

Über den Calcium- und Magnesiumgehalt einiger Pflanzensamen.

Von

E. Schulze und Ch. Godet.

(Aus dem agrikultur-chemischen Laboratorium des Polytechnikums in Zürich.)

(Der Redaktion zugegangen am 31. Oktober 1908.)

Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Asche der Pflanzensamen in der Regel relativ reich an Magnesium ist, zugleich aber auch viel Calcium enthält. Für die Analysen, die zu diesem Ergebnis führten, verwendete man aber fast ohne Ausnahme Aschen, die durch Verbrennen unentschälter Samen dargestellt worden waren. Durch diesen Umstand wird der Wert dieser Analysen verringert. Denn die Asche der Samenschalen weicht von derjenigen des zugehörigen Kerns in bezug auf die Zusammensetzung in der Regel sehr stark ab; die Analyse der Asche eines unentschälten Samens gibt also keinen sicheren Aufschluß darüber, welcher Mineralstoffe das aus dem Samen entstehende Keimpflänzchen in der ersten Periode seiner Entwicklung bedarf.¹⁾ Wenigstens gilt dies für alle diejenigen Fälle, in welchen das Gewicht der Samenschale und ihrer Asche einen bedeutenden Teil vom Gewicht des ganzen Samenkorns bzw. dessen Asche ausmacht.

Bei Ausführung von Analysen, für welche die Aschen der Samenschalen und der Kerne getrennt verwendet wurden, fanden wir, daß die Asche des Kerns stets mehr Magnesium als Calcium enthielt, während dagegen die Asche der Schale stets weit reicher an Calcium war. Da diese Wahrnehmung für die Pflanzenphysiologie von Interesse ist, so wollen wir die Ergebnisse unserer Versuche im folgenden ausführlicher mitteilen.

Die für die Analysen verwendeten Aschen waren durch Verbrennen der Samenschalen und Kerne entweder in einer großen, über einen Bunsen-Brenner gestellten Platinschale oder in einer Muffel in einer Silberschale dargestellt worden. Die Bestimmung des Kalk- und Magnesiumgehaltes geschah nach

¹⁾ Beim Aussprechen dieser Ansicht stützen wir uns auf die Annahme, daß die Bestandteile der Samenschale sich an der Ernährung des Keimpflänzchens nicht beteiligen und daß alle Stoffe, deren das Keimpflänzchen in der ersten Entwicklungsperiode bedarf, im Kern des Samens abgelagert sind.

dem gewöhnlich angewendeten Verfahren; eine abgewogene Quantität der Asche wurde in Salzsäure gelöst, die Lösung zur Entfernung der Kieselsäure zur Trockne verdunstet, der Rückstand wieder in Salzsäure aufgenommen, die filtrierte Lösung mit Ammoniak bis zum Entstehen eines Niederschlages versetzt, dann mit Essigsäure angesäuert, wobei Eisenphosphat ungelöst blieb;¹⁾ die davon abfiltrierte Flüssigkeit versetzten wir zur Fällung des Kalks mit Oxalsäure. Nach ca. 24 Stunden wurde das Calciumoxalat abfiltriert, das Filtrat zur Fällung der Magnesia mit Ammoniak versetzt: bei Analyse der an Phosphorsäure ärmeren Aschen wurde noch Ammoniumphosphat zugefügt. In einigen Fällen bestimmten wir in den Aschen außer Kalk und Magnesia auch die Phosphorsäure und das Kali. Zur Bestimmung der Phosphorsäure wurde ein abgewogenes Quantum des Kerns bzw. der Samenschalen unter Zusatz von etwas Soda und Salpeter in einer Platinschale langsam eingeäschert, das dabei erhaltene Produkt sodann zur Phosphorsäurebestimmung nach der Molybdänsäuremethode verwendet (in einigen Fällen wurde beim Verbrennen statt Soda und Salpeter reiner Kalk zugesetzt). Die auf diesem Wege für die Asche der Kerne erhaltenen Zahlen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	100 Teile der Asche enthielten Teile			
	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅
Pinus Cembra	29,4	6,7	9,9	42,8
Lupinus angustifolius	31,4	5,0	10,6	40,5
Cucurbita Pepo	18,8	1,1	19,0	55,8
Ricinus communis	—	4,0	19,8	31,9
Helianthus annuus	—	5,0	17,9	—
Corylus avellana	—	9,6	15,5	—
Amygdalis communis	—	12,8	13,4	—
Juglans regia	—	3,0	11,5	—

Wie aus diesen Zahlen zu ersehen ist, war die Asche der entschälten Samen (Kerne) stets reicher an Magnesia als an Kalk. Besonders groß ist die Differenz bei Cucurbita Pepo:

¹⁾ Die Menge des Eisenphosphats war stets sehr gering.

hier wurden in der Asche nur 1,1 % Kalk, dagegen 19,0 % Magnesia gefunden. Auch bei *Ricinus communis*, *Helianthus annuus* und *Juglans regia* sind die Differenzen zwischen dem Kalk- und Magnesiagehalt der Aschen sehr groß; am geringsten sind sie bei *Pinus Cembra* und *Amygdalis communis*.

Das auffallend niedrige Resultat, das wir bei Bestimmung des Kalks in der Asche der Kerne von *Cucurbita Pepo* erhielten, veranlaßte uns, noch ein zweites Muster solcher Kerne einzusächern und die Asche auf den Gehalt an Kalk und an Magnesia zu untersuchen. Dabei erhielten wir folgende Zahlen:

100 Teile der Asche enthalten:

	CaO	MgO
<i>Cucurbita Pepo</i>	1,1	19,6 %.

Wie man sieht, stimmen diese Zahlen sehr gut mit denjenigen überein, die in der obigen Tabelle für den Kalk- und Magnesiagehalt der Asche der gleichen Kerne angegeben sind.

Der Phosphorsäuregehalt der Aschen war in allen Fällen, in denen dieser Bestandteil bestimmt wurde, sehr groß, zeigte aber doch, ebenso wie der Kaligehalt, bedeutende Schwankungen.

Es war von Interesse, auch noch den Gehalt der Trockensubstanz der Kerne an Kalk, Magnesia und den übrigen in der Asche quantitativ bestimmten Bestandteilen zu berechnen, wobei selbstverständlich die für den Aschengehalt dieser Trockensubstanz gefundenen Zahlen¹⁾ berücksichtigt werden mußten. Die Berechnung führte zu folgenden Zahlen:

¹⁾ Diese Zahlen sind in der nachfolgenden Tabelle enthalten:

	100 Teile Trockensubstanz enthielten
<i>Pinus Cembra</i> (Arve)	2,90 % Asche
<i>Lupinus angustifolius</i> L. (blaue Lupine) . .	3,78 % »
<i>Cucurbita Pepo</i> (Kürbis)	3,67 % »
<i>Ricinus communis</i> (<i>Ricinus</i>)	3,64 % »
<i>Helianthus annuus</i> (Sonnenblume)	3,66 % »
<i>Corylus avellana</i> (Hasel)	3,09 % »
<i>Amygdalis communis</i> (Mandel)	2,86 % »
<i>Juglans regia</i> (Walnuß)	2,40 % »

	100 Teile Trockensubstanz der Kerne enthalten			
	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅
Pinus Cembra	0,82	0,19	0,27	1,16
Lupinus angustifolius .	1,19	0,19	0,40	1,53
Cucurbita Pepo	0,69	0,04	0,70	2,10
Ricinus communis . . .	—	0,15	0,72	1,16
Helianthus annuus . . .	—	0,18	0,66	—
Corylus avellana	—	0,30	0,48	—
Amygdalis communis . .	—	0,37	0,38	—
Juglans regia	—	0,08	0,28	—

Auch aus den Zahlen dieser Tabelle ist zu ersehen, daß der Kalkgehalt der Kerne stets hinter dem Magnesiumgehalt zurücktrat und bei einigen Objekten sehr niedrig war.

Man hat anzunehmen, daß der Kern des Samens alle festen Stoffe enthält, deren das Keimpflänzchen in der ersten Periode seiner Entwicklung bedarf. Da nun der Kalkgehalt der Kerne bei allen von uns untersuchten Objekten niedriger als der Magnesiumgehalt war und in einigen Fällen nur einen sehr geringen Betrag erreichte, so muß man zu der Schlußfolgerung gelangen, daß bei der Entwicklung der Keimpflänzchen das Magnesium eine viel wichtigere Rolle spielt als das Calcium. Ich werde weiter unten noch einmal auf diese Schlußfolgerung zurückkommen.

Die Asche der Samenschalen weicht in ihrer Zusammensetzung sehr weit von der Asche der Kerne ab. Den Beweis dafür liefert eine Vergleichung der nachfolgenden Zahlen mit den in der ersten Tabelle mitgeteilten Werten.

	100 Teile der Samenschalenasche enthalten Teile			
	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅
Pinus Cembra	44,9	12,6	11,0	3,2
Lupinus angustifolius .	27,5	38,7	9,4	6,1
Cucurbita Pepo	35,0	8,5	7,6	6,4
Ricinus communis . . .	23,7	43,9	4,3	0,6

Wie aus diesen Zahlen zu ersehen ist, war der Phosphorsäuregehalt der von uns untersuchten Samenschalenaschen sehr gering. Kalk fand sich in zwei Fällen in sehr großer Quantität vor; bei *Pinus Cembra* und bei *Cucurbita Pepo* war der Kalkgehalt bedeutend niedriger. In allen Fällen aber fand sich mehr Kalk als Magnesia vor. Der Kaligehalt der Asche war stets hoch, am höchsten bei *Pinus Cembra*.

Aus dem relativ hohen Magnesiumgehalt der Kerne der Samen muß man schließen, daß dieses Element für das aus dem Samen entstehende Keimpflänzchen von besonderer Bedeutung ist. Auf die Frage, worin dies beruht, läßt sich eine Antwort geben. Durch die ausgezeichneten Untersuchungen R. Willstätters über das Chlorophyll wissen wir, daß dieser wichtige Bestandteil der grünen Pflanze Magnesium enthält;¹⁾ seine Bildung kann also ohne das Vorhandensein von Magnesium nicht erfolgen. Fehlte es im Samen an Magnesium, so würde dies von ungünstigem Einfluß auf die Entwicklung des Keimpflänzchens sein; dieser ungünstige Einfluß würde, falls das Pflänzchen auf einer an Magnesium sehr armen Unterlage sich entwickelt, nicht bloß in der ersten Wachstumsperiode sich geltend machen.

Unter Hinweis auf Arbeiten, die dem Gebiete der reinen Chemie angehören, hat Willstätter es ferner für wahrscheinlich erklärt, daß durch das Vorhandensein von Magnesium das Zustandekommen von Synthesen im Organismus der Pflanzen begünstigt wird. Auch darin könnte ein Grund dafür liegen, daß der genannte Aschenbestandteil bei der Bildung des Samens im Kern in relativ großer Quantität abgelagert wird.

Einige der analytischen Bestimmungen, deren Resultate im vorigen mitgeteilt worden sind, wurden in unserem Laboratorium von Ch. Humbert ausgeführt, wofür wir demselben hier unseren Dank aussprechen.

¹⁾ Liebigs Annalen der Chemie, Bd. CCCL, S. 48 u. Bd. CCCLVIII. S. 267. Allerdings hat man, wie Willstätter in seiner Abhandlung mitteilt, früher schon in Chlorophyllpräparaten Magnesium gefunden; doch wurde diesem Befunde keine Bedeutung beigelegt.

Analytische Belege zu den Kalk- und Magnesiabestimmungen.

Asche der Kerne von *Pinus Cembra*.

Die für die Zusammensetzung dieser Asche angegebenen Zahlen sind der Abhandlung E. Schulzes «Über die Bestandteile der Samen von *Pinus Cembra*» (Landwirt. Versuchsstationen, Bd. LXVII, S. 57) entnommen; daselbst finden sich auch die zugehörigen analytischen Belege.

Asche der Kerne von *Lupinus angustifolius*.

Angewendet 2,7066 g Asche; Lösung = 250 ccm. 100 ccm davon gaben 0,0544 g CaO = 5,03 % CaO und 0,3163 g $Mg_2P_2O_7$ = 10,59 % MgO.

Asche der Kerne von *Cucurbita Pepo*.

Asche A. Angewendet 1,8895 g Asche; Lösung = 100 ccm. 50 ccm davon gaben 0,0099 g CaO = 1,05 % CaO und 0,4958 g $Mg_2P_2O_7$ = 19,0 % MgO.

Asche B. 0,8887 g Asche gaben 0,010 g CaO = 1,1 % CaO und 0,4799 g $Mg_2P_2O_7$ = 19,6 % MgO.

Asche der Kerne von *Ricinus communis*.

0,4742 g Asche gaben 0,0191 g CaO = 4,03 % CaO und 0,2590 g $Mg_2P_2O_7$ = 19,75 % MgO.

Asche der Kerne von *Helianthus annuus*.

0,5040 g Asche gaben 0,0252 g CaO = 5,00 % CaO und 0,2434 g $Mg_2P_2O_7$ = 17,93 % MgO.

Asche der Kerne von *Corylus avellana*.

0,5218 g Asche gaben 0,0500 g CaO = 9,58 % CaO und 0,2228 g $Mg_2P_2O_7$ = 15,45 % MgO.

Asche der Kerne von *Amygdalis communis*.

Angewendet 1,3678 g Asche; Lösung = 100 ccm. 50 ccm davon gaben 0,0878 g CaO = 12,82 % CaO und 0,2534 g $Mg_2P_2O_7$ = 13,42 % MgO.

Asche der Kerne von *Juglans regia*.

0,4761 g Asche gaben 0,0144 g CaO = 3,02 % CaO und 0,1514 g $Mg_2P_2O_7$ = 11,53 % MgO.

Asche der Schalen von *Pinus Cembra*.

0,3675 g Asche gaben 0,0465 g CaO = 12,6 % CaO und 0,1112 g $Mg_2P_2O_7$ = 10,96 % MgO.

Asche der Schalen von *Lupinus angustifolius*.

Angewendet 0,8326 g Asche; Lösung = 250 ccm. 100 ccm davon gaben 0,1288 g CaO = 38,68 % CaO und 0,0863 g $Mg_2P_2O_7$ = 9,39 % MgO.

Asche der Schalen von *Cucurbita Pepo*.

Angewendet 0,9939 g Asche; Lösung = 250 ccm. 100 ccm davon gaben 0,0337 g CaO = 8,46 % CaO und 0,0817 g $Mg_2P_2O_7$ = 7,45 % MgO.

Asche der Schalen von *Ricinus communis*.

Angewendet 2,4060 g Asche; Lösung = 200 ccm. 50 ccm davon gaben 0,2638 g CaO = 43,85 % CaO und 0,0713 g $Mg_2P_2O_7$ = 4,30 % MgO.