

Physiologische Untersuchungen an der tropischen Basidiomyceten-Flechte *Cora montana* (Sw.) R. Sant.

Von

FRITZ GESSNER und WINFRID SCHRAMM

Mit 4 Abbildungen

Resumen

El Basidioliquen *Cora montana* (Sw.) R. Sant disminuye y aumenta su peso en relación con la hidratación de la atmósfera, como muestra la fig. 1. La transpiración relativa // de 100%. En 25°C el talo del liquen está en equilibrio con una humedad relativa de 85%. El máximo contenido de agua es de 25%.

Si se brota el liquen en aire húmedo, la fotosíntesis alcanza su máximo mayor de 1 ml CO₂/h/g, después de 1 hora y con una pérdida de agua aproximada de 25% (fig. 2). En agua, el máximo se alcanza un poco más tarde y es más bajo (fig. 3). Entre más tiempo el liquen permaneció en estado seco, más se demora en alcanzar valores positivos de asimilación (fig. 4). Los valores máximos de fotosíntesis encontrados, son similares a los de otros líquenes. Después de 3—4 meses de desecación no se logran valores positivos de asimilación. Así, *Cora* está menos adaptado para épocas secas que líquenes de desiertos.

En agua destilada, *Cora* segrega sustancias que aumentan considerablemente la conductividad del agua. Este fenómeno se puede explicar, solo por parte, por la segregación de H⁺, ya que en un pH de 4.8 resulta un equilibrio.

Summary

According to the hydration of the atmosphere the basidiolichen *Cora montana* (Sw.) R. Sant increases and decreases its weight as shown in fig. 1. The relative transpiration is 100%. At an air temperature of 25°C the thallus of the lichen is in equilibrium with 85% humidity. The maximum of the water content of the plant corresponds to 75—80%.

The maximum of photosynthesis of more than 1 ml CO₂/h/g was reached in less than 1 hour in case of the thallus was allowed to swell in wet air (Fig. 2). In case the plant material was exposed to swell in water not only the maximum of photosynthesis was found to be less but also was reached in a longer period of time (Fig. 3). The longer the time of desiccation endured, the longer was the time the lichen needed to reach positive values of photosynthesis (Fig. 4). All maximum values of the photosynthetic ratio obtained correspond with those found in other lichens. A period of 3—4 month

airdryness cannot be tolerated and afterwards no assimilation takes place. In other words, *Cora montana* is less adapted to desiccation than lichens of deserts.

Exposed in dest. water *Cora montana* exudates substances, which increase the electric conductance considerably. The exosmosis of substances can be caused only partly by H ions because the equilibrium is reached already at a pH of 4.8.

Zusammenfassung

Die Basidiomyceten-Flechte *Cora montana* (Sw.) R. SANT zeigt die in Abb. 1 wiedergegebene Ab- und Zunahme an Gewicht je nach der Hydratur der Atmosphäre. Die relative Transpiration ist 100 %. Bei 25° C befindet sich der Flechtenthallus im Gleichgewicht mit 85 % rel. Feuchte. Der maximale Wassergehalt beträgt 75—80 %.

Die Photosynthese erreicht nach weniger als 1 h bei einem Wasserverlust von ca. 25 % den Maximalwert von über 1 ml CO₂/h/g, wenn die Einquellung in feuchter Luft erfolgt (Abb. 2). In Wasser eingequollen wurde der Maximalwert später erreicht und lag etwas tiefer (Abb. 3). Je länger die vorangegangene Zeit des Trockenliegens war, umso länger brauchte die Flechte, um positive Assimilationswerte zu erreichen (Abb. 4). Die Maximalwerte der Photosynthese lagen in der Nähe der an anderen Flechten gefundenen Maximalleistungen. Nach 3—4 Monaten Trockenliegens ergaben sich keine positiven Assimilationswerte mehr. *Cora* ist also an Trockenzeiten weniger angepaßt als Wüstenflechten. In dest. Wasser scheidet *Cora* Stoffe aus, welche die elektrische Leitfähigkeit stark erhöhen.

Dies kann nur zum Teil durch H-Ionenabgabe bedingt sein, da sich schon bei pH 4.8 ein Gleichgewicht einstellt.

Ein kurzer Arbeitsaufenthalt des einen von uns (G) in Kolumbien gab Gelegenheit zum Sammeln größerer Mengen der Basidiomyceten-Flechte *Cora montana* (Sw.) R. SANT. Das Material stammte einerseits vom San Lorenzo (Sierra Nevada de Santa Marta), wo es am 23. Dezember 1970 in einer Meereshöhe von ca. 2500 m gesammelt wurde. *Cora* überzieht dort in fast lückenlosen Beständen Weichböden oder Felswände. Oft wird *Cora* abgelöst von einer anderen Massenflechte, *Stereocaulon implexum* Th. Fr. oder einer *Baeomyces*-Art mit rosa gefärbten Köpfen. Die zweite Stelle, von der *Cora* am 22. Januar 1971 stammte, lag in den Paramos SE von Bogotá in ca. 3200 m Höhe, der Region der Espeletien.

Die ersten Untersuchungen wurden wenige Tage nach Rückkehr ins Instituto Colombo-Alemán in Santa Marta durchgeführt. Weitere erst nach Beendigung der Reise in der Botanischen Abteilung des Institutes für Meereskunde an der Universität Kiel.

Diese Arbeit ist die erste einer Reihe von Veröffentlichungen, die dadurch ermöglicht worden waren, daß dem einen von uns (G) für 1970 das Schimper-Stipendium verliehen wurde. Den Initiatoren dieser Stiftung, Herrn Prof. Dr. WALTER und Frau, sagen wir unseren besten Dank. Die Photosynthesebestimmungen wurden mit einem URAS durchgeführt, den wir der Deutschen Forschungsgemeinschaft verdanken.

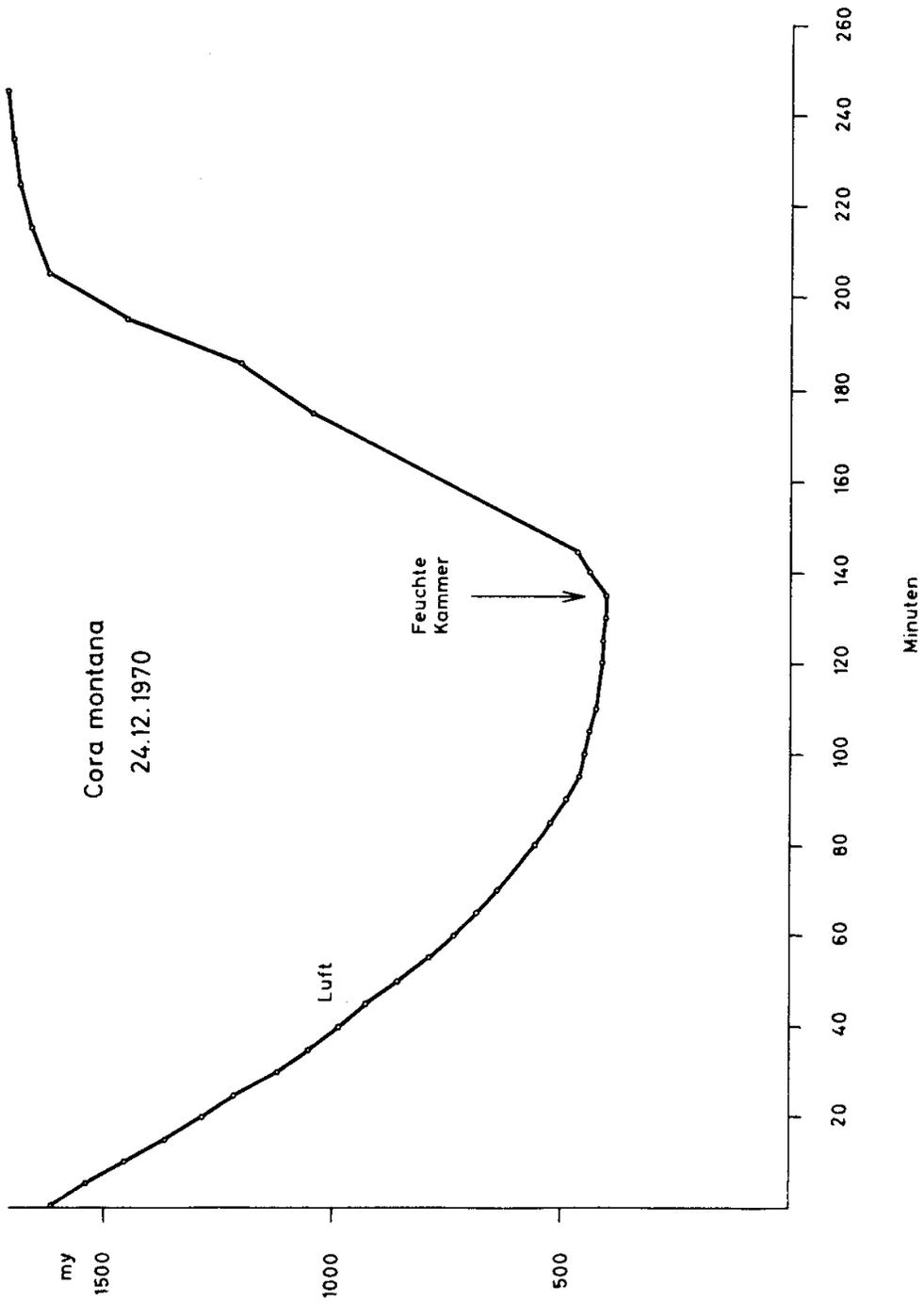


Abb. 1: Gewichtsabnahme eines Flechtenthallus bei 55 % Feuchte und 25° C, sowie Gewichtszunahme bei 100 % in der gleichen Temperatur.

Herzlicher Dank gebührt auch Herrn Dr. KAUFMANN, dem Direktor des Instituto Colombo-Alemán in Santa Marta, für seine jederzeit großzügig gewährte Hilfe.

Wasserhaushalt

Abb. 1 zeigt die Gewichtsänderung des Flechtenthallus bei einer Raumtemperatur von 25° C, bei einer Feuchte von 55 % und 100 %. Wie schon an zahlreichen anderen Flechten gezeigt, ist der Wassergehalt ein Spielball der Hydratur der Atmosphäre. Ein Vergleich mit einer freien Wasseroberfläche (feuchtes Filtrierpapier) ergab Werte der relativen Transpiration von 100 % (manchmal auch etwas darüber). Dadurch unterscheidet sich *Cora* wesentlich von manchen Meeresalgen, denn z. B. bei *Laminaria saccharina* wurde eine relative Transpiration von 60 % gefunden (GESSNER 1968). Bei 25° C und einer Luftfeuchtigkeit von 85 % befindet sich die Flechte im Gleichgewicht mit der Luft. Diese Hydratur entspricht durchaus den sonst bei Pilzen gefundenen Werten. Im wasser-gesättigten Zustand beträgt der Wassergehalt 75—80 %. Infiltrationsversuche (in Vakuum) ergaben außerdem etwa 7 % Luft, doch muß dahingestellt bleiben, ob es möglich war, die ganze Luft dem Thallus zu entreißen.

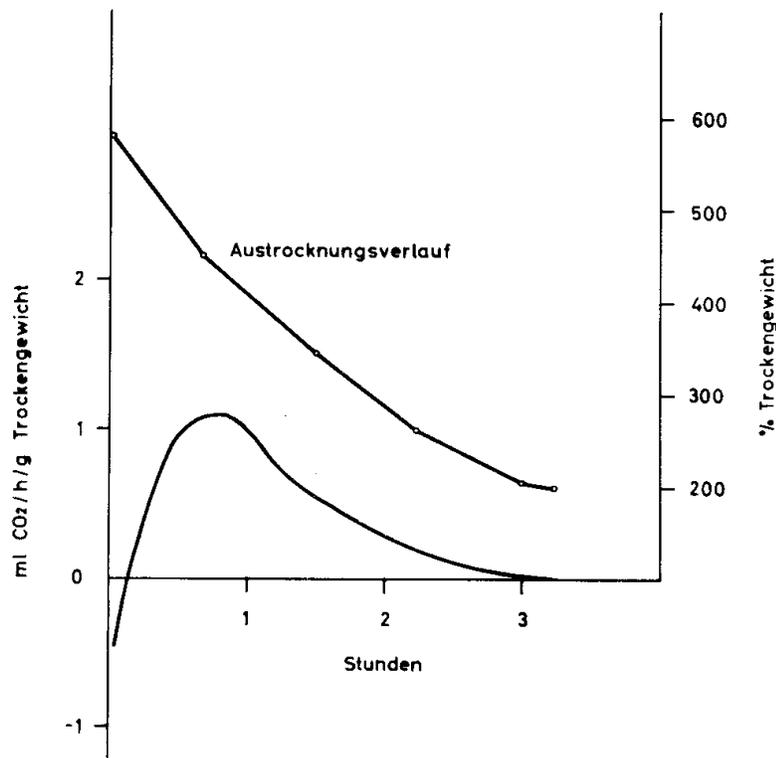


Abb. 2: Austrocknungskurve und Assimilationsverlauf von *Cora montana* am 4. 3. 1971 nach zwei Tagen Quellung in feuchter Luft (bei ca. 20° C, 500 lux). Photosynthesebestimmung bei 20° C und 20 Klux.

Die Photosynthese

An trocken nach Kiel gebrachten Thalli wurde mit dem URAS die Photosynthese gemessen. Die Lufttemperatur betrug dabei 15° C, die Beleuchtungsstärke 20 Klux (Lichtquelle Nitraphot BR 500 W; Schott Filter KG 3). Die Untersuchung erfolgte wenige Wochen nach Probenentnahme, so daß anzunehmen ist, daß die Werte dem Normalverhalten am Standort entsprachen.

Abb. 2 zeigt zunächst einen Versuch, bei dem die (vorher trockenen) Thalli 2 Tage in feuchter Luft bei 20° C und einer Beleuchtungsstärke von ca. 500 lux Wasser aufnehmen konnten. Die Maximalleistung war erst nach weniger als 1 Stunde erreicht und überstieg etwas 1 ml CO₂/h/g Trockengewicht. Sie zeigte sich dann, wenn die Thalli etwa 25 % ihres Gewichtes verloren hatten. Die schon 1927 von STOCKER getroffene Feststellung, daß die maximale CO₂-Aufnahme bei einer gewissen Wasseruntersättigung erreicht wird, konnte also deutlich bestätigt werden.

Abb. 3 zeigt einen Versuch, bei dem die Flechten 20 Stunden in Wasser (20° C, 500 lux) gequollen waren. Der Maximalwert der Photosynthese liegt in diesem Falle deutlich niedriger (ca. 0,9 ml CO₂) und wird erst in der doppelten Zeit erreicht. LANGE, SCHULZE & KOCH (1970) geben auf S. 536 ihrer Arbeit eine Zusammenstellung der photosynthetischen Maximalleistung von Flechten verschiedener Herkunft.

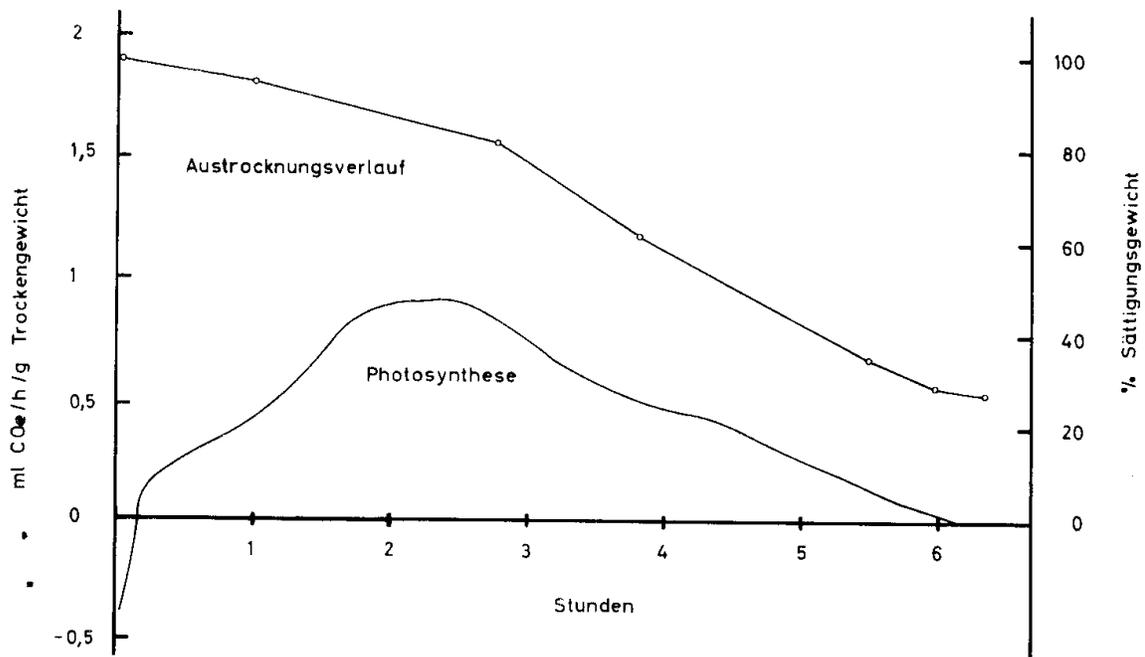


Abb. 3. Austrocknungsverlauf und Photosynthese von *Cora montana* am 5. 2. 1971 nach 20 Stunden Quellung in Leitungswasser (bei ca. 20° C, 500 lux). Photosynthesebestimmung bei 15° C und 20 Klux.

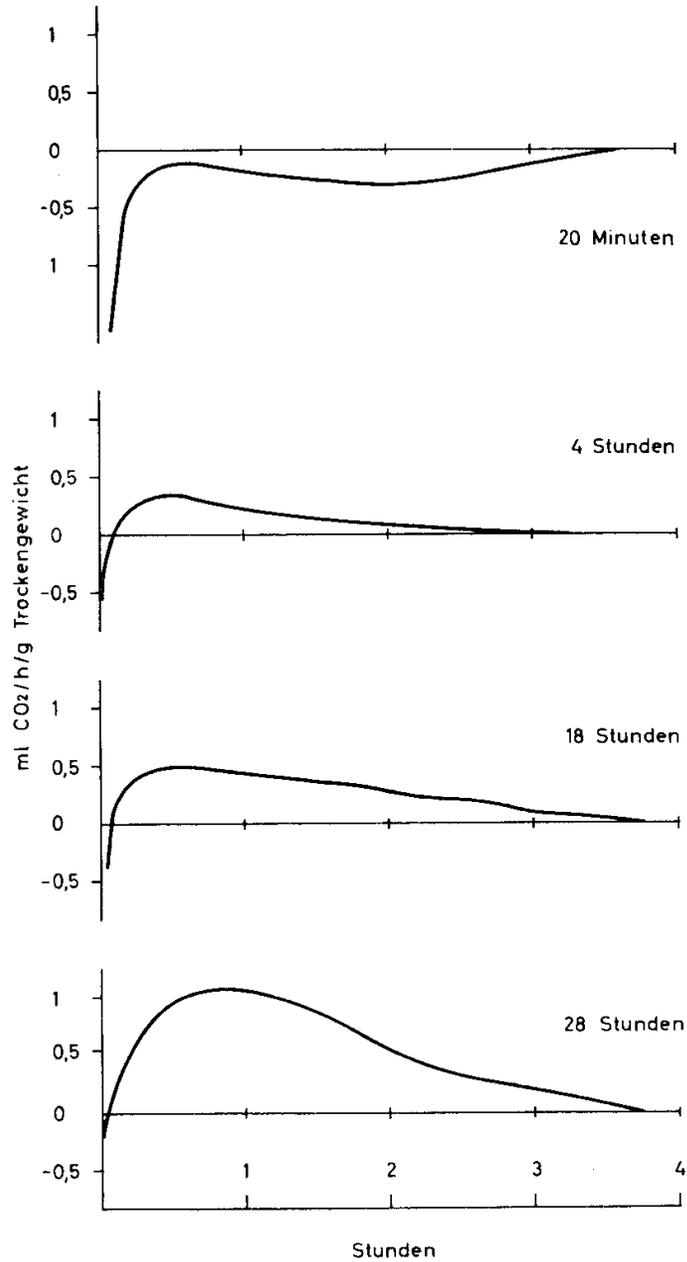


Abb. 4. Photosynthese von *Cora montana* am 8., 9., 10. 3. 1971 bei verschieden langer Quellung in Leitungswasser (bei 20° C, 500 lux) Photosynthesebestimmung bei 15° C und 20 Klux.

Diese schwankten zwischen 0,22 mg CO₂/g/h (*Xanthoria mawsonii* aus der Antarktis) und 2,8 bei *Hypogymnia physodes* aus Mitteleuropa. Die Werte von Flechten der Negev-Wüste liegen bei 1,79 (*Ramalina maciformis*) und 0,42 (bei *Teloschistes lacunosus*). Wenn wir 1 ml CO₂ abgerundet gleich 2 mg CO₂ setzen, werden also Maxima von ca. 2,3 mg/h/g erreicht, die den bisher gefundenen Maxima sehr nahe kommen, zumal wenn man bedenkt, daß bei einer Temperatur von 15° C und 20 klux noch nicht die Maximalleistung erreicht sein dürfte (vgl. LANGE 1969). Hinter terrestrischen Kulturpflanzen bleiben die Leistungen tropischer Flechten allerdings weit zurück. (*Vitis vinifera* 25,8 mg Co₂/h/g.) Bemerkenswert ist weiter die Feststellung, daß die Reaktivierung der Photosynthese umso längere Quellungszeiten braucht, je länger die vorangehenden Trockenperioden gedauert hatten. In Abb. 4 sind die Photosynthesekurven zusammengestellt, die in 10 Wochen nach Probeentnahme aufgezeichnet worden waren. In dieser Zeit waren die Flechten bei Zimmertemperatur und 50—60 % Luftfeuchtigkeit trocken gelegen. 20 Minuten nach Quellung in Leitungswasser (15° C, 500 klux) waren die Werte nur negativ. Erst wenn die Quellung 28 Stunden gedauert hatte, war die Normalleistung erreicht. Dies stimmt im wesentlichen mit den Befunden LANGES an der Bandflechte *Ramalina maciformis* der Negev-Wüste überein. Ein sehr deutlicher Unterschied war jedoch zwischen der Wüstenflechte und der tropischen Gebirgsflechte *Cora montana* in dem Ertragen langer Trockenperioden gegeben. Während *Ramalina* bei einem Wassergehalt von 1 % nach 51 Wochen wieder den Ausgangswert der Photosynthese erreichte, gab *Cora montana* nach 4—6 Monaten keine positiven Werte mehr. So lange Trockenperioden sind auch in küstennahen Tropengebirgen bei weitem nicht gegeben. Nach WALTER & MEDINA (1971) gibt es in den benachbarten venezolanischen Anden keine Trockenzeiten im eigentlichen Sinne.

Stoffausscheidung

a. Die Erhöhung der Leitfähigkeit

Bei unserer Fahrt auf den San Lorenzo am 23. Dezember 1970 war uns aufgefallen, daß die Bäche und Rinnsale in einer Höhe von 2500 m alle einen bitteren, schwer zu definierenden Geschmack hatten. Dies war besonders dann der Fall, wenn das Wasser Flechtenbestände durchrieselte. Es war also anzunehmen, daß von den Flechten Stoffe abgegeben wurden, über die man natürlich erst etwas aussagen kann, wenn wir mehr über den Chemismus dieser Flechten wissen. Wir haben uns daher auf zwei Phänomene beschränkt: die Erhöhung der Leitfähigkeit und die Senkung des pH-Wertes. In Tabelle 1 ist zu ersehen, in welchem Ausmaß und in welcher Zeit die elektrische Leitfähigkeit als Indikator der

Abgabe ionisierter Stoffe ansteigt, wenn Proben von *Cora* (500 mg Trockengewicht) in dest. Wasser gebracht werden. Innerhalb weniger als 2 Tagen war die Leitfähigkeit um mehr als das 100fache gestiegen.

Tabelle 1

| Leitfähigkeit μS (25°C) | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|------|------|---------|-------|------|------|------|
| Zeit | 0 | 30' | 40' | 60' | 3 h 20' | 15 h | 20 h | 25 h | 45 h |
| μS | 2.1 | 9.5 | 13.0 | 17.9 | 45 | 100.8 | 138 | 154 | 262 |

b. Senkung des pH-Wertes

Der Anstieg der Leitfähigkeit konnte nicht, oder höchstens zum geringen Teil, durch die Ausscheidung von H-Ionen erklärt werden. Dies zeigt Tabelle 2. In dieser wurde eine *Cora*-Probe mit 375 mg Trockengewicht in 50 ccm Wasser verbracht, und mit einer Glaselektrode der pH bestimmt.

Tabelle 2

| Zeit | 0 | 1/2 Std. | 1 Std. | 1 1/2 Std. | 3 Std. |
|------|-----|----------|--------|------------|--------|
| pH | 6.6 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.9 |

Schon nach 1 1/2 Stunden hatte sich der pH-Wert von 6,6 auf 4,8 gesenkt, um dann gleichzubleiben. Der pH-Wert von 4,8 stellt also offensichtlich einen Gleichgewichtszustand dar. In einer $\frac{n}{100}$ KCL-Lösung senkte sich der pH-Wert nur auf 6,4. Ein Ionenaustausch findet also nicht statt.

Schrifttum

- GESSNER, F.: Ökologisch-physiologische Untersuchungsmethoden. In: C. SCHLIEPER, Methoden der meeresbiologischen Forschung, 271—288, G. Fischer, Jena 1968.
- LANGE, O. L.: Experimentell-ökologische Untersuchungen an Flechten der Negev-Wüste. I. CO_2 -Gaswechsel von *Ramalina maciformis* (DEL) BORY unter kontrollierten Bedingungen im Laboratorium. — Flora, Abt. B. **158**, 324—359, Jena 1960.
- LANGE, O. L.; SCHULZE, E.-D. & KOCH, W.: Experimentell-ökologische Untersuchungen an Flechten der Negev-Wüste. III. CO_2 -Gaswechsel und Wasserhaushalt von Krusten- und Blattflechten am natürlichen Standort während der sommerlichen Trockenperioden. — Flora, **159**, 525—538, Jena 1970.
- STOCKER, O.: Physiologische und ökologische Untersuchungen an Laub- und Strauchflechten. — Flora, N. F., **21**, 334—415, Jena 1927.
- WALTER, H. & MEDINA, E.: Caracterización climática de Venezuela sobre la base de climadiagramas de estaciones particulares. — Bol. Soc. Venezolana de Ciencias Naturales, Caracas XXIX, 211—240, 1971.

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr. F. GESSNER, Dr. W. SCHRAMM, Institut für Meereskunde, Botanische Abteilung, 23 Kiel, Düsternbrooker Weg 20, Deutschland.