© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

44. A. Wieler und R. Hartleb: Ueber Einwirkung der Salzsäure auf die Assimilation der Pflanzen.

Eingegangen am 13. October 1900.

Bisher mangelt es an einer befriedigenden Kenntniss der Wirkungsweise der Mineralsäuren auf die Pflanzen, vermuthlich, weil sich die Botaniker von der Beschäftigung mit dem Gegenstande keine wesentlichen Aufschlüsse für die Pflanzenphysiologie versprachen. Und doch ist die Kenntniss dieser Einwirkung von grosser praktischer Bedeutung. Mit der wachsenden Ausdehnung der Industrie vermehren sich auch die Punkte, wo sie mit der Vegetation in Conflict geräth, wo sie durch Aussendung saurer Gase diese bedroht und schliesslich zerstört. Solche Beschädigungen können beträchtlichen Umfang annehmen, und es stehen dabei bedeutende materielle Interessen auf dem Spiele. Zum Theil ist das schon seit Decennien der Fall. Trotzdem man sich in Folge dessen viel mit den Rauchschäden beschäftigt hat, so ist es heute doch noch so gut wie unbekannt, wie diese Zerstörungen vor sich gehen, wenn man absieht von der Wirkung verhältnissmässig hoher Concentrationen, die als Gas oder gelöst in Regen- oder Thautropfen die Blattsubstanz vernichten.

Concentrationen von 1—0,5 pCt. tödten bereits die Pflanzenzelle; das ist dem Botaniker schon lange bekannt. Von STÖCKHARDT[1]) und J. VON SCHROEDER[2]) ist durch sorgfältige Untersuchungen festgestellt worden, dass die gasförmige schweflige Säure in sehr geringer Verdünnung allmählich die Blattsubstanz der Laub- und Nadelbäume zerstört. KLEMM[3]) hat unter dem Mikroskop die zum Tode führenden Vorgänge verfolgt, welche Mineralsäuren von $^1/_2$ pro Mille Concentration hervorrufen. In neuerer Zeit hat wiederum WISLICENUS[4]) den Einfluss sehr verdünnter schwefliger Säure auf die Fichte studirt. Er kommt zu der Ansicht, dass die allmählich hervortretende Wirkung dieser geringen Concentration in einem Eingriff der Säure

1) J. VON SCHROEDER und CARL REUSS, Die Beschädigungen der Vegetation durch Rauch. Berlin 1883.

2) Ebenda.

3) Desorganisationserscheinungen der Zelle. — Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. XXVIII, 1895.

4) Resistenz der Fichte gegen saure Rauchgase bei ruhender und bei thätiger Assimilation. — Tharander Forstl. Jahrbuch, Bd. 48.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in den Assimilationsvorgang besteht, doch wird es nicht ganz klar, wie er sich diesen Eingriff denkt.

Sind die verschiedenen Mineralsäuren auch vielleicht in verschiedenem Grade schädlich, so muss sich doch für eine jede eine so niedrige Concentration finden, dass sie die Zelle nicht mehr tödtet. Was darüber liegt, wird also die Blattsubstanz zerstören, wenn die Säure auf sie trifft. Diese Concentrationen können kein besonderes Interesse darbieten. Dahingegen hat man sich noch nicht genügend klar gemacht, dass Concentrationen, welche die Zellen nicht mehr tödten, dennoch durchaus nicht ohne Einwirkung auf die Lebensvorgänge der Zelle zu sein brauchen, sie könnten functionelle Störungen hervorrufen, welche allmählich und indirect das Absterben der Organe herbeiführen. Was man in der Rauchschadenlitteratur als summirende oder cumulirende Wirkung hei Anwendung sehr starker Verdünnungen der Säure versteht, ist vermuthlich hierunter zu subsummiren.

Unabhängig von WISLICENUS hatte auch WIELER auf Grund seiner Beobachtungen und Untersuchungen in dem Aachen benachbarten Rauchschadengebiet bei Stolberg die Ueberzeugung gewonnen, dass die schädigende Wirkung von solchen Säureconcentrationen, welche die Zellen nicht tödten, in einem Eingriff in den Assimilationsprocess zu suchen ist, und zwar soll dieser Eingriff in einer Inactivirung der Chloroplasten, wie sie durch Aether, Chloroform u. s. w. zu erreichen ist, bestehen. Alle anderen Erscheinungen, welche man an durch Rauch beschädigten Pflanzen beobachtet, würden dann nur Folgeerscheinungen dieser Inactivirung sein. Als WIELER 1899 zu Aachen auf der Jahresversammlung des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande u. s. w. seine Ansicht vortrug, vermochte er noch nicht den stricten Beweis für die Richtigkeit derselben zu liefern.

In diesem Sommer haben wir es unternommen, durch systematisch ausgeführte Untersuchungen diese Ansicht auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Bei dem grossen Umfange des Gebietes mussten wir uns natürlich beschränken. Wir haben zunächst mit der Salzsäure experimentirt, weil mit ihr handlicher umzugehen ist, als zum Beispiel mit den Säuren des Schwefels oder mit Fluorverbindungen, und daher mit ihr die erforderlichen Methoden bequemer auszuarbeiten waren.

Um unseren Ergebnissen allgemeine Gültigkeit zu verleihen, haben wir uns nicht darauf beschränkt, Holzgewächse in unsere Untersuchung zu ziehen, sondern wir haben mit der Prüfung von *Elodea canadensis* begonnen, da sich in der Gasblasenzählmethode eine bequeme Methode darzubieten schien, um die verschiedensten Säuren auf ihre Einwirkung auf die Assimilation zu prüfen. Bei Ausführung dieser Versuche musste für constante Beleuchtung und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

constante Temperatur Sorge getragen werden, ebenso musste bei den vergleichenden Versuchen für gleichen Gehalt an Kohlensäure im Wasser gesorgt werden. Es bot keine Schwierigkeit, die Temperatur constant zu halten. Als Lichtquelle dienten uns entweder zwei Bogenlampen in constanter Entfernung von den Untersuchungsobjecten oder die elektrische Lampe des Projectionsapparates. Die Versuche wurden auf doppelte Weise ausgeführt: 1. Der Spross wurde in kohlensäurehaltigem Wasser auf seine Assimilationsthätigkeit untersucht, darauf in Wasser gebracht, welches ausser Kohlensäure geringe Mengen Salzsäure enthielt, und wurde hier nach kürzerem oder längerem Verweilen auf die Sauerstoffausscheidung geprüft. Dann wurde er wieder in kohlensäurehaltiges Wasser zurückgebracht, um festzustellen, ob die normale Sauerstoffausscheidung wieder eintritt. 2. Bei der zweiten Versuchsreihe wurde die Versuchsanstellung insofern abgeändert, als die Prüfung auf die Sauerstoffausscheidung lediglich in kohlensaurem Wasser geschah, während die verdünnte Lösung von Salzsäure keine Kohlensäure enthielt. Es musste also der Spross zur Prüfung immer aus der Salzsäure in das kohlensäurehaltige Wasser übertragen werden. Nach beiden Methoden fielen die Ergebnisse übereinstimmend aus, und zwar ergab sich in der Salzsäure nicht nur stets eine Verminderung der Blasenzahl, sondern auch eine Verkleinerung der Blasen selbst. Die Blasengrösse wurde bisher nicht ermittelt. Bei jeder Bestimmung wurde die Blasenzahl für mehrere Minuten festgestellt und aus diesen Zahlen das Mittel genommen. Zur Illustration des Gesagten führe ich drei Beispiele an.

	Blasen
I. Bei dem Aufenthalt in kohlensäurehaltigem Wasser. . . .	135
Aufenthalt von 20 Min. in 0,08 pCt. Salzsäure, ohne Kohlensäure, nach diesem Zeitraum in CO_2-haltigem Wasser geprüft.	7
Zurückgebracht in CO_2-haltiges Wasser, nach 3 Stunden geprüft.	11
nach weiteren 4 Stunden geprüft	17
nach weiteren 8 Stunden geprüft (also insgesammt nach 15 Stunden)	142
II. Beim Aufenthalt in CO_2-haltigem Wasser	252
Aufenthalt von 2 Stunden in 0,008 pCt. Salzsäure ohne CO_2, nach diesem Zeitraum in CO_2-haltigem Wasser geprüft	14
zurückgebracht in CO_2-haltiges Wasser, nach 3 Stunden geprüft.	50
nach weiteren $3^1/_2$ Stunden geprüft	117
nach weiteren 9 Stunden geprüft (also insgesammt nach 15 Stunden)	250
III. Bei dem Aufenthalt in CO_2-haltigem Wasser.	153
Aufenthalt von 3 Stunden in 0,00015 pCt. Salzsäure ohne CO_2, nach diesem Zeitraum in CO_2-haltigem Wasser geprüft.	143

	Blasen
zurückgebracht in die Salzsäure für 3 Stunden, dann wieder geprüft in CO_2-haltigem Wasser	129
zurückgebracht in die Salzsäure für weitere 14 Stunden, wieder in CO_2-haltigem Wasser geprüft	121
zurückgebracht in die Salzsäure für weitere 4 Stunden, wieder in CO_2-haltigem Wasser geprüft	103
zurückgebracht in CO_2-haltiges Wasser für 4 Stunden . .	130

Diese Versuche, welche sich leicht auf andere Mineralsäuren ausdehnen lassen würden, zeigten, dass durch die Einwirkung der Salzsäure eine Beeinträchtigung der Assimilation stattfindet, und ermunterten uns, unsere Versuche auf Landpflanzen auszudehnen. Es war nothwendig, sich auch hier zu beschränken, und so haben wir wesentlich mit der Rothbuche, Eiche und Bohne (*Phaseolus vulgaris*) experimentirt.

Die SACHS'sche Jodprobe musste in sehr einfacher Weise zu entscheiden gestatten, ob die Blätter unter Einwirkung der Säure assimiliren. Topfpflanzen von Bohnen wurden unter luftdicht schliessende Glocken, etwa von 20 Litern Inhalt, dem Lichte ausgesetzt, nachdem Kohlensäure und 20 resp. 40 *ccm* Salzsäure zugegeben worden waren. Da die fünfjährigen Topfexemplare der Buche und Eiche nicht unter diese Glocken gebracht werden konnten, wurden über ihre Gipfel tubulirte Glaskugeln von ca. 7 Litern Inhalt gestülpt, welche an der Pflanze luftdicht festgemacht und luftdicht verschlossen werden konnten. In diese Glaskugeln wurde eine bestimmte Menge Kohlensäure und 5—10 *ccm* Salzsäure gebracht und die so montirten Pflanzen dem Lichte ausgesetzt. Die Prüfung geschah in der Weise, dass von den entstärkten Pflanzen vor Beginn und nach Beendigung des Versuches die Blatthälften mit einander verglichen wurden. Bei den Buchen und Eichen war meistens noch ein zweiter Vergleich möglich, indem Seitentriebe vorhanden waren, die nicht mit in die Kugeln eingeschlossen werden konnten.

Die Anwendung dieser Methode erwies sich nicht so erfolgreich als wir erwartet hatten. Freilich ist es uns gelungen nachzuweisen, dass die Stärkebildung unter diesen Umständen vermindert wird, aber es war nicht möglich, auch nur annähernd den Assimilationsverlust zu bestimmen. Das kann zwei Ursachen haben. Die Jodprobe ist ausgezeichnet für grosse Contraste, sehr geeignet, um die Abwesenheit von geringen oder von sehr grossen Mengen Stärke nachzuweisen. Aber selbst grosse Assimilationsverluste entziehen sich dem Nachweis. Die zweite Ursache des wenig günstigen Ausfalles dieser Versuche muss aber in dem Umstande gesucht werden, dass nur einmal eine Gabe von Salzsäure, wenn auch eine ziemlich grosse, verabreicht wurde. Möglicherweise sinkt die Säure ziemlich schnell auf den Boden des Gefässes und kann darum nicht ausreichend

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wirken. Mit Hinblick auf diese Möglichkeit hatten wir die verhältnissmässig grosse Menge Säure zugegeben, da wir so noch auf einen bedeutenden Ausschlag bei der Assimilation rechnen zu können glaubten. Nach dem Ergebniss unserer Versuche mussten wir uns aber sagen, dass einwandsfreie Resultate nur zu erhalten sein würden, wenn die Säure in entsprechender Verdünnung als constanter Luftstrom über die Pflanze hinstreichen und wenn man die Grösse der Assimilation nicht aus der Menge der gebildeten Assimilate, sondern aus der Menge der zerlegten Kohlensäure ermitteln würde.

Gelegentlich der mit der Jodprobe ausgeführten Versuche haben wir noch eine andere interessante Thatsache aufgefunden. Da wir zu den Versuchen entstärkte Pflanzen verwenden mussten, wir die Versuche auch mit denselben Exemplaren mehrmals auch auf mehrfach abgeänderte Weise anstellen wollten, so wurden die Pflanzen nach Beendigung der Assimilationsversuche zum Entstärken in's Dunkle gebracht. Hierbei beobachteten wir, dass die Ableitung der Assimilate verzögert wird, wenn die Pflanzen der Säure ausgesetzt sind. An solchen Exemplaren, welche tagsüber dem Einfluss der Säure unterstanden, war die Verzögerung der Ableitung nur wenig deutlich wahrzunehmen. Sie trat aber deutlich hervor, wenn die Pflanzen die Nacht über der Einwirkung der Salzsäure ausgesetzt blieben. Während also die Pflanzen im Dunkelzimmer in 12 Stunden vollständig entstärkt waren, wenn sie normalen Verhältnissen ausgesetzt waren, enthielten die Blätter der gesäuerten Pflanzen noch reichlich Stärke. Die Eichen und Buchen verlangten noch einen Aufenthalt von 48 Stunden, bis die Blätter vollständig entstärkt waren. Diese Pflanzen benöthigten also 60 Stunden, die normalen nur 12 Stunden zur Entstärkung; die Verzögerung betrug demnach 48 Stunden. Individuelle Verschiedenheiten liegen hier nicht vor, denn es wurden nicht nur verschiedene Exemplare derselben Art verglichen, sondern auch gesäuerte und ungesäuerte Zweige derselben Pflanze. Bei den Bohnen war das natürlich nicht möglich; hier musste man sich auf den Vergleich verschiedener Exemplare beschränken. Aber die Primordialblätter — nur solche wurden in die Untersuchung gezogen — leiten in einem gewissen Altersstadium ausserordentlich regelmässig ab, so dass auch hier beim Vergleich ein Irrthum vollständig ausgeschlossen ist. Für die Prüfung dieser Frage thut die Jodprobe unschätzbare Dienste. Wir haben mit derselben auch constatiren können, dass die schweflige Säure ebenso wie die Salzsäure wirkt, während andere Säuren bisher nicht in die Untersuchung gezogen wurden. Die schweflige Säure wirkt auch auf die Assimilation ebenso ein wie die Salzsäure. Unsere Untersuchungen über die Ursache der Verzögerung in der Ableitung der Assimilate konnten wir noch nicht zum Abschluss bringen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Aus den angeführten Versuchen ergiebt sich auch, dass die Säure eine Nachwirkung hervorruft, denn sonst müsste die Stärke in 12 Stunden nach Aufhören der Salzsäurewirkung abgeleitet gewesen sein.

Unsere Versuche zur genauen quantitativen Ermittelung des Assimilationsausfalles haben wir folgendermassen angestellt. Die ganze Blattmasse einer Topfpflanze (Eiche, Buche) oder der Gipfel einer solchen bei grösseren Exemplaren wurde luftdicht in die oben erwähnten Glaskugeln eingeschlossen. Durch sie wurde mittelst der Wasserstrahlluftpumpe ein constanter Luftstrom mit der Geschwindigkeit von durchschnittlich 100 Litern in der Stunde durchgesogen. Vordem die Luft in die Glaskugel eintrat, wurde sie zunächst in bekannter Weise ihrer Kohlensäure und ihres Wassers beraubt und dann wieder mit einer bestimmten Menge Kohlensäure beladen. Hierzu strich die Luft durch Schwefelsäure, in welche aus einer Capillaren mit bekannter Geschwindigkeit titrirte Sodalösung tropfte. Die sich entwickelnde Kohlensäure wurde von der Luft mit fortgerissen und theilte dieser einen Gehalt von etwa 1 Vol.-pCt. mit. Beim Verlassen der Glaskugel wurde die Luft durch Vorlagen mit titrirter Barytlösung geleitet. Bei der angewandten Luftgeschwindigkeit und der grossen Menge Kohlensäure, welche zu absorbiren war, genügten die üblichen Absorptionsröhren des PETTENKOFER-PFEFFER'schen Apparates nicht. Nach längerem Probiren haben wir schlangenförmig gewundene Röhren von ca. 2,9 *cm* Durchmesser und 1000 *ccm* Inhalt benutzt, und zwar wurden bei den 2—3 Stunden dauernden Assimilationsversuchen zwei derartige Vorlagen verwendet. Ausserdem wurden noch zwei mit je 200 *ccm* Barytlösung gefüllte Waschflaschen vorgelegt. Die Titrirung geschah wie üblich mit Oxalsäure. Natürlich beeinträchtigt die grosse Menge Flüssigkeit die Genauigkeit dieser Methode; doch können nur Fehler von wenigen Milligramm vorkommen, so dass sie nichts desto weniger für unsere Zwecke genau genug blieb. Die Temperatur war in den einzelnen Versuchen vollständig oder sehr annähernd constant. Als constante Lichtquelle diente ein kleiner elektrischer Scheinwerfer. Sollte die Assimilation unter Einwirkung der Salzsäure erfolgen, so wurde zwischen das Kohlensäure producirende Gefäss und die Pflanze ein durch eine kleine Gasflamme erhitzter Kolben eingeschaltet, in welchen durch eine sehr feine Capillare sehr verdünnte Salzsäure von bekanntem Gehalt und mit bekannter Geschwindigkeit tropfte. Durch die Wärme verdampft die Säure und theilt sich dem Luftstrom mit. Zur schnelleren Verdünnung der Säure durch die Luft musste sie vor Eintreten in die die Pflanze umschliessende Glaskugel eine Glaskugel von ca 5 Liter Inhalt durchströmen. Durch Variation der Capillarenweite oder der Concentration der flüssigen Salzsäure kann

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

man jede gewünschte Concentration der Säure in der Luft hervorrufen.

Ehe zu den Assimilationsversuchen nach der schon beschriebenen Methode geschritten werden konnte, musste nothwendigerweise festgestellt werden, ob die Athmung durch die Säure beeinflusst wird, da wir die Athmung genau kennen mussten, um sie in Rechnung zu stellen. Wir haben also geprüft, ob die Athmung vielleicht eine Steigerung durch die Säure erfährt, wie ja zum Beispiel auch bei Verwundungen eine Athmungssteigerung eintritt. Hierbei machten wir die Beobachtung, dass die Athmung bei demselben Exemplar durchaus nicht, wie man bisher angenommen hat, constant ist oder höchstens nach einem bestimmten Zeitraum eine allmähliche Abnahme entsprechend dem Verbrauch des Athmungsmateriales in den Blättern aufweist. Sondern die Athmung verhält sich ganz anders. Bei der Rothbuche lässt sich eine deutliche Periodicität beobachten. In den zeitigen Nachtstunden erhebt sich die Athmung plötzlich zu einem grossen Maximum, um dann abzufallen. Das Maximum liegt am Tage, wo die Athmung annähernd constant in den einzelnen Stunden ist. Am zweiten Tage erreicht das Maximum nicht die Höhe des ersten, und das Minimum sinkt noch unter das Minimum des ersten Tages herunter, was unzweifelhaft auf die Verminderung des Athmungsmateriales zurückzuführen ist. Eine so ausgesprochene Periodicität liess sich für die Eiche nicht nachweisen. Hier zeigte die Athmungscurve in kurzen Zeiträumen ein starkes Auf- und Abschwanken. Dies unerwartete Ergebniss zwang uns natürlich zu einer Aenderung unserer beabsichtigten Assimilationsversuche. Ausgehend von der bis jetzt herrschenden Ansicht, dass die Athmungsgrösse für einen bestimmten Organcomplex constant sei, hatten wir die Absicht, die Tage zu Assimilationsversuchen zu benutzen und Nachts die Athmungsgrösse zu ermitteln. Hiervon haben wir Abstand genommen und haben entweder vorher sorgfältig die Athmung für das betreffende Exemplar festgestellt oder die Assimilationsversuche unterbrochen, um zwischendurch die Athmung zu ermitteln.

Die Salzsäure ruft eine erhebliche Steigerung der Athmung hervor, wie aus folgendem mit der Buche im Dunkeln ausgeführten Versuch hervorgeht.

Die ausgeschiedene Kohlensäure wurde stündlich bestimmt.

4. August.

8,20— 9,20 V.	ohne Salzsäure	25 *mg* CO_2
9,20—10,20 „	„ „	17 „ „
10,20—11,20 „	1 : 100 000 Salzsäure	45 „ „
11,20—12,20 N.	ohne Salzsäure	25 „ „
12,20— 1,20 „	„ „	25 „ „

1,20— 2,20 N.	ohne Salzsäure	21 *mg* CO_2
2,20— 3,20 „	1 : 100 030 Salzsäure.	42 „ „
3,20— 4,20 „	1 : 100 000 „	34 „ „

Bei Anwendung einer Salzsäure von 1 *ccm* auf 100 000 *ccm* Luft findet also eine Athmungssteigerung bis nahezu auf das Doppelte statt. Dasselbe trifft für die Buche zu bei Concentrationen von 1 : 300 000 und 1 : 400 000. Die Eiche verhält sich ähnlich, doch sind umfassende Versuche für beide Pflanzen nicht ausgeführt worden. Wir haben noch eine andere Frage geprüft, welche auch von Bedeutung ist, nämlich die, ob bei dauernder Einwirkung der Säure die Athmung dauernd gesteigert wird. Einschlägige Athmungsversuche, welche mit der Buche ausgeführt wurden, liessen erkennen, dass die Athmungssteigerung nur vorübergehend ist, etwa eine Stunde dauert. In später ausgeführten Assimilationsversuchen war aber eine dauernde Athmungssteigerung zu beobachten. Dieser Punkt bedarf also noch näherer Aufklärung, war vor der Hand aber für uns ohne Belang, da die Athmung während des Assimilationsversuches festgestellt wurde. Die Athmung wurde nach derselben Methode wie die Assimilation natürlich unter Ausschaltung der Kohlensäure und des Lichtes festgestellt. Es genügte ausser den beiden Waschflaschen eine schlangenförmige Vorlage.

Die Assimilationsversuche haben bei sehr geringer Concentration der Salzsäure (1 : 500 000) einen erheblichen Assimilationsverlust ergeben. Bei der Buche belief er sich auf 55—60 pCt., bei der Eiche auf ca. 42 pCt. Zur Illustration der Anwendung unserer Methode möge es genügen, einen Versuch mit der Buche anzuführen. Das — Zeichen bedeutet eine Verminderung der zugegebenen Kohlensäure, das + Zeichen eine Vermehrung derselben. Auf Grund unserer Beobachtung, dass die Säure zunächst die Athmung erheblich steigert, haben wir bei dem Säureversuch für die erste Stunde die Kohlensäure getrennt aufgefangen, um keine falschen Zahlen für die Assimilation zu erhalten. Um aber einen Vergleich mit der normalen Assimilation des vorhergehenden Tages zu ermöglichen, ist die während des Zeitraumes von 10—12 Uhr ermittelte Kohlensäuremenge auf 3 Stunden berechnet worden. Da wir für dieses Buchenexemplar die Athmung in einem besonderen Athmungsversuch ermittelt hatten, so haben wir bei diesem Assimilationsversuch jene Grössen in Rechnung gestellt.

27. August. Normale Assimilation.

9—12 Uhr.	— 61 *mg* CO_2
12— 3 „	— 58 „ „
3— 6 „	— 40 „ „
	— 159 *mg* CO_2
Athmung für 9 Stunden . . .	105 „ „
in 9 Stunden assimilirt . . .	264 *mg* CO_2

28. August. Salzsäure 1 : 500 000.

9—10 Uhr	+ 28 *mg* CO_2	auf 3 Stunden berechnet
10—12 „	— 10 „ „	— 15 *mg*
12— 3 „	— 1 „ „	— 1 „
3— 6 „	+ 2 „ „	+ 2 „
		— 16 *mg* CO_2
Athmung für 9 Stunden		105 „ „
in 9 Stunden assimilirt		119 *mg* CO_2

Assimilationsverlust 55 pCt.

Am 29. August haben wir mit demselben Exemplar wieder einen normalen Assimilationsversuch, und am 30. August einen Säureversuch angestellt, aber mit einer Modification hinsichtlich der Athmung. Hier haben wir die Athmungsgrösse zwischendurch ermittelt; wir haben das Mittel genommen aus der während der Stunden 12—1 und 4—5 ermittelten Athmung und diese Zahl mit 9 multiplicirt.

29. August. Normale Assimilation.

9—12 Uhr	Assimilation	— 60 *mg* CO_2	
12—1 „	Athmung		+ 22 *mg* CO_2
1—4 „	Assimilation	— 55 „ „	
4—5 „	Athmung		+ 21 „ „
5—8 „	Assimilation	— 52 „ „	
		— 167 *mg* CO_2	
Athmung in 9 Stunden		193 „ „	
in 9 Stunden assimilirt		360 *mg* CO_2	

30. August. Salzsäure 1 : 500 000.

				auf 3 St. berechnet
9—10 Uhr	Athmung		+ 34 *mg* CO_2	
10—12 „	Assimilation	+ 4 *mg* CO_2		+ 6 *mg*
12—1 „	Athmung		+ 25 „ „	
1—4 „	Assimilation	+ 44 „ „		+ 44 „
4—5 „	Athmung		+ 27 „ „	
5—8 „	Assimilation	+ 45 „ „		+ 45 „
				+ 95 *mg*
Athmung in 9 Stunden				234 „
in 9 Stunden assimilirt				139 *mg* CO_2

Assimilationsverlust ca. 60 pCt.

Die Ergebnisse beider Versuche stimmen befriedigend überein, zeigen ferner, dass nach dem Assimilationsversuch mit Säure die Assimilation unter den normalen Verhältnissen wieder die alte Höhe erreicht und lehren schliesslich, dass mit der Zeit die Säure eine dauernde Steigerung der Athmung hervorrufen kann. Absolute Gültigkeit haben die Zahlen für den Assimilationsverlust natürlich nicht, da die Athmung als ein etwas willkürlicher Factor in der Rechnung figurirt, aber der hierbei gemachte Fehler kann nicht sehr erheblich sein, so dass die Zahlen annähernd richtigen Aufschluss über die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Assimilationsverminderung geben. Jedenfalls ergiebt sich daraus, dass unter der Einwirkung sehr verdünnter Salzsäure die Assimilation sehr stark herabgedrückt wird, was nicht ohne Einfluss auf das Gesammtleben der Pflanze bleiben kann; doch wäre es voreilig, bei den noch lückenhaften Untersuchungen darüber irgend eine Ansicht zu äussern.

Unserer Ansicht nach wird die Assimilationsverminderung durch eine Inactivirung der Chloroplasten hervorgerufen und ist nicht auf eine verminderte Kohlensäurezufuhr in Folge des Schlusses der Spaltöffnungen zurückzuführen. Für unsere Ansicht sprechen zunächst die Versuche mit *Elodea*, wo ein derartiger Factor nicht in Frage steht. Aber auch die Athmungs- und Assimilationsversuche lassen sich wohl kaum anders deuten. Würde die Salzsäure eine specifische Wirkung auf die Schliesszellen ausüben, so müsste sich das bereits in den Athmungsversuchen bemerkbar machen; denn wo keine Kohlensäure eindringen kann, kann auch keine entweichen. In den Athmungsversuchen mit der Salzsäure müsste also mit der Zeit eine Verminderung in der Kohlensäureausscheidung bemerkbar werden. Das ist aber nicht der Fall; denn nach einer vorübergehenden Steigerung der Athmung sinkt sie nur auf die normale Grösse herab. In dem zweiten angeführten Assimilationsversuch bemerken wir eine erhebliche Zunahme der Kohlensäuremenge; es tritt hier also Kohlensäure aus den Spaltöffnungen heraus, was wohl nicht der Fall sein würde, wenn der Consum ein grösserer wäre. Bei Schluss der Spaltöffnungen darf wohl erwartet werden, dass die gesammte Athmungskohlensäure im Assimilationsprocess verwendet wird, wenn dieser nicht anderweitig beeinflusst ist. Eine directe Prüfung auf Schluss der Spaltöffnungen konnten wir bisher nicht ausführen. Ebenso wenig haben wir bisher ermitteln können, ob unter der Einwirkung der Salzsäure ein Sinken der Transpiration statthat, woraus übrigens noch keineswegs mit Sicherheit zu schliessen wäre, dass die Spaltöffnungen geschlossen sind. Soweit man nach dem Augenschein urtheilen kann, war die Transpiration in dem Säureversuch nicht vermindert. Im Lichte scheiden die Blätter eine grosse Menge Wasserdampf aus, welcher sich an der Glaswandung condensirt. Irgend ein Unterschied trat hierbei nicht zu Tage, ob die Pflanze normal oder unter Säurewirkung assimilirte. Damit soll aber ein Schluss der Spaltöffnungen als mitwirkende Ursache nicht ausgeschlossen werden, namentlich bei längerer Dauer der Versuche. Die Assimilationsverminderung muss sich ebenso wie in anderen chlorophyllführenden Zellen auch in den Schliesszellen bemerkbar machen, eigentlich noch schneller. Mit der verminderten Production plastischer Stoffe muss der Turgor sich vermindern und damit allmählich ein Schluss der Spaltöffnungen eintreten.

Wir beabsichtigen, diese Untersuchungen fortzusetzen, vor allen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Dingen die Einwirkung verschiedener Concentrationen zu studiren und das Verhalten der Pflanze bei lang andauernder Wirkung der Säure kennen zu lernen. Dann aber sollen die Untersuchungen auch auf die anderen in Rauchgasen vorkommenden Säuren ausgedehnt werden, welche sich nach unseren allerdings beschränkten Erfahrungen mit der schwefligen Säure vielleicht mit graduellen Unterschieden ebenso verhalten werden.

Botanisches Institut der Technischen Hochschule zu Aachen
im October 1900.

---

45. Wl. Butkewitsch: Ueber das Vorkommen proteolytischer Enzyme in gekeimten Samen und über ihre Wirkung.

II. Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 16. October 1900.

In meiner ersten Mittheilung[1]) habe ich Versuche beschrieben, welche zu der Schlussfolgerung führen, dass in den Keimpflanzen der Lupinen und einiger anderer Gewächse ein eiweisslösendes und eiweissspaltendes Enzym sich vorfindet. Bei Ausführung dieser Versuche wurden Keimpflanzen von geringem Alter bei 35—40° getrocknet, dann fein zerrieben und mit Aether extrahirt; abgewogene Proben des Pulvers wurden mit Wasser und Thymol in Glaskölbchen gebracht und eine Woche oder auch länger im Thermostaten auf 35—40° erhitzt. Durch analytische Bestimmungen liess sich nachweisen, dass unter diesen Umständen — gewissermassen in Folge einer „Selbstverdauung" der Keimpflanzensubstanz — die Eiweissstoffe an Menge abnahmen, unter Bildung von Spaltungsproducten, von denen nur ein Theil durch Phosphorwolframsäure fällbar war. Diese Erscheinung trat bei im Uebrigen ganz gleicher Behandlung nicht ein, wenn der Inhalt der Kölbchen kurze Zeit zum Kochen erhitzt worden war.

Es war nun zu untersuchen, ob dieses Enzym aus den Keimpflanzen zur Abscheidung gebracht werden konnte. Ich extrahirte zu diesem Zweck die bei 35—40° getrockneten und dann fein zerriebenen Cotyledonen sechstägiger Keimpflanzen von *Lupinus luteus* mit Glycerin und versetzte den Extract mit Weingeist. Es entstand eine starke Fällung, welche auf einem Filter gesammelt, mit Weingeist

1) Diese Berichte. Bd. XVIII, 1900, S. 185.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: 18

Autor(en)/Author(s): Wieler Arwed, Hartleb R.

Artikel/Article: Ueber Einwirkung der Salzsäure auf die Assimilation der Pflanzen. 348-358