

Werk

Label: ReviewSingle

Autor: Damm , O.

Ort: Braunschweig

Jahr: 1907

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0022 | LOG_0447

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

A. Nathansohn: Über die Bedingungen der Kohlensäureassimilation in natürlichen Gewässern, insbesondere im Meere. (Verhandl. der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig 1907, Bd. 59, S. 211—227.)

Bereits vor 70 Jahren konnte Raspail zeigen, daß die chlorophyllhaltigen Pflanzen die Fähigkeit besitzen, Calciumbicarbonat unter gleichzeitiger Bildung von normalem Carbonat im Assimilationsprozeß zu verwerten. Seitdem sind Versuche in dieser Richtung wiederholt, zuletzt (1888) von Hassack, angestellt worden. Zwei Fragen blieben jedoch bei diesen Untersuchungen ständig unberücksichtigt: 1. Die Frage nach der Grenze, bis zu der die Ausnutzung des Bicarbonats vor sich geht; 2. die Frage, durch welche Ursachen diese Grenze bedingt ist.

Beide Fragen haben ein hohes biologisches Interesse. Aus den Untersuchungen von Tornoe und Dittmar ergibt sich, daß die Meeresalgen den Assimilationsprozeß in einem Medium durchführen müssen, in dem die Kohlensäure nicht frei gelöst, sondern an Basen (in Carbonaten oder Bicarbonaten) gebunden ist. Tornoe zeigte, daß das Meerwasser alkalisch reagiert. In dem alkalischen Meerwasser sind die Basen in größerer Menge vorhanden, als die beiden hauptsächlich in Betracht kommenden Säuren, Salzsäure und Schwefelsäure, zu binden vermögen. Dieser Überschuß von Basen ist an Kohlensäure gebunden, und zwar ergaben die Untersuchungen von Tornoe, die sich auf das norwegische Meer erstreckten, ebenso wie Dittmars Analysen der Wasserproben, die der Challenger in allen Teilen der Welt gesammelt hatte, daß die Kohlensäuremenge stets größer war, als der Bindung der Basen in Form einfacher Carbonate entsprochen hätte, und kleiner, als es die doppelte Bindung erfordern würde. Nur in ganz wenigen Ausnahmefällen fand Dittmar einen Überschuß freier Kohlensäure. Ähnlich scheinen die Verhältnisse in Süßwasserseen zu liegen, wie aus den Angaben von Forel und Voigt für den Genfer bzw. Plöner See hervorgeht. Es ist aus diesen Tatsachen ohne weiteres ersichtlich, von welcher großen Bedeutung die Untersuchung des Assimilationsprozesses in Lösungen von Carbonaten und Bicarbonaten ist.

Herr Nathansohn hat zunächst die Lösung des Problems versucht, indem er die Pflanzen in verschiedenen Mischungen von Carbonat- und Bicarbonatlösungen brachte und nun feststellte, in welchen von ihnen die Fortsetzung der Assimilation noch möglich war. Es wurde dabei zuerst die übliche Methode des Blasenählens benutzt. Als Versuchsobjekte dienten Sprosse von Elodea und Blätter von Cabomba. Verf. beobachtete zunächst den Blasenstrom des Versuchsobjektes in reinen NaHCO_3 -Lösungen von 0,1 bis 0,2 %. Dann ersetzte er die Lösung durch das zu prüfende Gemisch. Dabei ergab sich, daß Lösungen, die Carbonat und Bicarbonat in gleichen Äquivalentverhältnissen in einer Konzentration von etwa 0,1 % enthielten, sofort nach Übertragung des

Objektes eine starke Depression des Blasenstromes bewirkten. Die Geschwindigkeit wurde auf den dritten bis vierten Teil der Anfangsgeschwindigkeit herabgedrückt. Verf. hat die Versuche in großer Zahl und in mannigfachen Variationen angestellt und ist immer zu dem gleichen Ergebnis gekommen. Es ergibt sich somit, daß durch den Zusatz von Carbonat zu einer Bicarbonatlösung die Fähigkeit der Pflanzen, in dieser Flüssigkeit zu assimilieren, stark vermindert wird. Zur Beurteilung eines Wassers in bezug auf seinen Wert für den Assimilationsprozeß ist also die Kenntnis der absoluten Kohlensäuremenge nicht genügend; es sind vielmehr hierzu auch Ermittlungen über die Bindungsweise der Kohlensäure erforderlich.

Wurde die Versuchsflüssigkeit kurze Zeit in langsamem Strome über ein Objekt mit nicht allzu lebhafter Blasenbildung geleitet, so kam die Bildung der Blasen bald gänzlich zum Stillstand. Verf. erklärt die Tatsache durch die starke Begünstigung der Diffusion infolge des ständigen Flüssigkeitswechsels. Infolgedessen tritt aller ausgeschiedene Sauerstoff auf diesem Wege in die Flüssigkeit über, so daß zur Bildung von Blasen kein Sauerstoff mehr übrig bleibt. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß auch die Sauerstoffmenge, die in einer ruhenden Flüssigkeit durch Diffusion an das Wasser abgegeben wird, einen nicht geringen Wert besitzt.

Es war daher wünschenswert, für die Bestimmung der Assimilationsgrenze eine andere Methode ausfindig zu machen. Sie wurde vom Verf. im Anschluß an die Untersuchungen von Hüfner (vgl. Rdsch. 1904, XIX, 326 ff.) unter Benutzung des Hämoglobins als Sauerstoffindikator ausgearbeitet. Er brachte die Pflanzen (Elodea, Fontinalis, Chara, Cladophora und Mesocarpus) unter Beobachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln in eine Lösung von reduziertem Hämoglobin, die gleichzeitig das Salzgemisch enthielt, und beleuchtete sie. Die spektroskopische Untersuchung ergab sodann, ob Sauerstoffausscheidung erfolgte oder nicht. Mit Hilfe dieser Methode ließ sich zeigen, daß in reinen Bicarbonatlösungen die Assimilation rasch vonstatten geht. Oft sind bereits nach einer Beleuchtung von einer Minute in der Umgebung der Objekte die charakteristischen Linien des Oxyhämoglobins zu erkennen. Aus Versuchen mit Elodea ergab sich, daß auch in Carbonat-Bicarbonatgemischen von einer Zusammensetzung, die nach der vorigen Methode den Blasenstrom gänzlich aufhob, mit Hilfe der Blutmethode noch rasche Sauerstoffausscheidung nachzuweisen war. Allerdings traten die Oxyhämoglobininlinien unter diesen Umständen langsamer auf als in reinen Bicarbonatgemischen. Das Aufhören des Blasenstromes zeigte somit keineswegs die untere Grenze der Assimilation an. Doch ließ sich auch mit dieser Methode keine scharfe Bestimmung der unteren Grenze der Assimilation ermöglichen.

Es kam bei den Versuchen mehrfach vor, daß bei Benutzung von Elodea die Linien des Oxyhämoglobins auch in reinen Carbonatlösungen rasch auftraten. Um diese Tatsache zu erklären, brachte Verf. die

Elodea in eine sehr verdünnte Lösung von Blut in destilliertem Wasser ohne Salzzusatz. Bald traten die Streifen des Oxyhämoglobins auf, verschwanden aber meist nach einigen Stunden wieder. Als die Lösung erneuert wurde, ließen sich die Streifen nicht mehr beobachten. Es wurde also auch kein Sauerstoff mehr ausgeschieden. Daß aber die Assimilationsfähigkeit der Pflanze nicht gelitten hatte, lehrte die sofort eintretende Sauerstoffausscheidung bei Zusatz von Bicarbonat. Herr Nathansohn schließt aus diesen Versuchen, daß die Pflanze anfangs auf Kosten einer eigenen Kohlensäurequelle assimiliert hatte, die aber nach einiger Zeit versiegt war.

Eingehender studierte Verf. diese interessante Erscheinung mit Hilfe eines Apparates, der aus einem Wasserstoffentwickler, einem Glas zur Aufnahme des Versuchsobjektes, einem zweiten Glas mit einem Stück Phosphor und einer Wasserstrahlpumpe bestand. Alle Teile des Apparates waren luftdicht so mit einander verbunden, daß jede Verbindung durch einen Glashahn unterbrochen werden konnte. Zunächst wurde der ganze Apparat im Dunkeln durch wiederholtes Auspumpen der Gläser und durch Einleiten von Wasserstoff luftfrei gemacht. Dann schloß Verf. die Verbindungen und setzte die Versuchsobjekte dem Lichte aus. Nach einiger Zeit wurde der Apparat wieder verdunkelt, das Phosphorgefäß evakuiert und dann die Verbindung mit dem Versuchsgefäß hergestellt. In diesem Augenblicke erfolgte regelmäßig ein Aufleuchten des Phosphors. Somit besaßen alle die oben genannten Versuchsobjekte die Fähigkeit, eine Zeitlang ohne Kohlensäurezufuhr von außen zu assimilieren. Bei *Cladophora* ließ sich die Assimilation bis 42, bei *Elodea* bis 36 Stunden lang beobachten.

Wenn durch hinreichend lange Beleuchtung die Pflanzen die Fähigkeit, ohne Zufuhr von Kohlensäure zu assimilieren, verloren hatten, ließ sich diese Eigenschaft durch Zufuhr von Kohlensäure wieder herstellen. Ohne eine solche Zufuhr aber trat sie nicht wieder auf. Somit lehren auch diese Versuche, daß die untersuchten Objekte die Fähigkeit besitzen, beträchtliche Mengen von Kohlensäure zu speichern. Auf Kosten dieser gespeicherten Kohlensäure findet die Assimilation in der Carbonatlösung statt.

Das nähere Studium der Kohlensäurespeicherung zeigte, daß diese nicht auf einem einfachen physikalischen Vorgange beruht, sondern eine komplizierte Lebenserscheinung darstellt. Dafür spricht zunächst, daß sie sich nur an kräftig wachsenden Pflanzen deutlich beobachten läßt. „Ferner ist der regulatorische Charakter daran zu erkennen, daß mit steigender Kohlensäuretenision der Außenlösung die Speicherung nicht zu-, sondern abnimmt. Am sichersten läßt sich z. B. bei *Chara* der Verlust des gesamten Kohlensäurevorrates erreichen, indem man die Objekte in Lösungen von erhöhten Kohlensäuretenisionen, und zwar in reinen Kohlensäurelösungen als auch in Bicarbonatlösungen, kultiviert.“ Doch bedarf die Frage zu ihrer endgültigen Beantwortung noch weiterer Untersuchungen.

Auf Grund der Tatsache der Kohlensäurespeicherung ließ sich die Frage, wie die Hemmung der Assimilation durch Carbonatlösungen zu erklären sei, leicht beantworten. Verf. brachte kohlensäurebeladene *Elodea*- und *Fontinalis*sprosse in eine K_2CO_3 -Lösung, und sofort trat Sauerstoffausscheidung ein. Nach einiger Zeit wurde die Pottasche-Lösung durch eine reine Lösung von Blut ersetzt. Trat auch hier noch immer Sauerstoffausscheidung ein, so beobachtete Verf. das Objekt so lange, bis das Verschwinden der Linien auf Reduktion des Oxyhämoglobins hindeutete. Dann wurden die Versuchsobjekte in eine neue Blutlösung gebracht. Nunmehr blieb das Auftreten der Linien aus. Es ergibt sich hieraus, daß die Pflanze ihren gesamten Kohlensäurevorrat aufgezehrt hatte. Wurde nun aufs neue eine Carbonatlösung von derselben Konzentration wie früher in das Versuchsgefäß eingeführt, so erfolgte keine Assimilation mehr. Sie konnte aber sofort wieder hervorgerufen werden, wenn man weiterhin die gleiche Carbonatlösung mit einem Zusatz von 0,07 % $HKCO_3$ auf das Objekt einwirken ließ.

Zum Verständnis dieses Versuchsergebnisses ist einzuschalten, daß die Kohlensäure in den Lösungen ihrer Salze nicht nur in Ionenform, sondern infolge der Hydrolyse auch in freiem Zustande vorhanden ist. In Carbonatlösungen ist diese Menge freier Kohlensäure nur sehr gering, in Bicarbonatlösungen aber nicht unbeträchtlich. Die Versuche zeigen nun, daß die Assimilationsfähigkeit von der Anwesenheit dieser freien Kohlensäure, nicht von den Ionen abhängig ist. Sie lehren ferner, daß die in der Carbonatlösung enthaltenen Hydroxylionen (die ja in höheren Konzentrationen giftig wirken) für die Hemmung der Assimilation in diesen Lösungen nicht wesentlich in Betracht kommen, denn die Pflanzen assimilierten in der reinen Carbonatlösung ganz gut, solange sie nur eigenen Kohlensäurevorrat besaßen. Auch lehrte das Wiederauftreten der Assimilation bei geringem Zusatz von Bicarbonat, daß eine Schädigung der Objekte nicht eingetreten war. Die Herabsetzung der Assimilation in Bicarbonatlösungen nach Zusatz von Carbonat ist nach dem Gesagten durch die dabei eintretende Verminderung des Kohlensäuredruckes in der Lösung zu erklären.

Somit besteht eine vollkommene Analogie zwischen dem Assimilationsprozeß der Landpflanzen und demjenigen der Wassergewächse. Bei den Landpflanzen ist die unmittelbare Kohlensäurequelle für die assimilierenden Zellen die im Imbibitionswasser der Membran gelöste Menge. Für die Meerespflanzen kommt gleichfalls direkt nur das als Gas gelöste Quantum in Betracht, während die unzersetzten kohlensauren Salze ohne weiteres nicht verwertet werden können. Doch haben sie eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Versorgung der assimilierenden Pflanzen. Da die Menge der frei gelösten Kohlensäure gering ist, würde sie bei lebhafter Assimilation sehr bald aufgezehrt werden. Aber ihre Entfernung aus dem Wasser durch die Tätigkeit der Organismen