

Aus dem Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien

Gaswechsellmessungen an *Spirogyra*-Arten am natürlichen Standort

Von Gerhard DRAXLER, Wien

Einleitung

Die Sauerstoffaufnahme bzw. -abgabe bei Algen wird durch die verschiedensten Faktoren beeinflußt, wie z. B. eine unterschiedliche Sauerstofftension oder auch die Wasserstoffionenkonzentration des Mediums. Auch im umgebenden Wasser vorkommende Detergentien können, selbst in geringsten Konzentrationen, den Gaswechsel beträchtlich beeinflussen (MALZ 1962, HUBER 1962) und die vegetative Vermehrung stören (MATULOVA 1964).

Wie bei Landpflanzen repräsentieren auch bei Wasserpflanzen Licht und Temperatur in tages- und jahreszeitlicher Verschiedenheit die beiden Hauptfaktoren im Gasstoffwechsel (DRAXLER 1973). Neben den zeitlich gegebenen Änderungen der Beleuchtungsstärke ist die Reinheit des Lebensraumes für die Gaswechselaktivität von großer Bedeutung (OFFHAUS 1962).

Einen wesentlichen Einfluß auf Gaswechseluntersuchungen hat aber auch der physiologische Zustand des Versuchsmaterials. Dieser ist sowohl jahreszeitlichen Änderungen unterworfen, als auch vom Entwicklungsrhythmus der Organismen selbst bestimmt. Bei Untersuchungen über längere Zeiträume muß man zwei Phasen in Betracht ziehen: erstens die aufbauende Stoffwechselfase und zweitens die Zeit zur Vorbeugung und Überdauerung der Ruheperiode. Entsprechend dieser beiden Entwicklungsphasen wird sich auch das Versuchsmaterial unter gleichen äußeren ökologischen Faktoren, wie Licht, Temperatur, u. a. verschieden verhalten.

Material und Methode

Die im Becken bei der Römischen Ruine in den Gärten des Schlosses Schönbrunn vorkommenden *Spirogyra*-Arten wurden als Versuchsmaterial verwendet. In den Monaten April bis Juni bildete eine einbändige Art mit ebenen Querwänden in den Algenwatten die Hauptmasse. Sie hatte 45–50 μm breite und zirka 4 mal so lange vegetative Zellen und der Chloroplast wies 4 bis 4½ Windungen pro Zelle auf. Vom August bis zum Ende der Vegetationsperiode im Oktober wurden die einbändigen Arten von mehrbändigen, zu zirka 90% von einer vierbändigen Art abgelöst. Diese hatte 40–42 μm breite und 7 bis 8 mal so lange vegetative Zellen; die Chloroplastenbänder waren 4 bis 5 mal in der Zelle gewunden.

Nachdem das Algenmaterial mikroskopisch auf seine Reinheit geprüft worden war, wurde es in Glasgefäße von 160 bis 170 ml Inhalt gebracht. Diese fünf Gefäße, drei Kolben für parallele Photosynthesemessungen und zwei für Atmungsmessungen wurden mit Standortwasser mit vorher ermitteltem Sauerstoffgehalt gefüllt und knapp unter der Wasseroberfläche exponiert. Die beiden „Atmungs“-Kolben wurden zusätzlich mit Alu-Folie umwickelt und so lichtundurchlässig gemacht.

Der Versuch begann immer vor Sonnenaufgang zwischen 3 und 4 Uhr früh und endete zwischen 20 und 22 Uhr. Die Versuchsdauer für eine Messung, also die Expositionszeit, betrug stets 45 Minuten. Die Beleuchtungsstärke wurde mit einer Langeschen Selenzelle und die Temperatur mit einem Widerstandsthermometer fortlaufend gemessen. Nach der Expositionszeit wurde aus den Kolben das Wasser abgelassen, in Glasflaschen gefüllt und die Konzentrationsänderung des Sauerstoffs mit der WINKLER-Methode (WINKLER 1888, 1931) bestimmt. Daraus berechnet sich auch die apparente Photosynthese, die in $\text{mg O}_2 \cdot (\text{gTS} \cdot \text{h})^{-1}$ angegeben wird.

Mit dem ersten Auftreten der einbändrigen Spirogyra-Arten in der zweiten Aprilhälfte wurden die Untersuchungen begonnen und monatlich, bis anfangs Oktober, je drei Tagesgänge aufgenommen. Die monatlichen Versuchsergebnisse stellen daher einen Mittelwert aus drei Versuchstagen dar.

Durch die lange tägliche Versuchsdauer war es möglich, die gesamte Sauerstoffabgabe bzw. -aufnahme während eines Tages kontinuierlich zu erfassen.

Ergebnisse

Im Monat April fielen, wie aus der Lichtkurve in Abb. 1 zu ersehen ist, die Versuche in eine typische Frühjahrsschönwetterperiode. Die Beleuchtung steigt in den Morgenstunden stark an, erreicht zu Mittag ihr Maximum und fällt ab 18 Uhr jäh ab. Die Temperatur nimmt in den Vormittagsstunden nur langsam zu und erreicht erst in einigen Stunden nach Sonnenhöchststand ein Maximum mit $16,3^\circ \text{C}$. In den Abendstunden ist der Temperaturabfall und die Verminderung der Beleuchtungsstärke sehr rasch.

Die Photosynthese zeigt in der ersten Versuchsstunde bei einer Beleuchtungsstärke unter 10 Luxstunden noch einen negativen Wert, der aber im Verlauf des Vormittags rasch zunimmt und parallel zur Lichtkurve verläuft. Um 10 Uhr vormittags wird das erste Photosynthesemaximum erreicht. In den Mittagsstunden, die die höchsten Beleuchtungsstärken bieten, fällt die Photosynthese wieder ab und steigt erst bis zum zweiten Maximum um 16 Uhr, das auch mit dem Höchstwert der Temperatur zusammenfällt, an. Doch ist dieses „Nachmittagsoptimum“ (AHAMMER 1935) nicht so hoch wie das Vormittägige, was dadurch zu erklären wäre, daß *Spirogyra* während der hohen Beleuchtungsstärken viel assimilatorische Stärke aufbaut. Dieser Aufbau an Assimilationsstärke bewirkt, wie GUTTENBERG und BUHR (1935) sowie MARTHALER (1938) feststellten, eine Hemmung der Photosynthese. Diese Assimilatanhäufung nach hoher Beleuchtung wurde auch von MONTFORT und NEYDEL (1928) beim Schattenfarn *Trichomanis* gefunden und das Absinken der Photosynthese als „funktioneller Sonnenstich“ bezeichnet. Ebenso

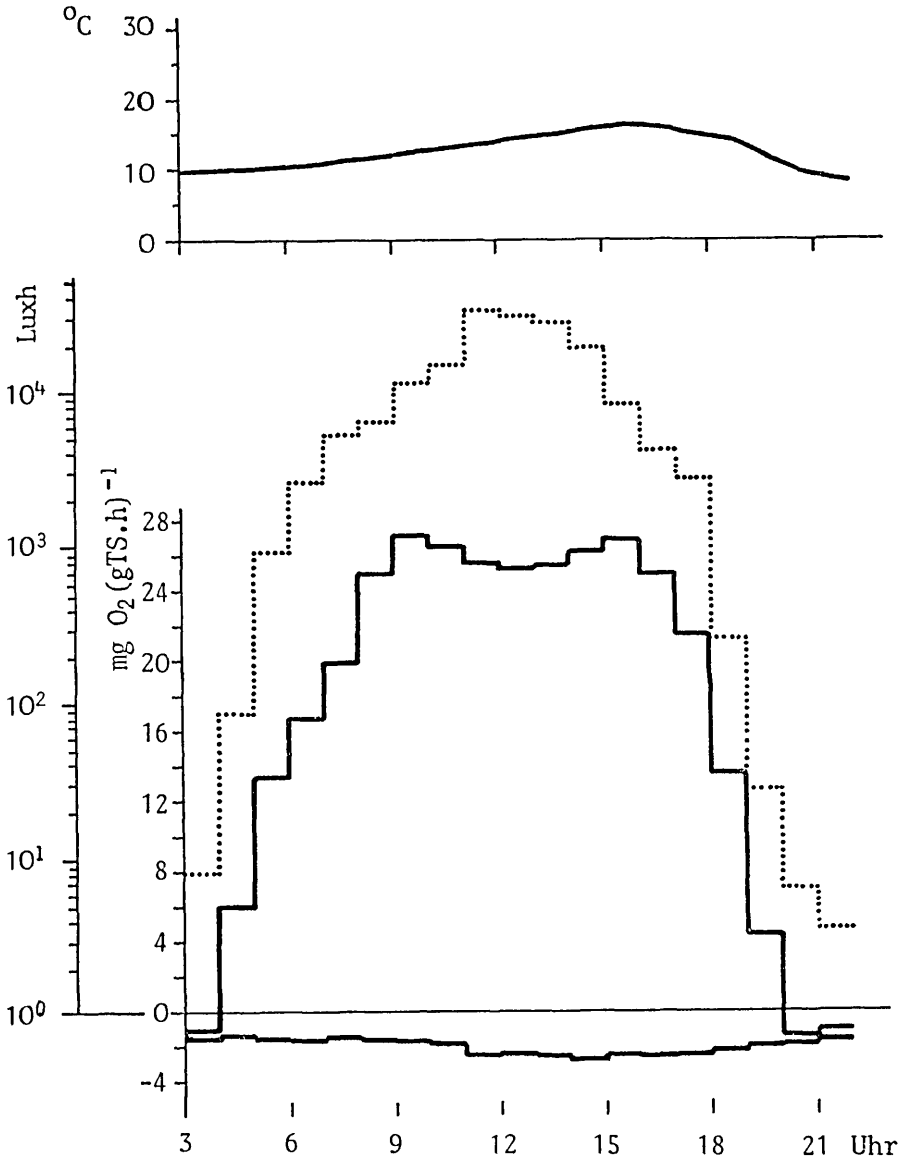


Abb. 1: Tagesgang der Photosynthese und Atmung im Monat April.
unten: punktierte Kurve — Einstrahlung während der Versuchszeit in Luxstunden;
voll ausgezogene Linie — apparente Photosynthese in mg O₂ (gTS.h)⁻¹; unter
der Abszisse — Verlauf der experimentell festgestellten Dunkelatmung in
mg O₂ (gTS.h)⁻¹. oben: Wassertemperatur während des Versuchstages in °C,
(abgelesen am Beginn jeder vollen Stunde).

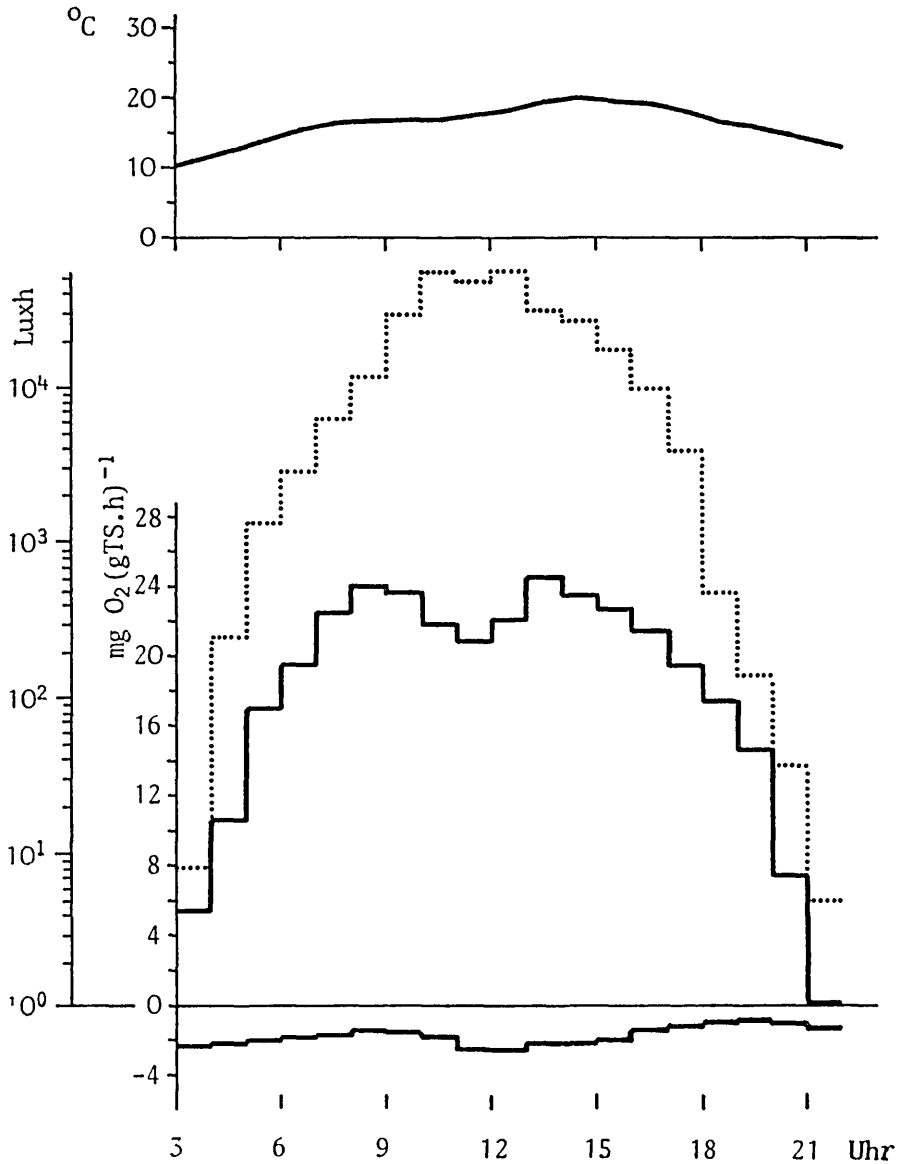


Abb. 2: Tagesgang der Photosynthese und Atmung im Monat Mai.
Zeichenerklärung siehe Abb. 1.

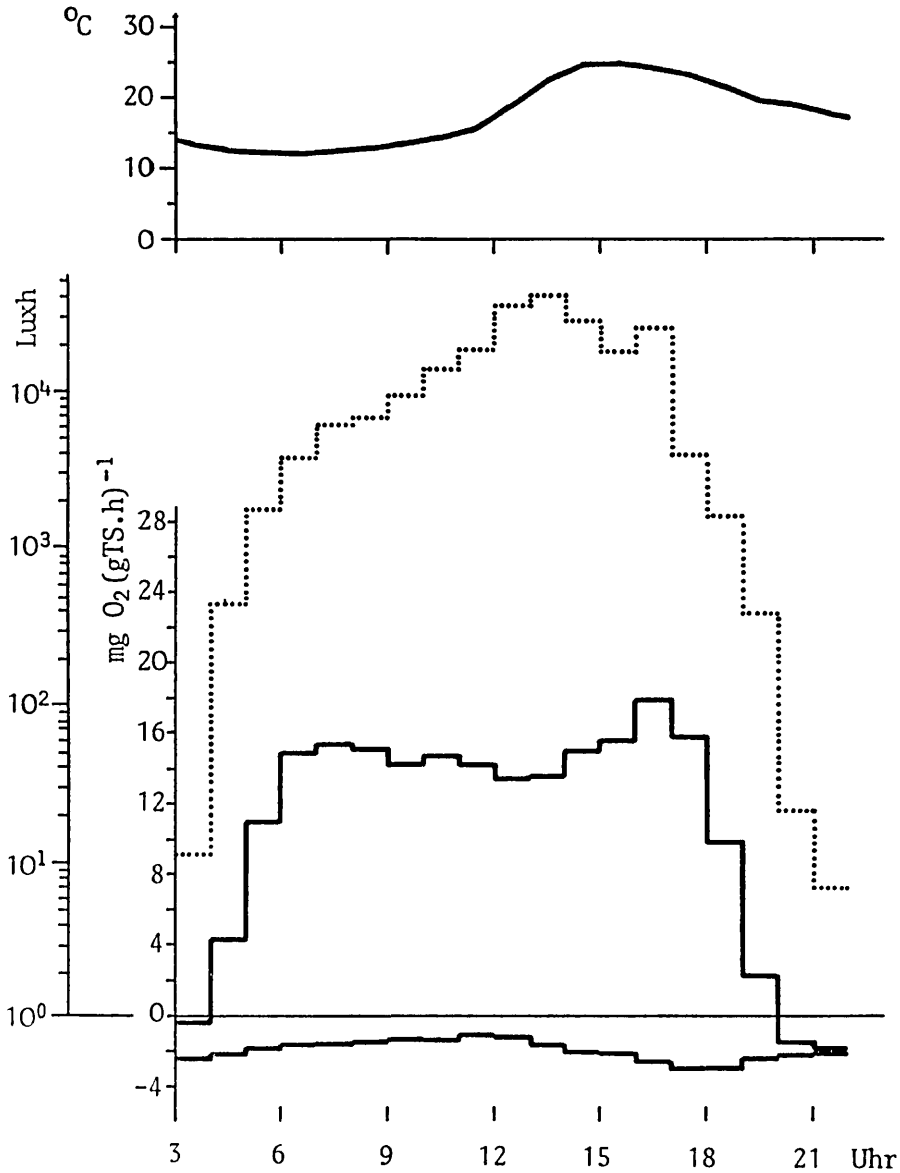


Abb. 3: Tagesgang der Photosynthese und Atmung im Monat Juni.
Zeichenerklärung siehe Abb. 1.

zeigten Versuche mit Meeresalgen von EHRKE (1929) eine Übereinstimmung mit den von MONTFORT und NEYDEL gefundenen Ergebnissen. Ab diesem Maximum um 16 Uhr fällt die Photosynthese parallel zur Lichtkurve rasch ab und erreicht wieder bei Beleuchtungsstärken unter 10 Luxstunden negative Werte. Die Atmung zeigt zu Versuchsbeginn keinen wesentlichen Unterschied zur Photosynthese. Sie steigt im Laufe des Vormittags langsam an und verläuft sehr ähnlich zur Temperaturkurve. Von 14° C bis zur Tageshöchsttemperatur ist kein starker Unterschied in der Atmungsintensität bemerkbar, doch bleibt diese nicht gleich groß, sondern schwankt unregelmäßig und temperaturunabhängig. Die Temperaturerniedrigung in den Abendstunden führt natürlich zu einer Intensitätsverminderung der Atmung.

Im Mai (Abb. 2) liegt die Photosyntheseleistung trotz viel höherer Beleuchtungsstärken niedriger als im Vormonat. Der morgendliche Anstieg der Photosynthese verläuft ähnlich wie im April, jedoch tritt das vormittägige Maximum bereits von 8 bis 10 Uhr auf. Die aus der Literatur bekannte „Mittagsdepression“ tritt etwas früher ein, sodaß die Photosynthese schon um 14 Uhr ihren Höchstwert erreicht. Dieser Wert liegt um 0,5 mg O₂ über dem Maximum vom Vormittag, was aber durch den Verlauf der Temperatur- und Lichtkurven gegeben ist. Die nachmittägige Photosynthesekurve fällt daraufhin bis 19 Uhr langsam, ab 19 Uhr wieder parallel mit der Lichtkurve ab. Die Atmung zeigt einen typisch wellenförmigen Verlauf mit einem Minimum von 8 bis 9 Uhr, also zu jener Zeit, in der das Vormittagsmaximum der Photosynthese liegt, einem breiten Maximum um die Mittagszeit und einem zweiten Minimum knapp vor Versuchsende.

Im Juni, dem letzten Versuchsmonat mit den einbändrigen *Spirogyra*-Arten, waren, wie mikroskopische Voruntersuchungen zeigten, die Algenfäden schon sehr stark mit Stärke vollgestopft. Daraus ist auch die niedrige Photosyntheseleistung ohne deutlich ausgeprägtes Vormittagsmaximum erklärbar (Abb. 3). Auch der Abfall zur Mittagsdepression tritt langsam ein und wird von 12 bis 14 Uhr deutlich. Das nachmittägige Maximum liegt auffallend höher als jenes am Vormittag und hält sich nur kurze Zeit (von 16 bis 17 Uhr). Auffallend ist, daß das zweite Photosynthesemaximum keineswegs mit dem der Temperatur zusammenfällt, sondern erst eine Stunde später auftritt. Darauf folgt, wieder parallel zur Lichtkurve, ein abrupter Abfall. Die Atmung ist in den ersten Versuchsstunden sehr hoch und sinkt darauf langsam ab. Das zweite Atmungsmaximum tritt in der Zeit zwischen 17 und 19 Uhr auf, also erst zwei Stunden nach dem Temperaturmaximum. Gegen Versuchsende, um 22 Uhr, erreicht der Wert aus den Atmungskolben dieselbe Größe wie der aus den zur Photosynthesemessung verwendeten Proben.

Im Juli (Abb. 4) verändert sich das Versuchsmaterial am Standort dahingehend, daß statt den bisher einbändrigen Arten nur mehr mehrbändige, hauptsächlich vierbändige *Spirogyra*-Arten auftraten. Diese mehrbändigen Arten zeigen auch zeitlich andere Photosynthesehöchstwerte. Hier tritt das Photosynthesemaximum am Vormittag auf und es ähnelt somit dem jungen einbändrigen *Spirogyra*-Material vom April. Im Monat Juli liegt also das Photosynthesemaximum bei etwa 4000 Luxstunden und 21° C Wassertemperatur. Die Mittagsdepression tritt sehr spät, nämlich erst von 14 bis

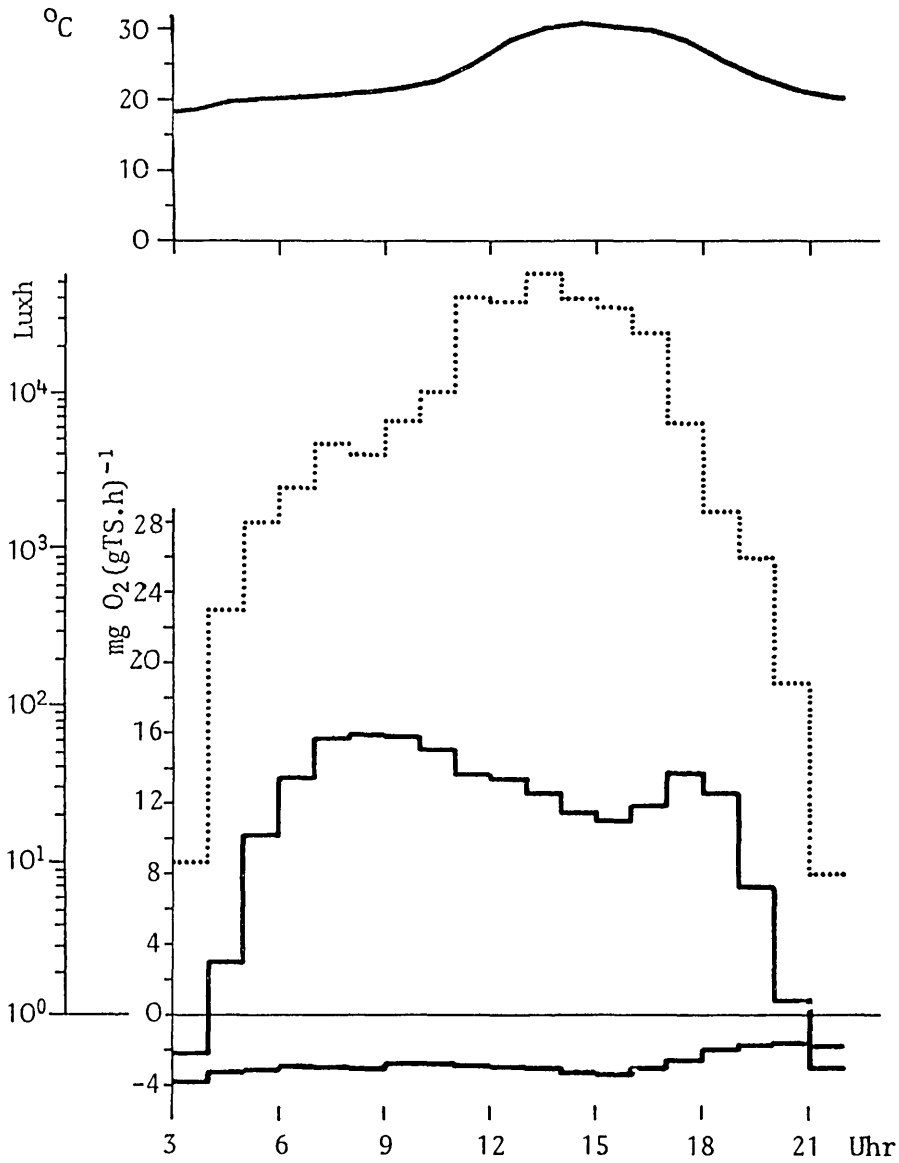


Abb. 4: Tagesgang der Photosynthese und Atmung im Monat Juli.
Zeichenerklärung siehe Abb. 1.

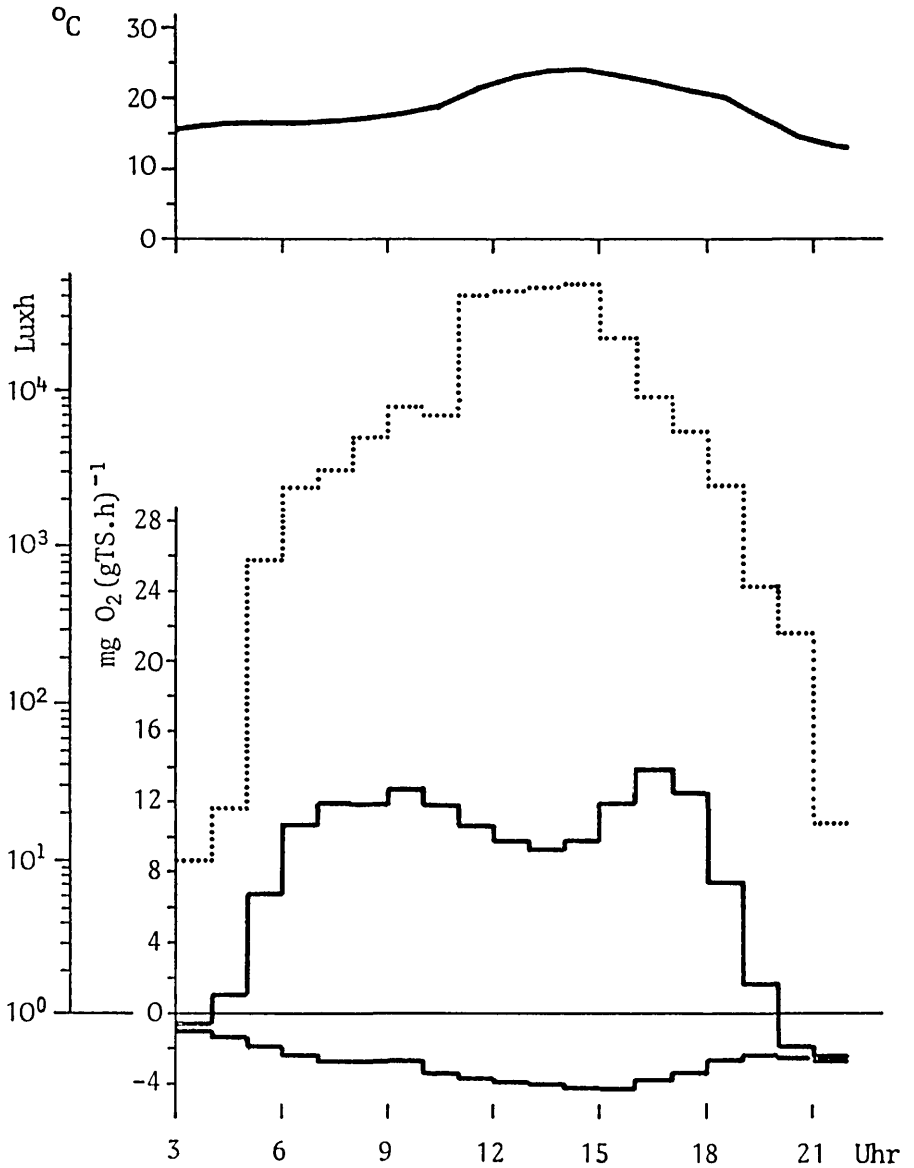


Abb. 5: Tagesgang der Photosynthese und Atmung im Monat August.
Zeichenerklärung siehe Abb. 1.

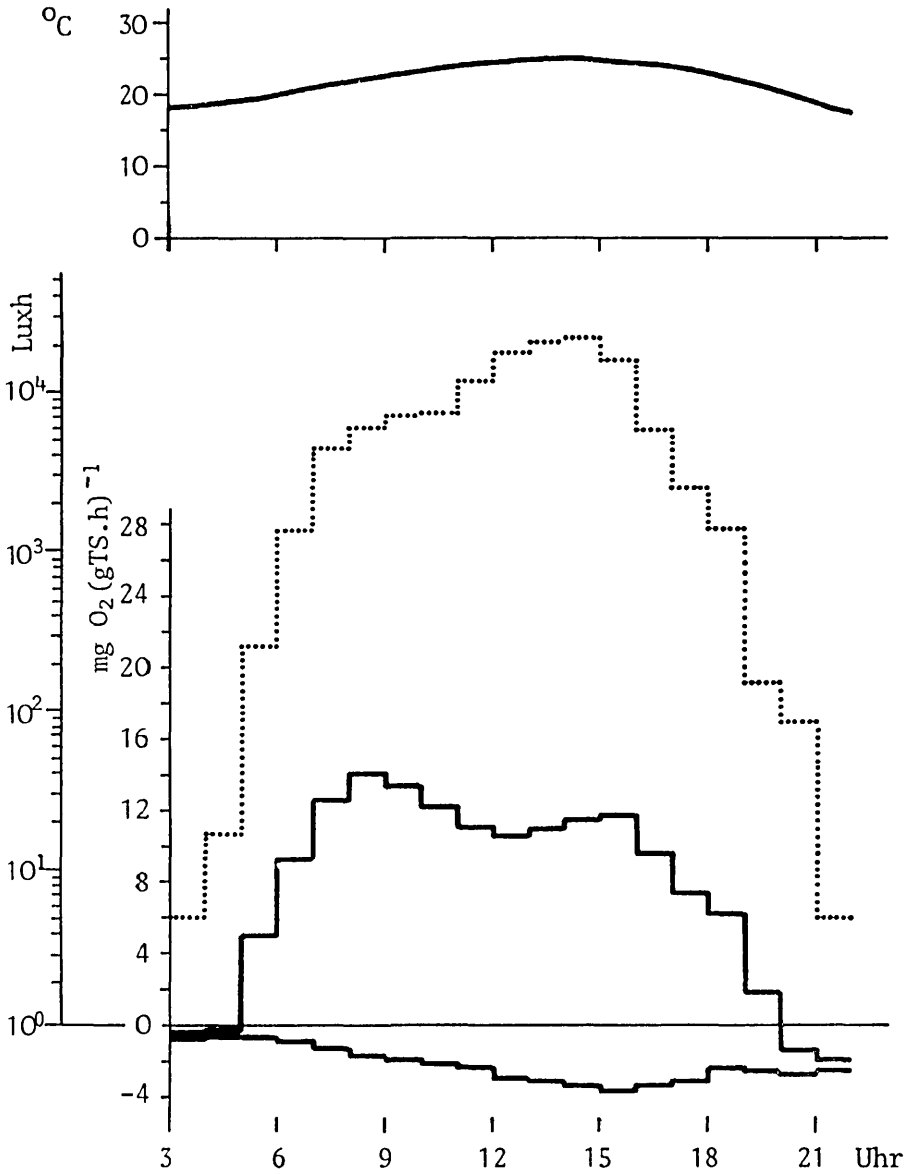


Abb. 6: Tagesgang der Photosynthese und Atmung im Monat September.
Zeichenerklärung siehe Abb. 1.

16 Uhr auf. Der nachmittägige Höchstwert der Photosynthese liegt viel niedriger als der vormittägige und hält sich nur kurze Zeit. Nach diesem Maximum fällt die Photosynthese in der schon bekannten Weise rasch und parallel zur Lichtkurve ab. Das Nachmittagsmaximum tritt nicht bei höchster Versuchstemperatur, sondern erst drei Stunden nach dieser auf. Die Atmung zu Versuchsbeginn liegt im Vergleich zu allen anderen Tagesversuchen am höchsten, sinkt bis etwa zum Vormittagsmaximum der Photosynthese allmählich ab und erreicht zur Zeit der photosynthetischen Mittagsdepression wieder einen Höchstwert. Dieser Wert wird, verglichen mit der Temperaturkurve, erst eine Stunde nach höchster Temperatur erreicht. Bei Einbruch der Dunkelheit sinkt die Atmung wieder auf ungefähr $2 \text{ mg O}_2 \cdot (\text{gTS} \cdot \text{h})^{-1}$ ab.

Die Photosyntheseleistung von *Spirogyra* im August ist gegenüber der im Juli deutlich verringert (Abb. 5). Zu Tagesbeginn steigt diese wieder mit zunehmendem Licht rasch an und erreicht um 10 Uhr vormittags das erste Maximum mit $12,9 \text{ mg O}_2$. Bei stärkstem Licht und höchster Temperatur, das hier in den ersten Nachmittagsstunden auftritt, fällt die Photosynthesekurve zur Mittagsdepression ab, um darauf zum Nachmittagsmaximum, das höher liegt als das vormittägige, anzusteigen. Nach diesem Höchstwert erfolgt wieder der Abfall der Photosynthese mit abnehmender Lichtmenge und Temperatur ziemlich gleichmäßig. Die Atmung liegt in der ersten Versuchsstunde sehr niedrig, steigt dann allerdings allmählich an und erreicht wieder ein bis zwei Stunden nach dem Temperaturmaximum ihren höchsten Wert. Von diesem Stundenmittel an fällt sie gleichlaufend mit der Versuchstemperatur ab. Auch hier liegt, wie in der Juliversuchsreihe, der erhaltene Wert aus den Versuchskolben zur Photosynthesemessung deutlich niedriger als der Wert aus den Atmungskolben.

Im Monat September verläuft die Kurve der Photosynthese- und Atmungsintensität sehr ähnlich wie im August (Abb. 6). Jedoch wird das Maximum der Photosyntheseintensität am Vormittag um eine Stunde früher erreicht und vom morgendlichen Anstieg der Sauerstoffentwicklung, der wieder parallel mit der Beleuchtungszunahme verläuft, ohne vorherigen Intensitätsabfall erhalten. Das Vormittagsmaximum tritt bei ungefähr 6000 Luxstunden und $22,2^\circ \text{ C}$ auf. Anschließend ist wieder ein Photosyntheseabfall um die Mittagszeit bemerkbar, um darauf einem neuerlichen Maximum am Nachmittag zuzustreben, das von 15 bis 16 Uhr vorliegt. Der Abfall von diesem Nachmittagshöchstwert erfolgt im September langsamer als im August, sodaß zwischen dem letzten Maximum und dem Überschreiten der Nulllinie fünf Stunden benötigt werden. Der Atmungsverlauf ist, wie schon vorher erwähnt, den im August erhaltenen Werten sehr ähnlich. Das Atmungsmaximum liegt ebenso ein bis zwei Stunden nach dem Temperaturmaximum und fällt mit dem Höchstwert der Photosynthese am Nachmittag zeitlich zusammen.

Im Oktober (Abb. 7) wurde der Versuchsbeginn auf vier Uhr morgens festgelegt, da vor dieser Zeit keine genügende Tageslichtmenge zur Verfügung stand, die meßbare Photosynthesewerte ergeben hätte. Das Versuchsmaterial war am Standort nicht mehr so zahlreich vorhanden wie in den Vormonaten. Mikroskopische Untersuchungen am Vortag des Versuches zeigten, daß die Algenzellen sehr viel Stärke enthielten. Am Morgen des Versuchstages war

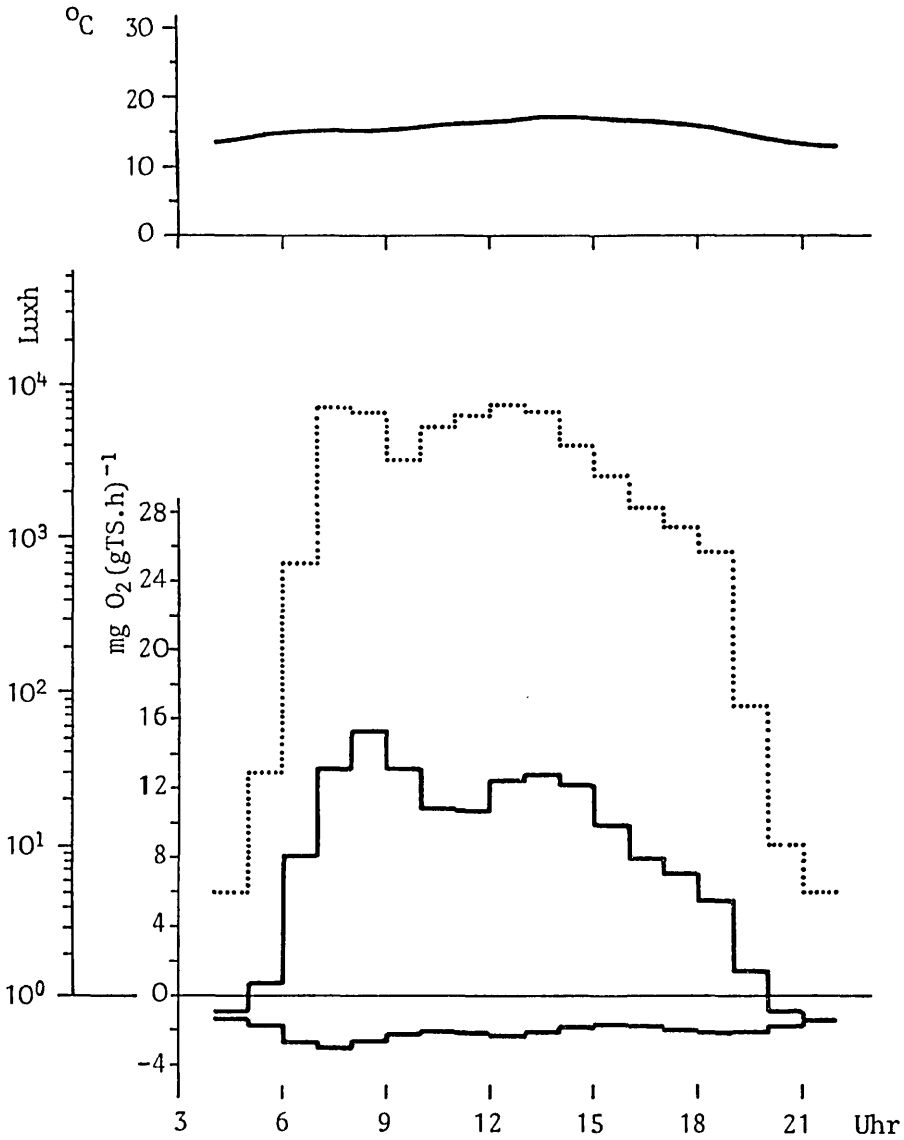


Abb. 7: Tagesgang der Photosynthese und Atmung im Monat Oktober.
Zeichenerklärung siehe Abb. 1.

diese jedoch weitgehend abgebaut. Der Anstieg der Licht- und Photosyntheseintensitätskurve war in den ersten Morgenstunden sehr steil, sodaß um acht bis neun Uhr bei einer Beleuchtung von 6500–7000 Lux das Vormittagsmaximum, das zugleich ein deutliches Tagesmaximum darstellt, auftritt. Der mittägliche Leistungsabfall der Photosynthese wird schon in der Zeit von 11 bis 12 Uhr erreicht. Das Photosynthesemaximum am Nachmittag erstreckt sich über mehrere Stunden und ist auffallend niedriger als das vor-

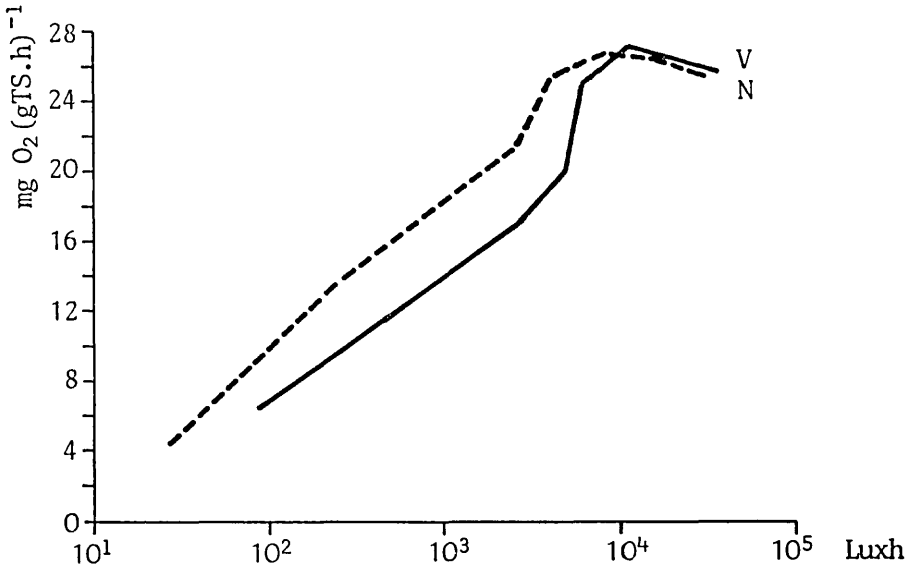


Abb. 8: Vormittägiger (V) und nachmittägiger (N) Verlauf der Photosynthese im Monat April.

mittägige. Der Kurvenabfall von diesem zweiten Maximum tritt dann langsam, jedoch schon um 15 Uhr ein und dauert bis Versuchsende an. Da sich die Temperatur während der Versuchsserie sehr wenig (nur um 4° C) änderte, verläuft auch die Atmung während des ganzen Tages ziemlich gleichmäßig. Lediglich von 7 bis 8 Uhr wird ein bis jetzt noch nicht aufgetretenes Maximum, das bei 3,1 mg O₂.(gTS.h)⁻¹ liegt, beobachtet. Bei höchster Temperatur von 17,2° C konnte — auch kein etwas zeitlich verzögertes — Atmungsmaximum beobachtet werden.

Aus all diesen Versuchen stellt sich nun förmlich die Frage, ob bei annähernd gleichen Beleuchtungsintensitäten die Photosynthese, genauer gesagt der Sauerstoffüberschuß, am Vormittag und am Nachmittag gleich groß ist oder voneinander abweichende Werte liefert. Aus diesem Grunde wurde eine andere Darstellungsart gewählt. Auf der Abszisse wurden in logarithmischen Abständen die Beleuchtungsstärken, auf der Ordinate die gemessenen Sauerstoffwerte (schon abzüglich des Blind- oder Nullwertes) aufgetragen. Die Temperatur kann für diese Betrachtungsweise außer Acht

gelassen werden, da bei allen Tagesversuchen der gleiche Temperaturgang beobachtet wurde. Diese Art der Darstellung zeigt deutlich den Einfluß der während eines Tages herrschenden Beleuchtungsintensitäten auf die Photosynthese.

Aus den im April durchgeführten Versuch wird nun deutlich, daß die vormittags erhaltenen Werte der Photosyntheseleistung bei annähernd gleicher Beleuchtungsstärke wesentlich niedriger als die nachmittägigen liegen (Abb. 8). Die höchsten, also über 10.000 Luxstunden liegenden Beleuchtungsstärken, werden am Vormittag und am Nachmittag ziemlich gleich gut genutzt. Am

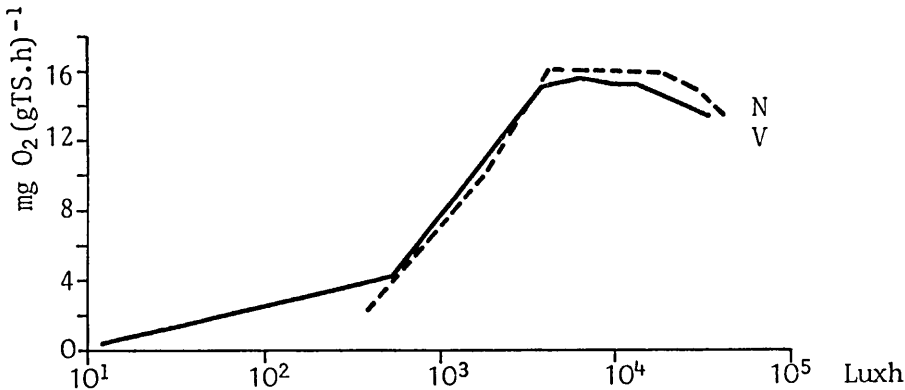


Abb. 9: Vormittägiger (V) und nachmittägiger (N) Verlauf der Photosynthese im Monat Juni.

Nachmittag werden allerdings die Beleuchtungsstärken, die die gleiche Höhe wie am Vormittag erreichen, wegen der hohen Wassertemperaturen etwas besser genutzt als in der ersten Tageshälfte.

Betrachtet man die Juniwerte, so ersieht man daraus eindeutig, daß der Vormittags- und Nachmittagsast der Photosynthesekurve gleich verläuft. Lediglich am Vormittag biegt die Photosynthesekurve vom Anstieg früher ab und die Leistungsverminderung der Photosynthese setzt langsamer ein. Am Nachmittag hingegen erfolgt anfangs eine ziemlich rasche Zunahme der Photosynthese, die sich darauf von 18.000 bis herunter auf 4.000 Lux nur geringfügig ändert und anschließend, bei noch geringerer Beleuchtungsstärke, stark abfällt (Abb. 9).

Im August (Abb. 10) zeigt sich bereits deutlich, daß die Photosyntheseleistung am Vormittag, bei gleicher Beleuchtungsstärke wie am Nachmittag, wesentlich stärker ist. Auch das Nachmittagsmaximum der Photosynthese tritt in dieser Darstellungsart deutlicher hervor. *Spirogyra* besitzt also in dieser Zeit die Fähigkeit, die vormittägigen geringeren Beleuchtungsstärken weit besser auszunutzen als am Nachmittag.

Der Vollständigkeit halber sei noch die aus den Septemberversuchen erhaltene Kurve wiedergegeben (Abb. 11). Sie bringt im Verlauf nichts wesent-

lich Neues zu den Augustwerten und es ist auch hier eindeutig ersichtlich, um wieviel besser die Alge, trotz tieferer Vormittagstemperaturen, die geringeren Beleuchtungsstärken ausnutzt.

Da eine plötzliche Änderung der Beleuchtungsintensität sich nicht in einer sofortigen Änderung der Sauerstoffproduktion ausdrückt, können für

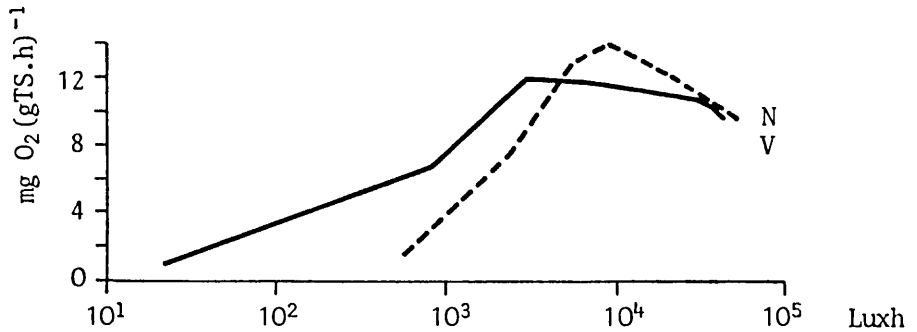


Abb. 10: Vormittägiger (V) und nachmittägiger (N) Verlauf der Photosynthese im Monat August.

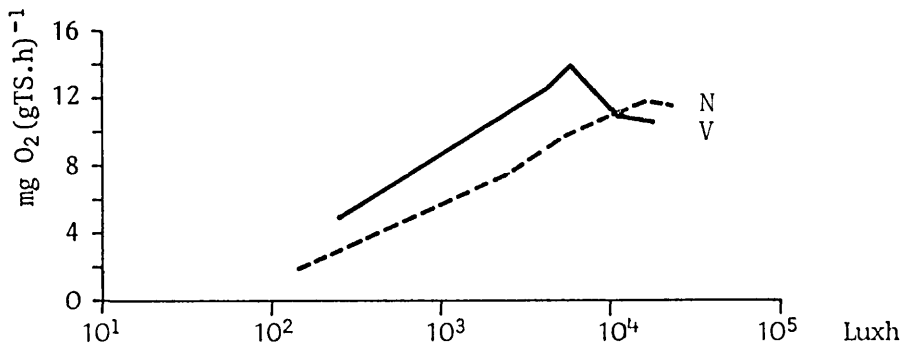


Abb. 11: Vormittägiger (V) und nachmittägiger (N) Verlauf der Photosynthese im Monat September.

diese Art der Darstellung nur Photosynthesekurven mit gleichmäßigem Verlauf der Beleuchtungsstärke verwendet werden. Im Oktober, wo am Vormittag ein unruhiger Verlauf der Beleuchtungsstärke zu bemerken war, treten bei punktwiser Übertragung der Werte große Unregelmäßigkeiten und daher ein sehr unruhiges Kurvenbild auf.

Diskussion

Wie aus den vorhergehenden Abbildungen ersichtlich ist, nutzen *Spirogyra*-Arten, die einander im jahreszeitlichen Rhythmus an ein und demselben Standort abwechseln, die vor- und nachmittägige Beleuchtung für

schieden aus. Die im Frühjahr vorkommenden ausschließlich einbändrigen *Spirogyra*-Arten besitzen am Nachmittag ihr Photosynthesemaximum. Im Sommer, wo ein- und mehrbändige Arten zusammen vorliegen, werden die vor- und nachmittägigen Einstrahlungen gleich gut genutzt. Hingegen liegt im Herbst das Photosynthesemaximum der durchwegs mehrbändigen Arten am Vormittag. Die unterschiedlichen Photosyntheseleistungen könnten auf ein artspezifisches Verhalten der beiden *Spirogyra*-Arten, die im Laufe eines Jahres auf diesem Standort auftraten, zurückzuführen sein. Vielleicht nutzt die einbändige Art die nachmittägige Beleuchtung besser aus als die mehrbändige Form. Da ein großer Stärkegehalt in der Zelle auch zu einer Photosyntheseverminderung führt, wären vielleicht auch Angaben über Chlorophyll a : b Verhältnisse klärend.

Parallel mit dem Verschwinden der einbändigen Arten in den Sommermonaten entwickeln sich mehrbändige *Spirogyra*-Arten, sodaß im Juli die ein- und mehrbändigen Arten im ungefähr gleichen Verhältnis am Standort vorlagen. Nimmt man eine Änderung der photosynthetischen Leistung mit dem Alter des Untersuchungsmaterials an, so ist die Sauerstoffproduktion der jungen *Spirogyra*-Arten am Nachmittag stärker (Abb. 8), die der alten am Vormittag (Abb. 10, 11). In den Sommermonaten, wo junges und altes Material zugleich vorkommt, ergibt sich daher eine gleiche Ausnutzung der vor- und nachmittägigen Beleuchtung (Abb. 9). In den Versuchen AHAMMERS (1935) mit *Spirogyra sp.* in den Monaten Juni bis August kann ebenfalls diese Tendenz erkannt werden. Da AHAMMERS Versuche nur über drei Monate ausgedehnt wurden, tritt die Abhängigkeit der Photosyntheseleistung vom physiologischen Alter der Algenarten aber noch nicht so deutlich zutage.

Die absoluten Photosynthesewerte liegen bei den untersuchten *Spirogyra*-Arten im Herbst tiefer als im Frühjahr. Dies könnte wieder mit dem physiologischen Alter der Algenarten zusammenhängen. Im Frühjahr liegen nur junge Algenfäden vor; im Herbst hingegen, wenn nur mehr physiologisch altes Material vorhanden ist, ist auch die Photosyntheseleistung desselben niedriger.

Die langsame Erwärmung der Gewässer vom Frühjahr an und die geänderten Lichtverhältnisse im Laufe des Jahres sind sicher auch für die Schwankungen der Photosyntheseleistung ausschlaggebend.

Die Hemmung der Photosynthese in den Mittagsstunden ist natürlich nur bedingt mit der „Mittagsdepression“ der Landpflanzen vergleichbar. Bei den hier untersuchten Algen ist diese Tatsache, wie mikroskopische Untersuchungen zeigten, durch die sehr reichlich vorliegende Stärke in den Zellen bedingt.

Zusammenfassung

An der Grünalge *Spirogyra* wurde am natürlichen Standort im Verlaufe eines Jahres die Photosyntheseleistung untersucht.

Einbändige *Spirogyra*-Arten zeigen im Frühjahr am Nachmittag stärkere Photosynthese als am Vormittag. Im Herbst, wo nur mehrbändige Arten am Standort vorkamen, ist vormittags die Photosynthese am stärksten.

Die Absolutwerte der photosynthetischen Sauerstoffproduktion sind im Frühjahr höher als im Herbst. In den Mittagsstunden wird durch die starke Anhäufung von Assimilationsstärke die Photosyntheseleistung gehemmt.

Literatur

- AHAMMER, A., 1935: Über die Kohlensäureassimilation einiger Wasserpflanzen des Traunsees. Diss. Univ. Wien, 83 S.
- DRAXLER, G., 1973: Gaswechsellmessungen an *Utricularia vulgaris*. In: H. ELLENBERG, Ökosystemforschung. 103–107. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- EHRKE, G., 1929: Die Einwirkung der Temperatur und des Lichtes auf die Atmung und Assimilation der Meeresalgen. *Planta* 9, 631–638.
- GUTTENBERG, H. v. und BUHR, H., 1935: Studien über die Assimilation und Atmung mediterraner Macchiapflanzen während der Regen- und Trockenzeit. *Planta* 24, 163–265.
- HUBER, L., 1962: Das Problem der Waschhilfsmittel insbesondere der Phosphate. *Münchener Beitr. Abwasser-, Fischerei- u. Flußbiol.* 9, 276–291.
- MARTHALER, H., 1938: Untersuchungen über den Kohlenhydratgehalt von Alpenpflanzen. *Jb. wiss. Bot.* 87, 267–300.
- MALUTOVA, D., 1964: Influence of Detergents on Water Algae. *Technology of Water* 8, 251.
- MALZ, F., 1962: Über das Verhalten „neuer“ Detergentien bei der aeroben Abwasserreinigung. *Münchener Beitr. Abwasser-, Fischerei- u. Flußbiol.* 9, 266–276.
- MONTFORT, C. u. NEYDEL, K., 1928: Zur Beurteilung der Inaktivierung und des Zeitfaktors der Lichtwirkung bei der Assimilation stomatafreier Schattenfarne. *Jb. wiss. Bot.* 68, 801–843.
- OFFHAUS, K., 1962: BSB/Untersuchungen an Detergentien. *Münchener Beitr. Abwasser-, Fischerei- u. Flußbiol.* 9, 184–197.
- WINKLER, L. W., 1888: Die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffs und die Löslichkeit des Sauerstoffs in Wasser. I, *Ber. dt. Chem. Ges.* 21, 2843; II, *Ber. dt. Chem. Ges.* 22, 1764.
- Ausgewählte Untersuchungsverfahren für das chemische Laboratorium. Bd. 29d. *Sammlg.: Die chemische Analyse.* F. Enke-Verlag, Stuttgart 1931.

Eingelangt: 21. 2. 1977.

Anschrift des Verfassers: Dr. Gerhard DRAXLER, Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien, Dr. Karl-Lueger-Ring 1, A-1010 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: [116-117](#)

Autor(en)/Author(s): Draxler Gerhard

Artikel/Article: [Gaswechselfmessungen an Spirogyra-Arten am natürlichen Standort 83-98](#)