© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

SAUTERIA 1 1986 179 - 192

WACHSTUMSANALYSE VON POTAMOGETON PERFOLIATUS

von
KÁRPÁTI,V., KÁRPÁTI,I., VAJAI,E., TÓTH,I.

Zielsetzung

Die Erkenntnisse unserer bisherigen Primärproduktionsmessungen im Balaton wurden mit einer genaueren Wachstumsanalysenmethode ergänzt. Bei den terrestrischen Pflanzen sind die Probenentnahmen und die Bewertungsmethode bekannt (Czimber-Précsényi 1977, 1978, Virágh 1980), es tauchen aber in submersen Beständen mehrere, nur schwer lösbare Probleme bei der Probenentnahme auf.

Die statistische Primärproduktionsaufnahme mit der Wassermonolit-Methode (Kárpáti et. al 1970, 1971) gab keine ausreichende Antwort über die Veränderungen der Primärproduktion in den verschiedenen Zeitabschnitten der Vegetationsperiode. Wir möchten die Kontinuität des Wachstums mit dieser Analyse ausdrücken. Im Jahre 1984 stellten wir mit *Potamogeton perfoliatus* einen Modellversuch in der Keszthelyer-Bucht bei Fenékpuszta ein. Hier kam Myriophyllo-Potametum potametosum perfoliati in weit ausgedehnten Pflanzengesellschaften vor.

Methoden

Terrainmethode

Unser Mustergebiet lag in der Keszthelyer-Bucht bei Fenékpuszta. Am Grund des Sees wurde in 5 Wiederholungen ein 1x1m großes Netz als Dauerquadrat verlegt. Die Meßstellen von Myriophyllo-Potametum potametosum perfoliati waren vor der Schilfzone in Richtung des offenen Wasserspiegels in 1,2-1,5m Wassertiefe zu finden.

Jede zweite Woche wurde an Ort und Stelle mit Taucherausrüstung getaucht und dabei in jedem Quadrat die dort vorkommenden Laichkräuter skizziert und die Länge gemessen. Die Quadrate wurden in 10x10cm große Gitter eingeteilt. Zu jedem einzelnen Gitter wurde eine Nummer von 1-100 zugeordnet. Mit Hilfe dieser Codierung konnten wir den genauen Platz der einzelnen Laichkräuter markieren. (SZEGLET P. 1985, JOHNSTONE, I. M. 1982)

Auswertungsmethode

Die Muster wurden neben dem Dauerquadrat entnommen und folgende Parameter gemessen:

a) Länge des Sprosses in cm
b) Stengel- und Blätteroberfläche-Messungen mit LICOR Elektrikplanimeter
c) Blattzahl
d) Absolutes Trockengewicht (bei 105°C getrocknetes Material)

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

e) Chlorophyll-Komponenten-Untersuchungen mit Äther- und Aceton-Extraktion, gemessen mit dem Spektrophotometer, Chlorophyll A bei 660 B bei 640 und die Karotinoide bei 440 Nanometer.

Mit diesen Daten sind die folgenden Berechnungen gemacht worden,

1) Sprosszahl/m²
2) Durchschnittshöhe/cm
3) Blattzahl/m²
4) Blattoberfläche/m²
5) Stengeloberfläche/m²
6) Gesamtassimilationsoberfläche/m²
7) Absolutes Trockengewicht der Phytomasse/m²

welche als Grundlage für die mathematische Auswertung benutzt worden sind. Zur Aufstellung eines Wachstumsmodells scheint die logistische Funktion am besten geeignet zu sein.

$$y = A \frac{1}{1+e^{z+cx}}$$

Die Fügung wurde auf eine lineare Regression zurückgeführt, bei der der Wert "r"-0,99 war. Die Zeit des intensivsten Wachstums wurde mit der Derivation einer gefügten Funktion bestimmt.
Die Ergebnisse wurden mit der folgenden Formel dargestellt:

$$f(x) = A \frac{1}{1+e^{z+cx}}$$

Eine weitere Ausdrucksmöglichkeit der Formel:

$$f(x) = A \frac{1}{1+ab^x}$$

$m = ab^x \quad a = e^z \quad b = e^c$

A = die obere Grenze, wozu der y-Wert gehört

m = drückt aus, wie groß die Abweichung von dem erreichten y Wert bis zur endgültigen Vollendung ist.

$$m = \frac{A-y}{y}$$

c = drückt die relative Geschwindigkeit des Wachstums aus (die Kurvenverflachung und Streckung)

z = bestimmt die Gestaltung der Kurve im Punkt x=0

a = der Wert zeigt auf, wie weit der im Punkt x=0 erreichte Wert von dem der Vollendung des Wachstums entfernt ist.

b = zeigt an, um wieviel die relative Entfernung abweicht, wenn x sich um 1 vergrößert

Zur konkreteren Darstellung der Wachstumsanalyse wurden auf Grundlage des beigefügten Zusammenhanges Wachstumsraten errechnet (Virágh, K. 1980, 1981, Szabó I. 1983, 1984)

Die auszuwertenden Größen: $RGR = \frac{1}{w} \cdot \frac{dw}{dt}$ [g/g/Tag]

wobei w = das absolute Trockengewicht g/m², t = die Zeit/Tag darstellt.

$$RLGR = \frac{1}{A} \cdot \frac{dA}{dt} \text{ [cm}^2\text{/cm}^2\text{/Tag]}$$

wobei A = die Assimilationsoberfläche der Blatt- und Stengeloberfläche ist.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

$$NAR = \frac{1}{A} \cdot \frac{dW}{dt} \; [g/cm^2/Tag]$$

NAR-Durchschnitt kann man auch mit folgender Formel berechnen:

$$\overline{NAR} = \left(\frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}\right) \left(\frac{\ln A_2 - \ln A_1}{A_2 - A_1}\right)$$

$$LAR = \frac{RGR}{NAR} \; [cm^2/g]$$

Die Dynamik der Änderung des Chlorophyllgehaltes - bezogen auf $1m^2$ Blattfläche - wurde durch logistische Abhängigkeiten untersucht. Die Drei-Faktoren Wirkung wurde mit Hilfe dreier voneinander sich unabhängig ändernden Regressionsanalysen errechnet (Sváb, J. 1973). Die Parameter sind die folgenden:

x_1 Blattzahl (db/cm^2)
x_2 Blattchlorophyll-gehalt (mg/cm^2)
x_3 Blattoberfläche (cm^2/m^2)

Die Berechnung erfolgt mit folgender Formel:

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3$$

Ergebnisse

A) Sprosszahl- und Sprosslängedynamik (Abb. 1)
Auf Grund unserer Probenentnahme während der Vegetationsperiode wurde festgestellt, daß das durchschnittliche maximum der Sprosslänge nicht mit dem Maximum der Dichte der Sprosse zusammenfällt.

Das Längenwachstum überholt etwa nach 2 Monaten die Dichte der Sprosse. Diese Erscheinung kommt zustande, weil im Laufe der Vegetationszeit die Sprosse fortwährend austreiben.

Die Bewegung des Wassers kommt als Störungserscheinung in Frage.

B) Veränderung der Trockengewichtsmenge (Abb. 2)
Die gefügte Funktion beschreibt bis zum Trockengewichtmaximum die Tendenz der Wachstumsveränderung. Dieser Wert ist bei unserem Modell - auf Grund der derivierten Werte - $32/g/m^2$, in der zweiten bzw. dritten Juni Woche. Zu dieser Zeit deckt er sich mit dem Sprosslängenmaximum. Die plötzliche Minderung des spezifischen Gewichtes des Bestandes ist mit einer gestrichelten Linie gezeichnet. 1984 dauerte dieses Stadium bis anfang September. Zum selben Zeitpunkt fängt die Dekomposition der Makrophyten an. Dieses Stadium könnte bei großer Phytomassenmenge der Grund für eine Anhäufung der Nährelemente im Wasser sein.

C) Die Veränderung der Assimilationsoberfläche in der Vegetationsperiode (Abb. 3)

Die Fügung der Funktion wurde bis zum Wachstumsmaximum der Assimilationsoberfläche modelliert.

Es wurde festgestellt, daß die Wachstumsmaxima der Assimilationsoberfläche nicht mit dem Zunehmen der Trockengewichtsmaxima übereinstimmen. Sie sind etwa mit zwei Monaten hinter den stimmten Trockengewichtsmaxima zurückgeblieben, stimmen aber mit der größten Dichte der Sprosse überein ($26.10^3 cm^2/m^2$). Mit derivierten Werten kann man beweisen, daß die Assimilationsoberflächen das intensivste Wachstum haben. Diese Erscheinung beobachtet man, wenn die Assimilationsoberfläche des Blattes und des Stengels getrennt untersucht wird (Abb. 4-5).

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
Die Blattoberfläche (Abb.4) erreicht ihre Maximalgröße Mitte August ($2.10^4 cm^2/m^2$).

Auf dieses Stadium folgte eine rasche Absenkung. Auf Grund der derivierten Werte war das Wachstum Anfang Juli am intensivsten (Abb.4).

Das Wachstum der Stengeloberfläche (Abb.5) ist ein längerer Prozeß, welcher sein Maximum erreicht, wenn auch das Trockengewichtsmaximum erreicht ist. Dieser Wert beträgt $4,1.10^3 cm^2/m^2$. Die intensivste Wachstumstätigkeit ist Anfang Juli. Das Verhältnis der Oberflächenmaxima der Organe ist 1:5. Die Blattoberfläche ist 5 mal größer als die maximale Stengeloberfläche. Mathematisch ist auch bewiesen, daß die Vernichtung der Blätter viel rascher erfolgt als die der Stengel (Abb. 4-5).

Die intensivste Wachstumszeit bei Blatt und Stengel sind abweichend. Die Wachstumsintensität der Stengel erreicht ihr Maximum ca 3 Wochen vor der intensivsten Blattoberflächenzunahme. Die Blattoberflächenmaxima stimmen mit den Sprossdichte-Maxima am Anfang August überein. Die Stengelhöhe-Maxima mit den Sprosslängen-Maxima fallen zeitlich auch zusammen; Ende Juni Anfang Juli.

Deutung der Wachstumsfaktoren

Die RGR (Relativ Growth Rate) drückt das relative Wachstumsverhältnis aus, auf Grund dessen wir feststellen konnten, daß die tägliche gewichtsmäßige Wachstumszunahme der Pflanze (*Potamogeton perfoliatus*) zu Beginn der Beobachtungszeit, d.h. vom 28. April bis zum 29. Mai am größten war. Danach war eine gewisse Verringerung zu verzeichnen, d.h. die Anreicherung von organischen Stoffen setzte sich zwar fort, das absolute Trockengewicht stieg bis Mitte Juli weiter an, aber mit geringerer Intensität (Abb. 6).

Die RLGR (Relativ Leaf Growth Rate) stellt das relative Oberflächenwachstumsverhältnis dar. Diese Wachstumsrate können wir für die Blattoberfläche, die Stengeloberfläche und die gesamte Pflanzenoberfläche berechnen. Die Veränderung aller drei Größen zeigt gleiche Tendenz mit der Änderung der RLGR (Abb. 7).

Die aktuellen RLGR-Werte gestalten sich bei den drei berechneten Oberflächen sehr interessant. Bis zum 35. Versuchstag ist das Wachstum der Stengeloberfläche intensiver als das Blattoberflächenwachstum. Vom 35. Tag an zeigt die Stengeloberfläche ein langsameres Wachstum, was auch auf der Abbildung 2 zu sehen ist. Wie man sieht, beeinflußt die Stengeloberfläche die gesamte Assimilationsoberfläche nur wenig.

Die NAR (Netto Assimilation Rate) drückt die Wirksamkeit der täglichen fotosythetischen Produktion aus (Abb 8). Da die NAR Aufschluß über die Aktivität des fotosynthetischen Systems gibt, korreliert sie positiv mit der Sonneneinstrahlung. Diese positive beziehung ist auf Abbildung 8 zu sehen, die Werte der NAR zeigen eine starke Verringerung. Die NAR-Werte der berechneten Blattoberfläche und der gesondert berechneten Gesamtassimilationsoberfläche sind einander ähnlich, die NAR-Werte der Stengeloberfläche dagegen weichen von diesen ab. Das zeigt an, daß die fotosynthetische Produktivität der Stengeloberfläche viel kleiner ist, als die der Blattoberfläche, vom Standpunkt der Assimilationsoberfläche aus gesehen beinahe zu vernachlässigen.

Die LAR (Leaf Area Ratio) zeigt die Veränderung des Verhältnisses

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
der Blattfläche, der Blattoberfläche und des absoluten Trockengewichtes (Abb. 9).

Man kann die RGR in eine physiologische und eine morphologische Faktorenreihe zerlegen, davon ist die physiologische die schon behandelte NAR, die morphologische die LAR. Im Gegensatz zur NAR stehen die LAR Werte mit dem Licht im negativen Verhältnis. Bei Beschattung erhöhen sich die LAR-Werte.

Die LAR-Kurven auf Abbildung 9 zeigen die Schattenwirkung des Wassers. Die Auswertung der LAR-Werte zeigt, daß während der Vegetationsperiode bis zum Ende derselben, die Assimilationsoberfläche der Pflanzen schneller wächst als das Trockengewicht der Pflanzen. Dieses Wachstum kann als verhältnismäßig gleichmäßig bezeichnet werden, wenigstens bis zum 90. Tag, dann steigt es sprunghaft an. Dieser Anstieg fällt mit den Höchstwerten der Sonneneinstrahlung und der Temperatur zusammen (Abb. 10). Dieser Anstieg ist auch bei den Chlorophyllkomponenten zu beobachten. Es ist bezeichnend für die LAR-Kurven, daß die für die Stengeloberfläche berechnete Kurve auch hier von der der Blattoberfläche abweicht.

All diese Angaben kann man zum Vergleich mit anderen Laichkrautarten benutzen, wenn entsprechende Meßwerte zur Verfügung stehen.

Die Dynamik der Chlorophyllkomponenten

Die auf das Probennahmequadrat bezogene Chlorophyll-a-Gehaltsteigerung ist Mitte Juli am intensivsten. Dies fällt mit dem intensivsten Wachstumsabschnitt der Assimilationsoberfläche, der im ersten Drittel August sein Maximum erreicht, zusammen, ebenso mit den vorher genannten Parametern mit einem Maximumwert von 569 mg/m² (Abb. 11).

Der Chlorophyll-b-Gehalt steigt langsamer, hier ist die intensivste Steigerung Ende Juli - Anfang August zu verzeichnen. Der Maximalwert wird im ersten Drittel August erreicht. Er beträgt 130 mg/m². Die Steigerung des Karotinoidgehaltes ist wie die des Chlorophyll-a-Gehaltes Mitte Juli am größten. Der Maximalwert wird zwischen dem Maximalwert von Chlorophyll-a und Chlorophyll-b im ersten Drittel August erreicht, er beträgt 165 mg/m². Weil mit Durchschnittswerten des Farbstoffgehaltes der unteren und oberen Blattetage gearbeitet wurde, ist deren Verhältnis während der Vegetationsperiode konstant. Der Vergleich der Dynamik der Chlorophyllkomponenten der einzelnen Blattetagen ist eine weitere Aufgabe.

Das Verhältnis der Farbstoffe ist folgendes:
Chlorophyll-a : Chlorophyll-b : Karotinoid = 4,8 : 1 : 2,7

Von den einzelnen Wachstumsparametern läßt sich die NAR nach Meinung einiger Autoren (HUNT-COOPER 1967) auf Grund des Chlorophyll-a-Gehaltes berechnen und zwar in dem Falle, wenn zwischen dem Trockengewicht und dem Gesamtchlorophyllgehalt eine lineare Beziehung besteht.

Wir konnten mit P=10% Genauigkeit eine lineare Beziehung feststellen. Die auf Grund dessen berechneten NAR-Werte enthält Tabelle 1.

Es läßt sich feststellen, daß die auf Grundlage der Assimilationsoberfläche und die auf Grund des Chlorophyllgehaltes errechneten NAR-Werte übereinstimmen.

Die Wirkung des x_1, x_2 und x_3-Faktors auf den Chlorophyllgehalt des Musterquadrates

Die drei untersuchten Faktoren beeinflussen den Chlorophyll-a-Gehalt des Probennahmequadrates zu 95% (Tab. 2). Am meisten macht sich die Blattzahl pro m² bemerkbar, zu 66%. Außerdem hat der Chlorophyll-a-Gehalt pro Blattoberflächeneinheit einen signifikanten Einfluß von 30%. Die Wirkung der durchschnittlichen Blattoberfläche (cm^2/m^2) ist jedoch nicht signifikant, ihr Wert ist -0,65%.

Die Wirkung der Faktoren auf den Chlorophyll-b-Gehalt ist ähnlich der auf den Chlorophyll-a-Gehalt. Die Gesamtwirkung beträgt 93%. Davon ist die Wirkung der Blattanzahl zu 68%, der Chlorophyllgehalt pro Oberflächeneinheit zu 28% beteiligt. Die Wirkung der untersuchten Faktoren ist im Falle der Karotinoide anders. Eine signifikante Wirkung ist nur für die Zahl der Blätter erwiesen und zwar mit 89%. Die Gesamtwirkung der drei Faktoren ist 95%.

Es ist das Ziel unserer weiteren Untersuchungen, zu klären, warum die Blattzahl auf die Karotinoide die größte Wirkung hat, weiterhin, warum der Karotinoidgehalt auf die Blattoberflächeneinheit bezogen, keine signifikante Wirkung hat.

Literatur

CZIMBER, Gy. - PRÉCSÉNYI, I. - KULCSÁR, A. (1978): A fenyércirok /Sorgum halepense /L./Pers./ kártétele és növekedésének fontosabb jellemzői a székesfehérvári "Vörösmarty" termelőszövetkezet kukoricavetésében. Növ. Term. 27. 521-528.

CZIMBER, Gy. - PRÉCSÉNYI, I. - CSALA, G. (1978): Adatok a kukoricavetésben gyomosodást okozó köles (Panicum miliaceum L.) Kártételéről. Növ. Term. 26. 275-284.

HUNT, L. A. - COOPER, J. P. (1967): Productivity and canopy structure in seven temperati forage grosses - J. Appl. Ecol. 4: 437-457.

JOHNSTONE, I. M. (1982): Weed scarce: theory of energy source transfer. Proceedings of 6. EWRS Water Plant Symposium.

KÁRPÁTI, I. - VARGA, Gy. (1970): Forschungsergebnisse der Laichkrautvegetation in der Balatonbucht von Keszthely Keszthelyi Agrártudományi Főiskole Közleményei 12. 3-67.

KÁRPÁTI, I. - KÁRPÁTI, V. (1970): Methodological Problema of the Researci on the Produktion of the Premier Phytobiomass of the lake Balaton. IBP /Unesco Meeting on Production, Ecology and Hydrological Implications of Aquatic Macrophytes Roumania 1-10.

KÁRPÁTI, I. - VARGA, Gy. - NOVOTNY, I. (1971): A Szigligeti-öböl hinárvegetációja 1970 évi fitomassza produkciója. Agrártud. Egyetem Kiadványai, Keszthely, 13. 3-39.

PRÉCSÉNYI, I. - CZIMBER, Gy.-CSALA, G. (1977): Kukorica hibridek (OSSK-218 és DKXL-342) növekedés-analizise. KATE Mosonmagyaróvári Kar Közleményei. 18-19. 4. 3-30.

SVÁB, J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazd. K. Budapest 1-517.

SZABÓ, I. (1983): Pázsitfűfélék produkció vizsgálata. Kandidátusi értekezés Agrártudományi Egyetem Keszthely. Ined. 1-114.

SZABÓ, I. (1984): Growth Analysis of Reed Canarygrass 'K-52' and Tall Fescue 'K-50' Lines Introduces from Marschlands into Field Conditions (Clayed Brown Forest Soil). 2nd Intecol Wetlands

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Conference Trebon, Czechoslovakia I. 108.
SZEGLET, P. (1985): Mintavételi módszer a vizben álló nádasok üledékben elhelyezett szerveinek produkcio méréséhez Hydrológiai Társaság X. Ifjusági napok Keszthely 1985. máj. 22-23. 323-332.
VIRÁGH, K. (1980/1981): A növekedés analizis, mint ökológiai módszer
I. Elméleti alapok Bot. Közlem. 67. 1. 67-78.
II. Alkalmazási treületek Bot. Közlem. 67. 207-218.
III. Irodalmi áttekintés Bot. Közlem. 68. 1-2. 41-50.

Anschrift der Verfasser:
Kárpáti,V. - Kárpáti,I.
Vajai,E. - Tóth,I.

Agrarwissenschaftliche Universität, Keszthely
Lehrstuhl für Botanik und Pflanzenphysiologie

H 8360 Keszthely
Deák Ferenc n 16

Tabelle 1:

BERECHNETE NAR- UND FARBSTOFFDURCHSCHNITTSWERTE

Zeit/Tag	$\overline{NAR}$	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Karotinoide
1 - 8	0,0780	0,0059	0,0241	0,0152
8 - 22	0,1215	0,0089	0,0413	0,0245
22 - 36	0,1651	0,0117	0,0621	0,0343
36 - 50	0,1279	0,0085	0,0512	0,0268
50 - 65	0,0470	0,0020	0,0189	0,0096
65 - 94	0,0059	0,0030	0,0020	0,0010
94 - 106	0,0005	0,0002	0,0001	0,00008
106 - 134				

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

TABELLE 2:

Die Wirkung des x_1, x_2 und x_3 Faktors auf den Chlorophyllgehalt des Musterquadrates

x_1 Blattzahl db/cm² x_2 Blattchlorophyllgehalt mg/cm²
x_3 Blattoberfläche cm²/m²

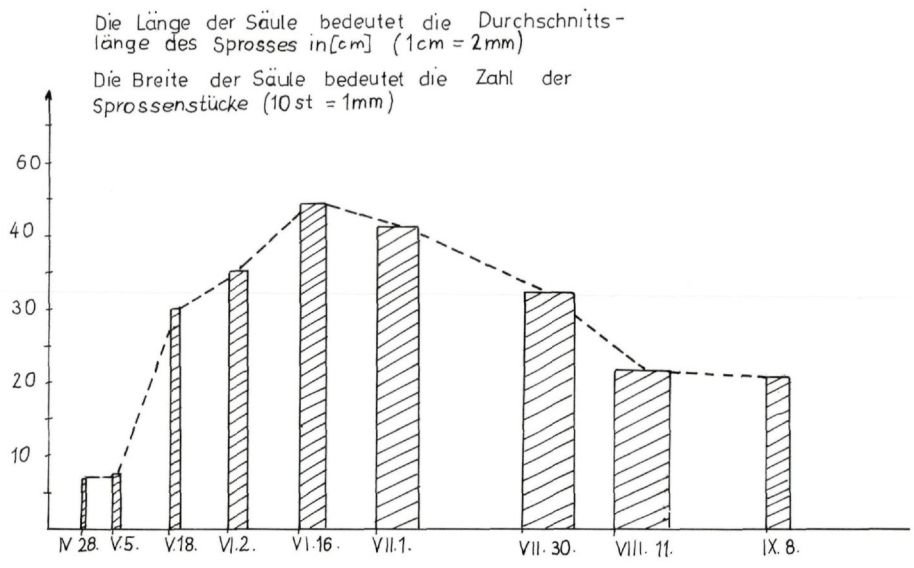
n=8	$\bar{x}$	Streuung s_{n-1}	Korr. Koeff. r_{yi}	Parzieller Regressions-koeffizient	Regr.Koeff. Standard	Sign. Probe t	Gesamt-wirkung H
Chlorophyll-a							
x_1	1827,875	1440.27	0,8786	0,0902	0,7509	6,4195**	0,6598
x_2	0,0182	0,0054	0,6875	13952,08	0,4414	3,9339*	0,3034
x_3	4,564	0,8935	-0,1339	9,4497	0,0488	0,4387	-0,0065
Y	155,591	172,93		a=-304,944			R^2 =0,9567
Chlorophyll-b							
x_1	1827,875	1440,27	0,853	0,0187	0,8049	5,881**	0,6866
x_2	0,0035	0,001	0,598	11915,915	0,4661	3,445*	0,2787
x_3	4,564	0,8935	-0,165	7,2506	0,1935	1,402	-0,0319
Y	29,245	29,245	33,48	a= -79,734			R^2 =0,9334
Karotinoide							
x_1	1827,875	1440,27	0,946	0,0316	0,9453	7,823**	0,8943
x_2	0,006	0,0017	0,339	6511,5441	0,2230	1,899	0,0756
x_3	4,564	0,8935	0,215	5,6748	0,1054	0,867	-0,0227
Y	51,584	48,11		a= -71,1459			R^2 =0,9472

$t_{P1\%}$** = 4,66 $t_{P5\%}$* = 2,78

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

POTAMOGETON PERFOLIATUS (Keszthelyer - Bucht 1984) Abb 1.

Die Länge und die Zahl des Sprosses (auf Grund Shustequadrat)



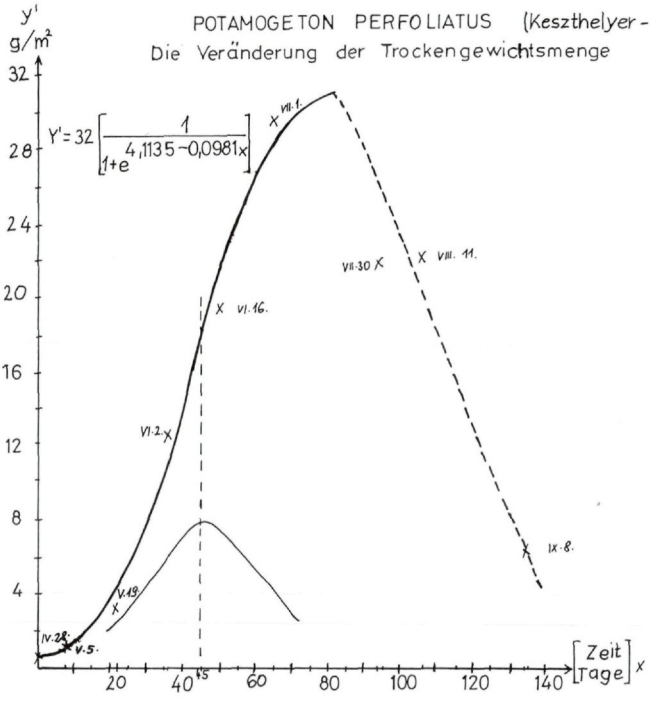


Abb. 2.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Abb 3.

POTAMOGETON PERFOLIATUS (Keszthelyer-Bucht 1984)

Die Veränderung der Assimilationsoberfläche

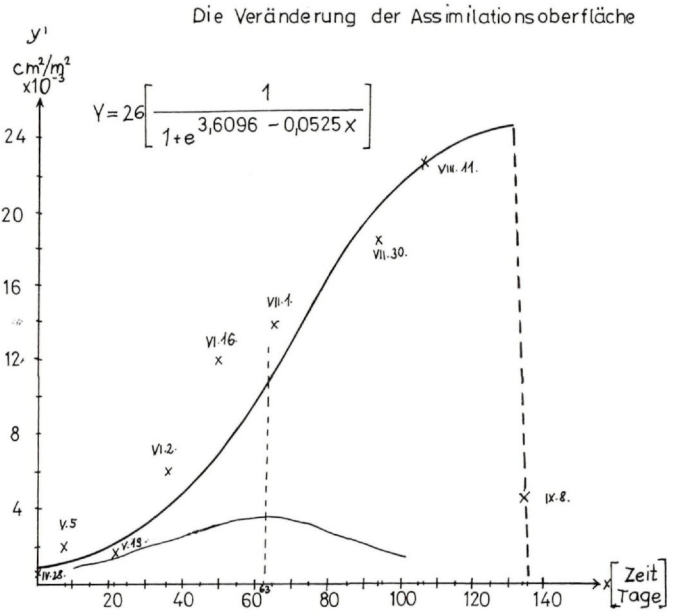
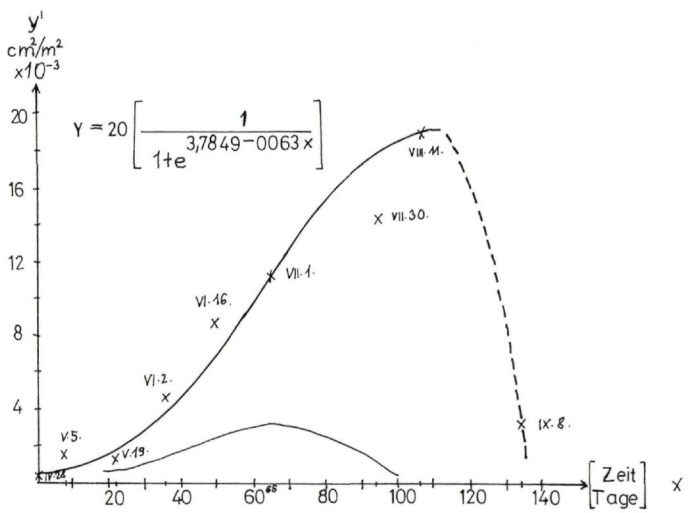


Abb 4.

POTAMOGETON PERFOLIATUS (Keszthelyer-Bucht 1984)

Die Veränderung der Blattoberfläche



© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 5.

POTAMOGETON PERFOLIATUS (Keszthelyer - Bucht 1984)

Die Veränderung der Stengeloberfläche

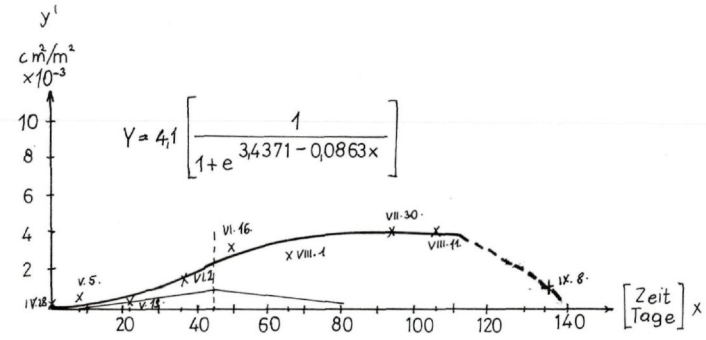
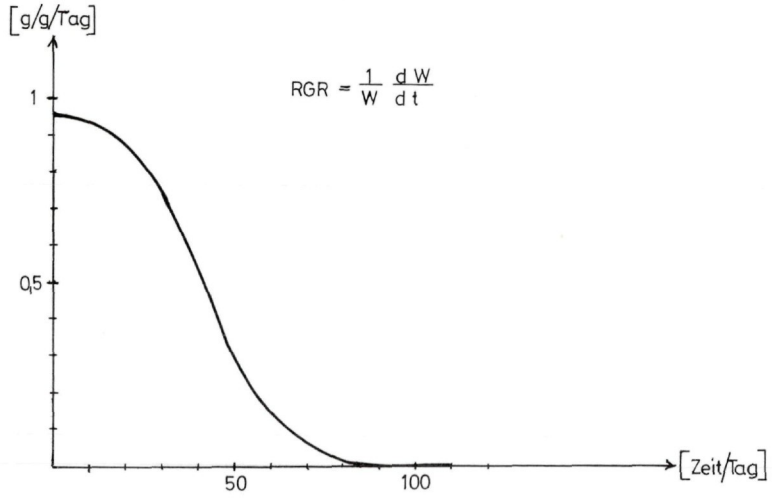


Abb.6.

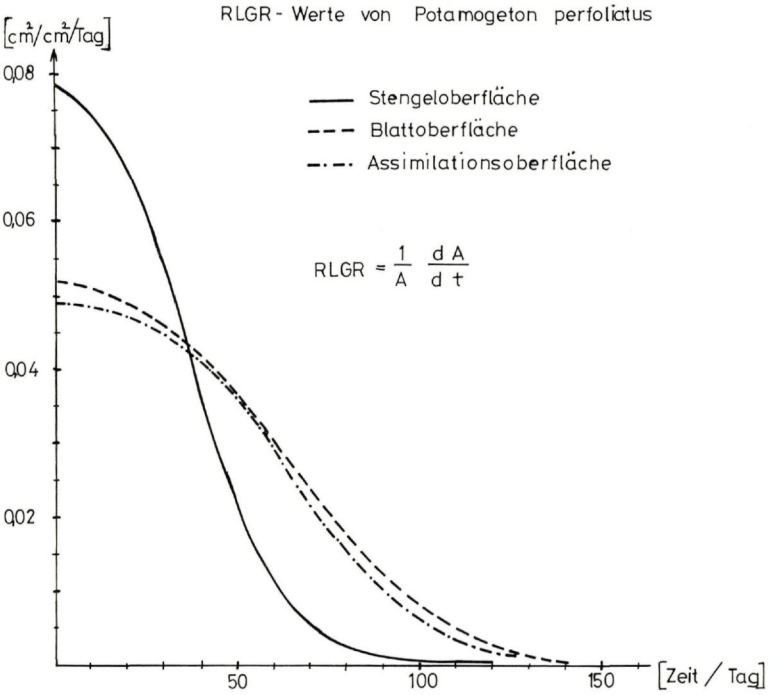
RGR - Werte von Potamogeton perfoliatus



© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 7.

RLGR - Werte von Potamogeton perfoliatus



© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 8.

NAR - Werte von Potamogeton perfoliatus

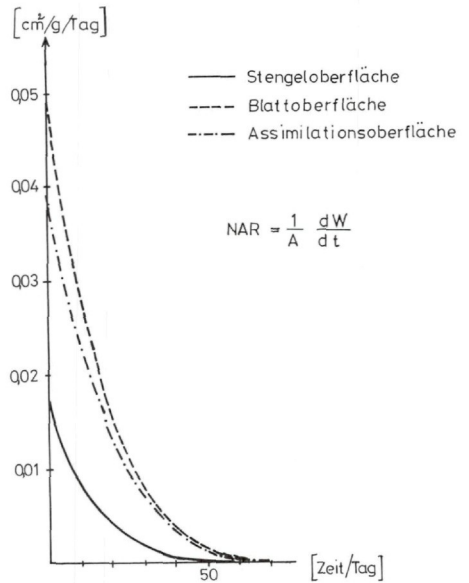
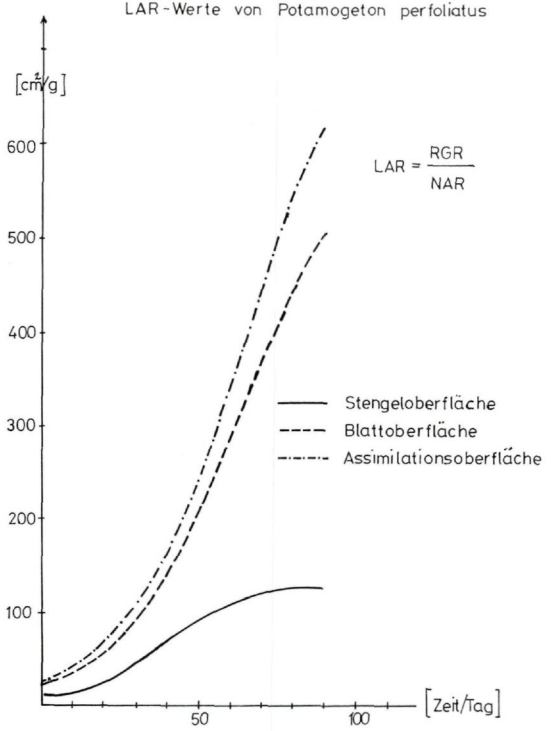


Abb. 9.

LAR - Werte von Potamogeton perfoliatus



© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 11

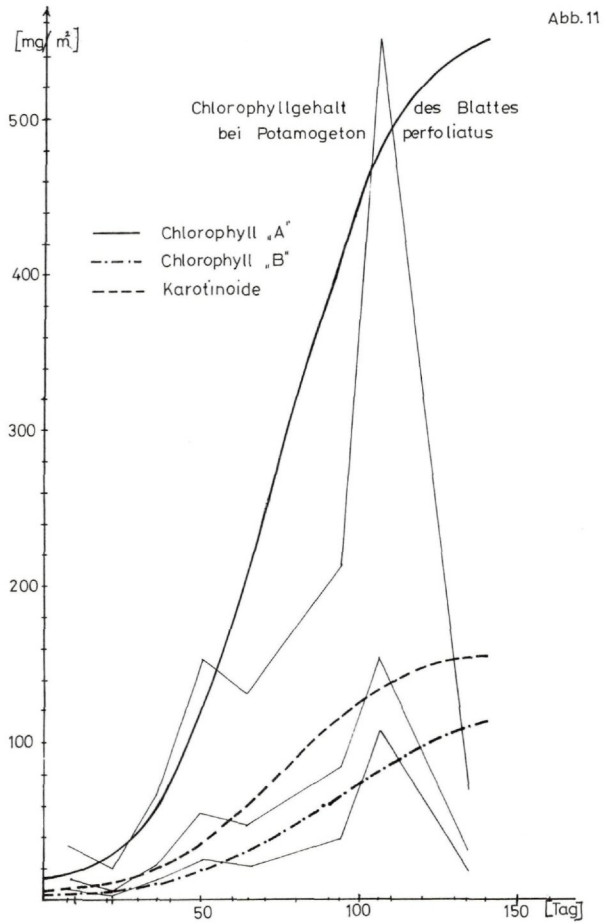
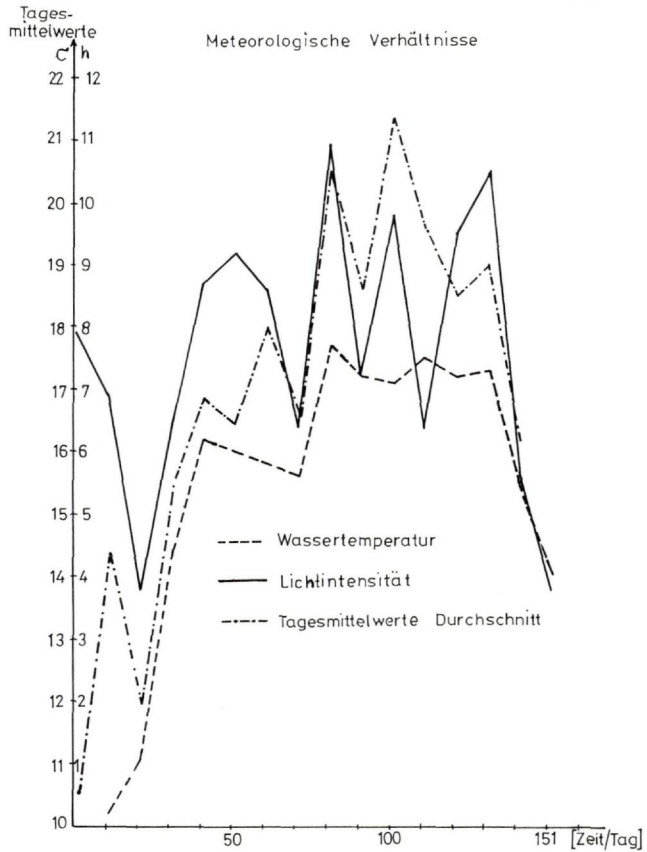


Abb. 10



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sauteria-Schriftenreihe f. systematische Botanik, Floristik u. Geobotanik

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: 1

Autor(en)/Author(s): Tóth István Zsolt, Kárpáti V., Karpati Janos, Vajai E.

Artikel/Article: Wachstumsanalyse von Potamogeton perfoliatus 179-192