

E HEITZ: Eine einfache Methode des gleichzeitigen Nachweises usw. (41)

bald der geotropischen, bald der epinastischen Tendenz resultieren periodische Hebungen und Senkungen. So entstehen die Nutationen, wie mit den ausführlichen Protokollen an anderer Stelle dargelegt werden soll.

Literatur zum Epinastieproblem.

- DETMER, W., Über Photoepinastie der Blätter. Bot. Zeitg. 1882.
KNIEP, H., Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Bewegungen der Laubblätter und die Frage der Epinastie. Jahrb. f. wissenschaft. Bot. 1910. Dort die gesamte ältere Literatur.
LUNDEGÅRDH, H., Das geotropische Verhalten der Seitensprosse. Zugleich ein Beitrag zum Epinastieproblem. Lunds Univ. Arsskrift 1918 N. F.
RAWITSCHER, F., Epinastie und Geotropismus. Zeitschr. f. Bot., Bd. 15, 1923.
DE VRIES, H., Über einige Ursachen der Richtung bilateral-symmetrischer Pflanzenteile. Arb. d. bot. Inst. Würzburg 1872.
MOLISCH, H., Über Blattstielkrümmungen infolge von Verwundung. Sitzgsber. d. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. 125, 1916.

Literatur zur Anatomie des Blattstiels.

- BUCHENAU, FR., Tropaeolaceae. ENGLERS Pflanzenreich IV, 131, 1902.
MAGNUS, G., Anatomie der Tropaeolaceae. Diss. 1898.
PETIT, L. Le Pétiole des Dicotyledones au point de vue de l'anatomie comparée Thèse Paris 1887.
UHLITZSCH, P. G., Untersuchungen über das Wachstum der Blattstiele. Diss. Leipzig 1887.

(6.) E. Heitz: Eine einfache Methode des gleichzeitigen Nachweises von Assimilation und Atmung.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

1. Einleitung.

Assimilation und Atmung grüner Pflanzen können durch Feststellung von Sauerstoffproduktion und -verbrauch mit den einfachen Methoden nur getrennt und an verschiedenen Objekten untersucht werden. Von den Experimenten, die beide Prozesse zugleich demonstrieren, sind alle nicht direkt und voraussetzungslos. So ist die vielbenutzte Gasblasenmethode zum Studium der Assimilation allein geeignet. Zu anderen Objekten und zu anderen Methoden muß man greifen, will man in gleich einfacher Weise auch die Atmung untersuchen. Andererseits wird mit der ENGELMANNschen Bakterienmethode zwar die Sauerstoffproduktion und der Sauerstoffverbrauch nachgewiesen, das Auftreten und Verschwinden des Gases selbst aber kann nicht beobachtet, sondern

nur erschlossen werden auf Grund des Verhaltens der benutzten Mikroorganismen. Dieses ist dabei als bekannt vorausgesetzt. Außerdem ist die quantitative Untersuchung des Assimilationsprozesses mit dieser Methode, darauf haben KNIEP und andere Autoren hingewiesen, ziemlich schwierig, und die Atmung läßt sich nur konstatieren, quantitativ aber nicht verfolgen. Kurz gesagt, es existiert keine Methode, die es erlaubt, auf einfache Weise direkt und an derselben Pflanze gleichzeitig die beiden Haupterscheinungen des pflanzlichen Stoffwechsels festzustellen und ihrer Intensität nach zu bestimmen¹⁾.

Im folgenden soll eine neue Methode beschrieben werden, die erstens den eben geschilderten Anforderungen Genüge leistet und zweitens, was den Nachweis der Assimilation allein betrifft, die Gasblasen- und Bakterienmethode in einigen Punkten ergänzt und erweitert.

2. Assimilation.

Die Versuchsanstellung gründet sich auf das in der Gärungsphysiologie als LINDNERSche Kleingärmethode bekannte Experiment. Will man nach LINDNER (1909) prüfen, welche Zuckerarten von einem Pilze, z. B. einer Hefe, zerlegt werden können, so läßt man diese in einem luftblasenfrei abgeschlossenen Flüssigkeitsquantum den betreffenden Zucker vergären. Als Gärkammer dient hierbei der mit einem Deckglas verschlossene und mit Vaseline abgedichtete Raum eines hohlgeschliffenen Objektträgers. Die einfache Apparatur ist also dieselbe wie bei dem Nachweis der Assimilation durch Bakterien. Bei einsetzender Gärung wird die entstehende Kohlensäure zuerst bis zu ihrem Lösungsmaximum vom Wasser aufgenommen, muß aber schließlich sichtbar in Blasenform erscheinen. Auf Grund der entstandenen Blasenmenge gewinnt man ein Bild von der Vergärbarkeit der verschiedenen Zucker. Vergärt die Hefe einen Zucker nicht, so bleibt das Präparat blasenfrei.

Ganz analog müssen grüne Pflanzen oder Teile derselben, auf die gleiche Weise eingeschlossen, bei Belichtung Sauerstoffblasen ausscheiden infolge stattfindender Assimilation. Und zwar ist das Auftreten des Sauerstoffs in Blasenform noch eher zu erwarten als das der Kohlensäure im Gärversuch, da diese zu 100 %, Sauerstoff aber nur zu 3 % sich in Wasser löst. Tatsächlich entstehen an allen daraufhin untersuchten Pflanzen, deren

1) Ausgenommen die auf komplizierter Methodik beruhende Versuchsanstellung von O. WARBURG (Bioch. Zeitschr. 1919, 100, S. 230). Sie hat wie folgende die verschiedene Löslichkeit von Sauerstoff und Kohlensäure zur Voraussetzung.

Blätter oder Blattstücke auf die oben beschriebene Art angesetzt wurden, nach 5—10 Minuten, unter günstigen Assimilationsbedingungen noch schneller, Gasblasen: vorausgesetzt, daß die Präparate belichtet sind und vorausgesetzt, daß das benützte Wasser kohlendioxidhaltig ist (Fig. 2). Bei Dunkelheit, in CO_2 - und bikarbonat-

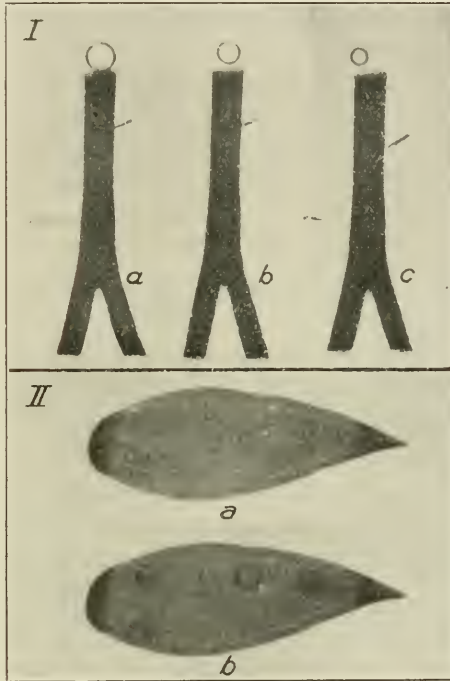


Abb. 1.

Fig. 1. Assamilation und Atmung einer abgeschnittenen Blattspitze von *Ranunculus fluitans* (die Blattenden nicht sichtbar). a nach 5 Minuten Belichtung; b nach 10, c nach 20 Minuten Verdunkelung.

Fig. 2. Assamilation einer Blatthälfte von *Fontinalis antipyretica*. a nach 5, b nach 10 Minuten Belichtung.

freien Nährsalzlösungen oder in abgekochtem und filtriertem, also bikarbonat- und karbonatfreiem Leitungswasser, bilden sich auch bei Belichtung niemals Blasen.

Dies ist ein sicherer Hinweis, daß das entstandene Gas vom Assimilationsprozeß herrühren, also Sauerstoff sein muß. Chemisch läßt sich dieser durch alkalische Pyrogalllösung nachweisen, und zwar folgendermaßen: Als Versuchspflanzen wählen wir die Blätter von *Fontinalis antipyretica*, deren Blatthälften nach dem Abtrennen

zusammenklappen wie ein gefalztes Stück Papier, eine für unsere Zwecke recht geeignete Erscheinung. Denn sehr häufig wird das Gas bei der Assimilation nicht nur an den Außenflächen, sondern in den Raum zwischen den beiden Blatteilen abgeschieden. Nach dem Assimilationsversuch entfernt man das Deckglas wieder vorsichtig und saugt die Flüssigkeit vom Rückenkiel des Blattes ab. Hierbei halten die zusammenklappenden Blatthälften die eingeschlossenen Gasblasen fest. Nun bringt man einen Teil (einen Tropfen aus einer fein ausgezogenen Pipette) Pyrogalllösung auf das Blatt, verschließt mit einem Deckgläschen, auf das vorher die fünf Teile der Kalilauge aufgetragen wurden, den Hohlraum des Objektträgers und saugt die überschüssige Flüssigkeit ab. Um die Gasblasen bilden sich jetzt braune Höfe; sie zeigen die Oxydation des Pyrogallols an. Zugleich läßt sich mit bloßem Auge die Volumenabnahme der Blasen beobachten. Diese Volumenverringerung können wir bestimmen durch Messen der Blasen unter dem Mikroskop vor und nach dem Pyrogallolzusatz. Im Durchschnitt bestehen 70 % des vorhandenen Gases aus Sauerstoff. Auf die beschriebene Weise können Gasmengen, die nur Bruchteile eines Kubikmillimeters betragen, auf ihren Sauerstoffgehalt geprüft werden.

Der Grund dafür, daß die Blasen nicht nur Sauerstoff enthalten, ist folgender: In dem Versuchswasser ist Stickstoff gelöst vorhanden. Dieser muß also in eine reine Sauerstoffblase sofort bei ihrem Entstehen hineindiffundieren. Bei Verwendung von stickstofffrei gemachtem Wasser muß das Gas aus Sauerstoff allein bestehen. Es liegen also ähnliche Verhältnisse vor, wie sie sich bei Verwendung der Gasblasenmethode ergeben. Denn dort strömt ja nicht allein in die Interzellularen, sondern auch in die Gasblasen auf ihrem Wege durch das Wasser Stickstoff ein. (DE CANDOLLE 1833; ANGELSTEIN 1910; KNIEP 1915.) — Ein CO_2 -Gehalt der Blasen, wie ihn KNIEP mit der Mikrogasanalyse konstatierte, konnte (bei Verwendung von Kalilauge allein) nicht festgestellt werden. Es ist aber klar, daß die Exaktheit letztgenannter Methode mit dem viel einfacheren Verfahren, wenn auch weit geringere Gasmengen analysierbar sind, nicht erreicht wird.

Auf eine Vereinfachung der Methode sei hier kurz hingewiesen. Es ist nicht notwendig, das Präparat mit Vaseline abzudichten. Ihr Auftragen und besonders das Reinigen der Deckgläser nach dem Versuch hält lange auf. Man saugt vielmehr die überschüssige Flüssigkeit (an Objektträger und Deckglas dürfen keine Staubteilchen haften) solange mit Fließpapier ab, bis das Deckglas fest an den Objektträger angepreßt ist und sich nicht mehr verschieben läßt. So erreicht man, daß das Wasser nur sehr langsam verdunstet, innerhalb der Versuchsdauer (5 Minuten) kaum merkbar, und nach Stunden ist bei sauberem Arbeiten die Peripherie des Objektträgerhohlraumes noch nicht erreicht. In 4 Stunden kann man so leicht 60–70 Versuche erledigen.

Bisher wurde der einfache Nachweis der Assimilation erörtert. Nun kann aber die Anzahl der entstandenen Sauerstoff-

Eine einfache Methode des gleichzeitigen Nachweises usw. (45)

blasen und ihre Größe bestimmt werden, und damit ist die Möglichkeit gegeben, auch die Quantität des ausgeschiedenen Gases zu berechnen. Die Blasen sind Kugeln, aus ihrem unter dem Mikroskop festgestellten Durchmesser ergibt sich nach der Kugelinhaltformel das Gasvolumen. (Die Blasen werden bei der kurzen Versuchsdauer nie so groß wie die Tiefe des Objektträgerhohlraumes. Dieser ist in der Mitte durchschnittlich 45 Teilstriche tief, die gemessenen Blasen haben eine Größe von 8–15, höchstens 29 Teilstrichen. Da sie demnach immer frei beweglich bleiben, muß ihre Gestalt kugelförmig sein.) Während bei der SACHSSchen Methode das Maß für die Assimilationsintensität die in der Zeiteinheit produzierte Blasenanzahl ist, wird hier das Gasvolumen selbst bestimmt. Es können Gasmengen bis herab zu 0,0002 cmm gemessen werden.

Für die Leistungsfähigkeit der Methode in quantitativer Hinsicht sei ein Beispiel angeführt. Bei verschiedener Lichtintensität assimilieren bekanntlich die Pflanzen verschieden stark. Die folgende Tabelle gibt die Assimilationswerte für Blättchen von *Fontinalis* in größerer und kleinerer Entfernung vom Fenster wieder. (Diffuses Nordlicht bei wolkenlosem Himmel, destilliertes Wasser, 0,5 % Natriumbikarbonat.) Die Zahlen sind Durchschnitte aus 5 gleichsinnig verlaufenen Versuchen.

Entfernung vom Fenster . . .	100 cm	70 cm	40 cm	10 cm
Gebildetes Gasvolumen in cmm .	0,011	0,014	0,027	0,036

Die produzierte Gasmenge wird nach einer Assimilationsdauer von 5 Minuten bestimmt, dann das Blättchen, damit keine Assimilationshemmung eintritt, zur Veratmung der Assimilate im verdunkelten Schälchen gehalten, währenddessen 2 neue Blätter nacheinander je 5 Minuten belichtet, wie das erste verdunkelt, hierauf das erste wieder angesetzt usw. Deutlich ist eine Zunahme des gebildeten Gases bei steigenden Lichtintensitäten bemerkbar¹⁾. Im Gegensatz hierzu sind im Kontrollversuch, der in derselben Weise, aber stets bei einer Entfernung von 10 cm vom Fenster,

1) Versuche, in denen ein lebendes und ein in Alkohol kurz fixiertes totes Blatt zusammen mit einer kleinen Luftblase eingeschlossen werden, zeigen, daß diese auch bei Belichtung am toten Blatte nicht wächst, während sie, zum lebenden Blatte hingeschüttelt, sofort an Volumen zunimmt. Die an den beiden gleich grünen Blättchen durch die Lichtabsorption entstehende Wärme ist also nicht so groß, daß sie als Fehlerquelle beim Versuch in Betracht kommt.

ausgeführt wurde, die Gasvolumina jedesmal annähernd gleichgroß. Hierfür folgende Zahlen:

Entfernung vom Fenster immer 10 cm				
Gebildetes Gasvolumen in cmm . .	0,038	0,033	0,042	0,033

Nur hingewiesen sei hier darauf, daß sich ebenso die Intensität der Assimilation bei verschiedenen Kohlensäurekonzentrationen wie die Wirkung von Salzen und Narkoticis feststellen lassen. Auf eine mit dieser Methode aufgefundene Förderung durch Mangansalze soll an anderer Stelle eingegangen werden.

Mit der SACHSSchen Methode hat die eben geschilderte die Vorteile der Einfachheit und kurzen Versuchsdauer gemeinsam. In verschiedener Hinsicht aber erscheint sie geeignet, diese zu ergänzen. Die Anwendbarkeit der Gasblasenmethode beruht bekanntlich auf dem Vorhandensein von Interzellularen, interzellularenlose Pflanzen lassen sich mit ihr nicht untersuchen; außerdem kommt sie nur für Wasserpflanzen in Betracht. Mit der neuen Versuchsanstellung können wir die Assimilation auch interzellularenfreier Gewächse und Landpflanzen studieren. Algen, Protonema, Wasser- und Landmoose können zum Versuche herangezogen werden. Für Demonstrationszwecke (Projektion durchs Mikroskop) dürfte sie deshalb geeigneter sein, weil das Experiment stets gelingt. Weiter ist die SACHSSche Methode, darauf haben WILLSTÄTTER und STOLL sowie andere Autoren schon hingewiesen, für vergleichende Versuche nicht brauchbar. Solche können mit der neuen Methode ausgeführt werden. Wir denken hier besonders an einen Vergleich zwischen Moosarten einer Gattung. Ob mehr wie orientierende Vergleichsergebnisse auf diese Weise erhalten werden können, muß die Untersuchung lehren.

3. Atmung.

Vergleichen wir die geschilderte Methode mit der ENGELMANNs (1894), so muß auffallen, daß trotz fast gleicher Versuchsanstellung dieser und andere Autoren, wie PFEFFER (1904) und PRINGSHEIM (1886), nie das Auftreten von Gasblasen beobachtet haben. Wie ist das zu erklären? ENGELMANNs Präparate enthalten Bakterien, meine nicht. Diese Bakterien reagieren chemotaktisch auf Sauerstoff, sie verbrauchen ihn aber auch und verhindern so, daß Gasblasen entstehen. Die komplizierte und indirekte Methode ENGELMANNs verbirgt also eine einfachere und direkte, was den Nachweis der Assimilation angeht, der im vorstehenden erörtert wurde, und was den Nachweis der Atmung angeht, dem wir uns jetzt zuwenden wollen.

Wenn im ENGELMANNschen Experiment die Bakterienatmung verhindert, daß der Assimilationssauerstoff sich in mehr als löslicher Menge ansammelt, so muß bei unserer Versuchsanstellung durch die Atmung der grünen Pflanze selbst der von ihr produzierte Sauerstoff wieder zum Verschwinden gebracht werden. Wir haben nur dafür zu sorgen, daß seine Weiterbildung für einige Zeit sistiert wird, die Pflanze also nur atmet. Dies ist der Fall bei Verdunkelung des vorher belichteten Präparates. Zwar tritt für den bei der Oxydation verbrauchten Sauerstoff bekanntlich dasselbe Volumen Kohlensäure auf; man sollte also erwarten, daß das Gasvolumen dasselbe bleibt. Da aber Kohlensäure zu 100% in Wasser löslich ist, wären die Bedingungen für ihr Auftreten in Blasenform erst dann gegeben, wenn der Objektträgerhohlraum zur größeren Hälfte gasförmigen Sauerstoff, zur kleineren Wasser enthielte. Dies ist bei der kurzen Versuchsdauer nie auch nur annähernd der Fall (vgl. Fig. 2). Bei Verdunkelung müssen die im Licht gebildeten Sauerstoffblasen in dem Maße gelöst werden, als der in Lösung befindliche Sauerstoff durch die Atmung konsumiert wird.

In der Tat verschwinden bei Verdunkelung einer vorher belichteten Assimilationskammer die Gasblasen wieder. Dies dauert je nach der Atmungsintensität der zum Versuch verwandten Pflanzen verschieden lange. Bei sämtlichen untersuchten Objekten hat nach 1—2ständiger Verdunkelung die Gasmenge merklich abgenommen. Saugt man nach dem Assimilationsversuch Sublimat oder ein anderes Gift durch die Kammer, so bleiben die Blasen auch bei Verdunkelung, annähernd konstante Temperatur vorausgesetzt, dauernd erhalten.

Kurz erwähnt sei hier folgende Komplikation: Wird der Versuch mit gewöhnlichem, stickstoffhaltigem Wasser angesetzt, so hören Blasenproduktion und Blasenwachstum nicht sofort bei Verdunkelung auf. Letzteres ist nach dem auf Seite 44 Gesagten verständlich: Auch nach Verdunkelung muß in die sauerstoffreichen Blasen noch eine Weile Stickstoff einströmen. Die Erklärung dafür, daß nach Verdunkelung auch noch neue Blasen entstehen, gibt folgende Beobachtung: Schütteln wir das Blättchen von der Stelle, wo es assimilierte, fort, so entstehen hier noch neue Blasen. Das Wasser muß um das Blatt herum mit Sauerstoff übersättigt gewesen sein. Dieser Sauerstoff scheidet sich bei der Verdunkelung infolge der unvermeidlichen Erschütterungen ab.

Schön gelingt der Atmungsversuch mit Blattspitzen von *Ranunculus fluitans*, die in Stücken von ca. 8 mm Länge zur Verwendung kommen. Sie sind röhrenartig, im Zentrum von Interzellularen durchzogen. Aus diesen tritt bei der Assimilation wie bei der SACHSschen Methode der Sauerstoff aus. (Die Gasblasen

(48) E. HEITZ: Eine einfache Methode des gleichzeitigen Nachweises usw.

erscheinen nicht wie in dem vorhin geschilderten Experiment mit der interzellularenfreien *Fontinalis* überall an der Oberfläche des Objektes, sondern allein an der Schnittfläche.) Bei Belichtung treten meistens eine ganze Anzahl Blasen aus den Blättchen hervor. Wir wählen eine besonders große zur Beobachtung und schütteln die kleinen fort. Während es bei Moosblättchen und Algen ziemlich lange dauert, bis nach Verdunkelung eine Abnahme des Gasvolumens wahrzunehmen ist, beansprucht der Versuch mit *Ranunculus* nur kurze Zeit, auch bei Verwendung von gewöhnlichem, N-haltigem Wasser (vgl. Fig. 1). Bei kräftigen Exemplaren können wir während einer Stunde mehrere Male hintereinander bei abwechselndem Belichten und Verdunkeln Vergrößerung und Verkleinerung der Blase beobachten. Aus folgenden Gründen geht die Volumenabnahme so schnell vor sich: Erstens ist dem Sauerstoff aus den Interzellularen stammender Stickstoff beigemischt. Die Gasbläschen werden also im Dunkeln, im Gegensatz zum Versuch mit interzellularenfreien Pflanzen, nur wenig weiterwachsen. Zweitens sind außer assimilierenden nach innen zu noch andere chlorophyllarme, in der Hauptsache nur atmende Zellen, vorhanden. Es konsumieren bei Dunkelheit mehr Zellen Sauerstoff, als ihn bei Licht produzierten.

Der geschilderte Versuch ist eine Gasblasenmethode im kleinen mit dem Unterschied, daß der gebildete Sauerstoff bei der Pflanze festgehalten und zur Atmung verbraucht wird. So ermöglicht der Assimilationsversuch den Atmungsversuch.

Wie die Assimilation, so läßt sich auch die Atmung quantitativ verfolgen. Wir haben nur zu bestimmen, wieviel Prozent des Sauerstoffs in der Zeiteinheit bei Verdunkelung wieder verschwindet. Benutzung von stickstofffreiem Wasser ist nach dem oben Gesagten hierbei Voraussetzung.

Gärungsphysiologisches Institut der Landw. Hochschule
Weihenstephan, Juli 1923.

Literatur.

- ANGELSTEIN, U. (1910), Über die Kohlensäureassimilation submerser Wasserpflanzen in Bikarbonat- und Karbonatlösungen. COHNs Beitr. z. Biol. d. Pfl. 10, S. 87.
- DE CANDOLLE (1833), Pflanzenphysiologie 1, S. 102.
- ENGELMANN, W. (1894), Résumé über seine Untersuchungen. PFLÜGERS Archiv 57, S. 375.

A. SCHADE: Die kryptogamischen Pflanzengesellschaften usw. (49)

KNIEP, H. (1915), Über den Gasaustausch der Wasserpflanzen. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 56, S. 460.

LINDNER, P. (1909), *Mikroskopische Kontrolle in den Gärungsgewerben*. Berlin.

PFEFFER, W. (1904), *Physiologie* 1, S. 334.

PRINGSHEIM, N. (1886), Über die Sauerstoffabgabe der Pflanze im Mikrospektrum. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 17, S. 162.

(7.) A. Schade: Die kryptogamischen Pflanzengesellschaften an den Felswänden der Sächsischen Schweiz.

Kein Gebiet unserer näheren Umgebung verlockt so zum Studium der Kryptogamen, insbesondere der Moose, Flechten und Algen, wie die Felswände der sog. Sächsischen Schweiz, und ganz von selbst drängen sich dem Auge die Pflanzengesellschaften auf, die im Wechsel der ökologischen Verhältnisse oft über große Flächen hin und in regelmäßiger Wiederkehr das Feld beherrschen. Im Anschluß an frühere Untersuchungen¹⁾, und weil sie auf der diesjährigen Tagung der drei Gesellschaften in Dresden in den vorbereitenden Mitteilungen zum Ausflug ins Basteigebiet berücksichtigt wurden, mögen sie im folgendem noch einmal kurz auseinandergesetzt werden, um so mehr, als durch SCHORLER²⁾ die Algen eingehend bearbeitet worden sind, und sich auch in der früheren Auffassung einiges geändert hat. Damals war eine Reihe von „Facies“ aufgestellt worden, aber ohne Beziehung zu dem bekannten pflanzengeographischen Begriffe. An Stelle dieser Bezeichnung tritt nun die „Elementar-Assoziation“³⁾.

Bemerkt sei noch, daß die sorgsame Durchforschung des Gebietes⁴⁾ eine ganze Anzahl neuer bemerkenswerter Arten be-

1) SCHADE, F. A., Pflanzenökolog. Studien a. d. Felswänden d. Sächs. Schweiz. Diss. i. ENGL. Bot. Jahrb. Bd. XLVIII, 1912.

2) SCHORLER, B., Die Algenvegetation a. d. Felswänden d. Elbsandsteingebirges. Sitzungsber. u. Abhandl. d. Isis, Dresden, 1914.

Wo im folgenden SCHORLERS Name erwähnt wird, ist immer diese Arbeit gemeint, desgl. die meinige, wenn von früheren Untersuchungen die Rede ist.

3) Vgl. DRUDE, O., Die Elementar-Assoziation i. Firmationsbilde. Ber. ü. d. zwölfte Zus.-kunft d. Freien Vereinigung usw. S. 45–82 i. ENGL. Bot. Jahrb. Bd. LV, 1919.

4) SCHADE, A., Die Lebermoosflora der Oberlausitz. Festschr. zur Feier des 75jähr. Best. der Naturw. Ges. Isis, Bautzen, 1921.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Heitz Emil

Artikel/Article: [Eine einfache Methode des gleichzeitigen Nachweises von Assimilation und Atmung. 1041-1049](#)