dem sogenanten Kottenforst im April entnommen. Nach den Jahresringen ergab sich für beide ein Alter von circa 8 Jahren. Sie standen nahe beisammen und es war somit bei gleichem Alter auch gleicher Boden gegeben. Die Unterschiede, welche sich durch die Analyse zwischen beiden ergaben, konnten daher nur auf der Verschiedenheit der Specien beruhen. Der Boden auf welchem sie gewachsen waren, bestand aus kalkhaltigem Thon. Die Bäumchen wurden zerschnitten und sorgfältig gereinigt. Die Wurzeln, deren Reinigung ziemlich schwierig ist, wurden mit destillirtem Wasser so lange gewaschen bis auch mit der Lupe keine anhängenden Erdetheilchen mehr zu bemerken waren. Um das Eindringen des Wassers in die Pflanze zu verhindern und einen Verlust an löslichen Bestandtheilen möglichst zu vermeiden, wurden die Schnittflächen mit Wachs beklebt. Nachdem die Bäumchen so sorgfältig gereinigt waren, wurden sie getrocknet und eingeäschert. Was die Darstellung der Asche betrifft, so sind hier mancherlei Rücksichten zu nehmen, und man hat deshalb verschiedene Methoden vorgeschlagen. Die von Will und Fresenius angegebene, wonach die Pflanze in einem hessischen Tiegel zwischen glühenden Kohlen eingeäschert wird, wurde nicht gewählt, weil die Asche sehr leicht durch Theilchen des Tiegels, die in der Glühhitze lossprinngen, verunreinigt wird und alsdann ein Gehalt an Thonerde sich durch die Analyse ergeben könnte, der in der Pflanze nicht enthalten ist. Ferner wird auch durch Erhitzen des Tiegels zwischen glühenden Kohlen oft eine so grosse Hitze erzeugt, dass ein Theil der Asche schmilzt und dadurch den Zutritt des Sauerstoffs zu den übrigen Theilen hindert, also eine vollständige Verbrennung derselben unmöglich macht. Auch werden durch zu grosse Hitze Chlormetalle in bedeutender Menge verflüchtigt. Eine Methode, wodurch diese Nachtheile möglichst, vermieden werden, hat Strecker angegeben. Sie liefert bei gelinder Hitze eine fast kohlenfreie Asche, und wurde daher vorgezogen. Die Substanz wurde in eine Platinschale gebracht, diese in eine Muffel eingestellt und nur bis zur schwachen Rothglühhitze erhitzt. Nach dem Verkohlen wurde sie unter schwacher Glüherscheinung eingeäschert, bis keine glimmenden Theilchen mehr zu sehen waren. Die Asche hatte zum Theil noch die Gestalt der verkohlten

[1]) J. f. pr. Ch. XLIV, 459.
[2]) Lieb. u. Kopp. Jahrb. 1849. p. 595.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Substanz beibehalten. Dadurch wurde nicht nur eine reine Asche erhalten, sondern es war auch bei der schwachen Hitze der Verlust an Chlormetallen möglichst vermieden. Es erfordert diese Art der Einäscherung eine ziemlich lange Zeit, aber sie liefert dafür recht befriedigende Resultate. — Die so erhaltene Asche wurde nun zur Analyse benutzt.

Zur Bestimmung der Kohlensäure und des Chlors wurde folgender Apparat angewandt: Ein Liebig'scher Kaliapparat wurde genau abgewogen und luftdicht mit einem Kohlensäureapparat von Will und Fresenius verbunden. In das erste Gefäss des Kohlensäureapparats wurde Salpetersäure und etwas salpetersaures Silberoxyd gebracht, in das zweite wie gewöhnlich Schwefelsäure. Es wurde nun eine zur Analyse bestimmte Quantität Asche ziemlich fest in ein Glasröhrchen gepresst, dessen Gewicht vorher bestimmt war, und abgewogen. Nun wurde das Glasröhrchen an einem Haar befestigt und so weit in das Gefäss, welches Salpetersäure und salpetersaures Silberoxyd enthielt, hineingelassen, dass die Asche nicht von der Säure berührt wurde, wohl aber durch leichtes Schütteln mit derselben in Berührung gebracht werden konnte. Alsdann wurde der Apparat wieder luftdicht geschlossen und hierauf durch geringe Bewegungen die Asche mit der Säure zusammengebracht. Alsbald fing die Kohlensäure an sich zu entwickeln. Ein zu heftiges Aufbrausen, welches ein Ueberschleudern der Flüssigkeit hätte befürchten lassen, konnte nicht stattfinden, weil die Asche durch festes Einpressen immer nur auf der Oberfläche von der Säure angegriffen wurde. Die Kohlensäure ging, nachdem sie durch die Schwefelsäure getrocknet war, in den Kaliapparat über, worin sie von Kali gebunden wurde. Nachdem sämmtliche Asche gelöst war und die Entwickelung also aufhörte, wurde der Kohlensäureapparat durch untergestelltes heisses Wasser erwärmt, wodurch auch noch die von der Flüssigkeit absobirte Kohlensäure ausgetrieben wurde und in den Kaliapparat überging. Durch längeres Saugen mittels einer Pipette wurden die letzten Spuren derselben in den Kaliapparat gebracht. Die Kohlensäure war somit doppelt bestimmt; einmal durch die Gewichtszunahme des Kaliapparats, dann aber auch zugleich durch die Gewichtsabnahme des Kohlensäureapparats, welcher, bevor noch die Asche mit der Säure in Berührung gekommen, abgewogen wurde. Das zugesetzte salpetersaure Silberoxyd hatte den Zweck, das Chlor zu binden.

Nachdem nun sämmtliche Aschen gelöst, wurden sie von dem unlöslichen Chlorsilber und den Kohlentheilchen auf einem bei 100° getrockneten und gewogenen Filter abfiltrirt. Der Rückstand wurde mit dem Filter getrocknet und abgewogen und ergab nach Abzug des Filters das Gewicht von Chlorsilber und Kohle. Hierauf wurde es mit ammoniakhaltigem Wasser ausgewaschen, wodurch das Chlorsilber gelöst wurde, die Kohle aber ungelöst zurückblieb, und nach nochmaligem Trocknen und Wägen bestimmt wurde. Im Filtrat wurde das Chlorsilber durch Zusatz von Salpetersäure bestimmt, welches jedoch auch schon durch Abzug der Kohle von dem Gewichte des Chlorsilbers mit Kohle sich ergab. In der Lösung, welche alle übrigen Bestandtheile enthielt, wurde das überschüssig zugesetzte salpetersaure Silberoxyd durch Chlorwasserstoffsäure gefällt und in dem Filtrate sämmtliche Körper nach der von Fresenius angegebenen Methode bestimmt. Bei der Bestimmung der Alkalien wurden nach den von Dr. C. Bischof[1]) angegebenen Vorsichtsmassregeln verfahren. Ferner wurde, weil der kohlensaure Kalk auch bei vorsichtigem Glühen sich leicht theilweise in Aetzkalk verwandelt, derselbe mit Schwefelsäure geglüht und als schwefelsaurer Kalk bestimmt. Im Folgenden habe ich die Resultate meiner Analysen zusammengestellt. Der geringe Kohlengehalt wurde vom Gewicht der Asche abgezogen, und die einzelnen Körper wurden auf die reine Substanz berechnet.

Rothbuche (Fagus sylvatica). Eine qualitative Untersuchung auf Jod, Brom und Fluor liess keinen dieser Körper erkennen. Eben so wenig war Thonerde in der Asche zu finden. Es wurde nun die Quantität der Asche bestimmt. welche die bei 100° getrocknete Substanz gab und zwar geschah dies für Wurzel, Stamm und Zweige, und es ergab sich für:

---

[1]) J. f. pr. Ch. XLVII, 198.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wurzel	=	1,89 %	Asche
Stamm	=	1,40 %	«
Zweige	=	2,26 %	«

Der ganze Baum gab also 1,85 % Asche. Die Analyse wurde doppelt ausgeführt und jedesmal 2,115 gr. verwandt.

Die Resultate waren folgende:

	I.	II.
Kohlensäure	0,295	0,290
Chlornatrium	0,023	0,025
Kieselsäure	0,036	0,033
Eisenoxyd	0,031	0,032
Manganoxyd	0,057	0,059
Kalk	0,935	0,938
Magnesia	0,213	0,209
Kali	0,253	0,250
Natron	0,038	0,034
Schwefelsäure	0,063	0,065
Phosphorsäure	0,137	0,139

Nehmen wir hieraus die mittleren Werthe und berechnen dieselben auf Procente, so ergibt sich Folgendes:

	in 2,115 gr.	Auf Procente berechnet nach Abzug v. Kohlensäure u. Verlust.
Kali	0,251	14,05 %
Natron	0,036	2,01 «
Magnesia	0,211	11,81 «
Kalk	0,937	52,46 «
Phosphorsäure	0,138	7,72 «
Schwefelsäure	0,064	3,58 «
Kieselsäure	0,035	1,96 «
Eisenoxyd	0,032	1,79 «
Manganoxyd	0,058	3,24 «
Chlornatrium	0,024	1,34 «
Kohlensäure	0,293	—
	2,079	
Verlust	0,036	
	2,115	

Die Rothbuche enthält also vorzugsweise Kalk, wie sich auch aus andern Analysen dieser Pflanze, deren Resultate wir in Folgendem mittheilen, gezeigt hat.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Im Holze fand Sprengel[1]) 0,412 % Asche (excl. der Kohlensäure) und zwar:

	in 0,412 gr.	Procente
Kali . . .	0,091	24,93
Natron . . .	0,009	2,46
Kalk . . .	0,100	27,39
Magnesia . .	0,024	6,57
Thonerde . .	0,008	2,18
Phosphorsaures Eisenoxyd .	0,055	15,06
Manganoxyd . .	0,027	7,39
Schwefelsäure . .	0,026	7,12
Kieselsäure . .	0,019	5,20
Chlor . . .	0,006	1,63

Hertwig [2]) untersuchte Holz und Rinde und fand im Holze 0,384 % Asche incl. der Kohlensäure und desgleichen in der Rinde 6,618 % Asche.

Die procentische Zusammensetzung derselben ist folgende:

in 100 Theilen	Buchenholz	Buchenrinde
Kohlensaures Kali .	11,72	3,02
Kohlensaures Natron.	12,37	
Schwefelsaures Kali .	3,49	
Kohlensaurer Kalk .	49,54	64,76
Magnesia . .	7,74	16,90
Phosphorsaurer Kalk	3,32	2,71
Phosphorsaure Magnesia	2,92	0,66
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,76	0,46
Phosphorsaure Thonerde	1,51	0,84
Phosphorsaur. Manganoxyd	1,59	—
Kieselsäure . .	2,46	9,04
Chlornatrium . .	Spuren	—

Es ist wohl anzunehmen, dass die beiden angeführten Analysen von ältern Buchenstämmen herrühren, und hierin mag zum Theil die Verschiedenheit ihrer Resultate von den unsrigen liegen. Jedoch stimmen beide auch unter sich nicht. So fand Sprengel z. B. im Holze 24,93% Kali, Hertwig nur 9,85% und eben so ist es mit vielen andern Körpern. Der Kalkgehalt zeigt sich jedoch in beiden Analysen, so wie auch in der unsrigen, vorherrschend.

Weissbuche (Carpinus Betulus). Auch in dieser Pflanze fand sich weder Thonerde noch Jod, Brom oder Fluor.

Wurzel, Stamm und Zweige wurden jedes besonders eingeäschert und ergaben folgende Resultate.

---

[1]) J. f. pr. Ch. XIII, 384.
[2]) Lieb. Agrikulturch. p. 328.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wurzel enthielt	1,97 %	Asche
Stamm „	1,42 %	„
Zweige „	2,33 %	„

Der ganze Baum gab also 1,91% Asche.

Es wurde zu jeder Analyse 1,948 gr. Asche verwandt, und es fand sich dieselbe wie folgt zusammengesetzt:

	I.	II.
Kohlensäure .	0,412	0,415
Chlornatrium . .	0,018	0,018
Kieselsäure . .	0,022	0,021
Eisenoxyd . .	0,024	0,023
Manganoxyd . .	0,070	0,073
Kalk . . .	0,605	0,603
Magnesia . .	0,167	0,170
Kali . . .	0,346	0,342
Natron . . .	0,061	0,060
Schwefelsäure . .	0,063	0,065
Phosphorsäure . .	0,134	0,131

Nimmt man die mittleren Werthe und berechnet auf Procente, so erhält man:

	in 1,948	Auf Procente berechnet nach Abzug v. Kohlensäure u. Verlust
Kali . . .	0,344	22,79 %
Natron . . .	0,061	4,04 «
Magnesia . .	0,169	11,20 «
Kalk . . .	0,604	40,03 «
Phosphorsäure . .	0,133	8,81 «
Schwefelsäure . .	0,064	4,24 «
Kieselsäure . .	0,021	1,39 «
Eisenoxyd . .	0,023	1,52 «
Manganoxyd . .	0,072	4,77 «
Chlornatrium . .	0,018	1,19 «
Kohlensäure . .	0,414	—
	1,923	
Verlust .	0,025	
	1,948	

In der Weissbuche sehen wir also ebenfalls Kalk vorherrschend, jedoch ist der Gehalt an Alkalien hier bedeutender. Sprengel[1]) hat das Holz derselben ebenfalls analysirt und darin 0,412% Asche gefunden. Die einzelnen Körper fand er folgendermassen vertheilt:

[1]) J. f. pr. Ch. XIII, 385.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

	in 0,412 gr.	auf Procente berechnet
Kali . . .	0,061	14,80
Natron . . .	0,013	3,15
Kalk . . .	0,144	34,95
Magnesia . .	0,022	5,34
Thonerde . .	0,005	1,21
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,012	2,91
Manganoxyd . .	0,010	2,43
Schwefelsäure . .	0,012	2,91
Phosphorsäure . .	0,025	6,07
Kieselsäure . .	0,096	23,30
Chlor . . .	0,012	2,91

Sprengel fand in der Weissbuche weniger Alkalien als in der Rothbuche, während wir ein umgekehrtes Verhältniss fanden. Der Kalkgehalt ist auch bei ihm vorherrschend; auffallend ist jedoch ein Gehalt von 23, 3% Kieselerde.

Vergleichung der beiden Buchen.

Wenn wir die Analysen beider Buchen betrachten, so finden wir im Allgemeinen eine ziemliche Uebereinstimmung in der Vertheilung der mineralischen Bestandtheile mit Ausnahme des Kalkes und der Alkalien. Die Rothbuche enthält nämlich mehr Kalk und weniger Alkalien als die Weissbuche. Stellen wir nun noch der Vergleichung wegen die Resultate beider Analysen zusammen, und sehen, in welchem Verhältnisse die einzelnen Körper darin vertheilt sind.

	Rothbuche	Weissbuche	Annähernde Verhältnisszahlen
Kali . . .	14,05	22,79	2 : 3
Natron . . .	2,01	4,04	1 : 2
Magnesia . .	11,81	11,20	1 : 1
Kalk . . .	52,46	40,03	4 : 3
Phosphorsäure . .	7,72	8,81	7 : 8
Schwefelsäure . .	3,58	4,24	5 : 6
Kieselsäure . .	1,96	1,39	3 : 2
Eisenoxyd . .	1,79	1,52	1 : 1
Manganoxyd . .	3,24	4,77	3 : 4
Chlornatrium . .	1,38	1,19	1 : 1

Da die Pflanzen wie schon oben bemerkt gleiches Alter hatten und auf demselben Boden gewachsen waren, sowie auch zu derselben Zeit dem Boden entnommen wurden, so können wir die angeführten Unterschiede als charakteristisch für die beiden Species betrachten.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf