© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

BIOLOGISCHE STATION NEUSIEDLERSEE
BIOLOGISCHES FORSCHUNGSINSTITUT FÜR BURGENLAND
A 7142 ILLMITZ, BURGENLAND, TEL. 02175/328

BFB - Bericht 13 1976

1. Neusiedlerseetagung
5. - 6. Juni 1975
Protokoll

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Schwebstoffe- Wind- Primärproduktionsbeziehungen.

Von M. DOKULIL

Dr. M. DOKULIL referierte über laufende Arbeiten an Beziehungen zwischen Schwebstoff, Wind und Primär-Produktion. Die Veröffentlichung dieser Arbeit wird in einem anderen Rahmen erfolgen.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Produktion des halbsubmersen Schilfes im Röhricht bei Rust/See

H. SIEGHARDT

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Wien

2 Abbildungen
2 Tabellen

Publikation Nr. 28 der IBP-PT Arbeitsgruppe des Pflanzenphys. Institutes d. Univ.Wien.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

E i n l e i t u n g

Innerhalb der Lebensgemeinschaft "Schilfgürtel" des Neusiedlersees ist das Schilfrohr-Phragmites communis Trin.-dominierender Vertreter jener Gruppe der Biocoenose, die allein imstande ist, Strahlungsenergie in das System aufzunehmen und die absorbierte Energie auf dem Wege der Photosynthese in chemische Energie umzuwandeln - ein in Bezug auf seine Energiequelle phototropher Organismus, dessen Phytomasse einen bestimmten Vorrat chemisch gebundener Energie darstellt. Diese Netto-Primärproduktion steht zur weiteren Nutzung durch die Lebensgemeinschaft zur Verfügung. Die Energie wird zum Teil durch Herbivore, die direkt von der lebenden Pflanzensubstanz leben, zum Teil von Reduzenten erst nach dem Absterben der Pflanzen aufgenommen; ein Teil wird als Atmungsenergie und Wärme frei, sodaß letztlich alle nutzbare Energie aus dem System wiederum abgegeben wird. Für einen ständigen Nachfluß in Energie in das Ökosystem sorgt die Photosynthese, die umgewandelte Sonnenenergie, in Form chemischer Energie, den Nahrungsketten des Ökosystems zur Verfügung stellt.

Gerade den Fragen über die Aufteilung von Energieeinflüssen innerhalb des Ökosystems bis zur Erstellung von Energiebilanzen gilt besondere Interesse gegenwärtiger Ökosystemforschung (vgl. IMHOF & BURIAN 1972, ELLENBERG 1973, CERNUSCA 1975). Vorliegender Bericht, der sich unter anderem mit den Fragen der Strahlungsnutzung, der Aufgliederung von Energieteilflüssen bis zum Versuch der Erstellung einer Energiebilanz beschäftigt, ist ein Beitrag zu diesem Themenkreis.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

1) Stoffproduktion

1.1. Oberirdische Produktion

Aus zahlreichen Ernten, die im Verlauf mehrerer Produktionsperioden durchgeführt wurden, ergibt sich je nach der Struktur des Bestandes bei durchschnittlichen Halmzahlen zwischen 80 und 90/m^2 (halbsubmerser Standort) eine oberirdische Produktion von 1500 - 2000 g. m^{-2} (≅ 6. 314-8. 418 Kcal). Für die Halmzahl sind neben öko-physiologischen Faktoren (z.B. die Mineralstoffernährung, Kohlenhydratspeicherung) auch hydro-chemische und pedologische Standortsbedingungen mitverantwortlich(nicht zu vergessen der anthropogene Einfluß z.B. der winterliche Schilfrohrschnitt). Für die Bestandesstruktur hat die vegetative Vermehrung durch Rhizomausbreitung große Bedeutung, führt sie doch zur Ausbildung differenzierter Klone, von denen GEISSLHOFER (1970) eine große Zahl unterschieden hat. Der geschlechtlichen Vermehrung durch Samen kommt bei halbsubmersen Schilfpflanzen eine geringere Bedeutung zu. Das Wachstum der Halme geht im allgemeinen sehr rasch vor sich, sie erreichen nach ca. 4 - 5 Monaten ihre maximale Höhe (300 - 350 cm ab Schlammoberfläche); das Streckungswachstum ist neben Standortsbedingungen von der Internodienzahl der Halme abhängig (RODEWALD-RUDESCU 1974). Mit Blühbeginn (2. Julihälfte bis Mitte August) wird das Halmstreckungswachstum eingestellt. Das Maximum an oberirdischer Produktion wird zwischen Ende Juni - Mitte Juli erreicht, noch vor der maximalen Halmlängenentwicklung (vgl. BURIAN 1973).

1.2. Unterirdische Produktion

Aus Grabungen in der Verlandungszone des Sees bei Rust konnte eine unterirdische Biomasse von ca. 10 - 14 kg Frischgewicht/ m^2 (≅ 3 - 5 kg Trockensubstanz) festgestellt werden. Das entspricht einem Untergrund: Obergrund-Verhältnis an Biomasse

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

von 3:1 bis 5:1. Pro Hektar ist eine Biomasse zwischen 30.[illegible]0 t (= 1215. 10^5-2430. 10^5 Kcal Trockensubstanz) vorhanden. Diese Phytomasse kann nicht einer einzigen Produktionsperiode allein zugeschrieben werden; sie ist das Ergebnis einer z.T. mehrjährigen Produktion, da die Rhizome als ausdauernde Organe ein Durchschnittsalter von 3-6 Jahren erreichen können (vgl. WESTLAKE 1968, HASLAM 1970). Realistischer jedoch dürfte ein zum Zeitpunkt der maximalen oberirdischen Produktion (Mitte Juli) erreichtes Obergrund : Untergrund-Verhältnis an Biomasse von 1 : 1 sein. Allerdings ist eine quantitativ exakte Bestimmung der unterirdischen Biomasse mit der Erntemethode allein praktisch unmöglich; die Gaswechselaktivität der oberirdischen Organe zu bestimmen, hilft entscheidend mit, die Produktion der unterirdischen Organe auf indirektem Weg zu kalkulieren (BURIAN 1973).

2) Photosynthese-Intensität, Energiegehalt und Strahlungsnutzung

2.1 Photosynthese-Intensität

In der Vertikalen des Schilfhalmes lassen sich sowohl in der Photosynthese-Intensität (BURIAN 1973) als auch in der Temperaturverträglichkeit (ZAX 1973) deutliche Unterschiede feststellen. Die Halm-Mittelzone zeigt die relativ stärkste Photosynthese Intensität (mittlere CO_2-Aufnahme = 1, bezogen auf das Blatt-Trockengewicht), die Spitzen bzw. Basalregion erreicht nur 40 bzw. 20 % dieser Photosyntheseleistung (Abb. 2).
Entsprechend der Insertionshöhe und dem unterschiedlichen Entwicklungs- u. Aktivitätszustand der Blätter treten auch in der Temperaturresistenz Unterschiede auf (vgl. Abb. 2). Im Bereich einer "gedehnten" Halm-Mittelzone läßt sich die geringste Kälteverträglichkeit der Blätter feststellen, während z.B. die unterste Zone wesentlich höhere Werte erreicht. Ähnliches gilt auch für die Hitzeresistenz, wenngleich zwischen den Spitzenblättern und der mittleren Halmzone die Unterschiede zu verschwinden scheinen.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Halm-Mittelzone scheint jedenfalls die physiologisch aktivste zu sein (vgl. TUSCHL 1970), eine hohe Photosynthese-Intensität und eine geringe Temperaturverträglichkeit weisen daraufhin.

Die Änderung der Temperatur-Strahlungs-Abhängigkeit der CO_2-Aufnahme im Verlauf der Produktionsperiode, für Phragmites erstmals von BURIAN 1969 nachgewiesen, ist für den gesamten Schilfbestand von großer Bedeutung: Das relativ enge Temperaturoptimum der Photosynthese im Mai (10-15°) weicht im Juni und im Juli einem weiteren Temperaturbereich (10 - 30°), der Nutzeffekt der Photosynthese ist um diese Jahreszeit sehr hoch. Die Schilfpflanze nützt auf einem hohen Niveau Strahlungsenergie für die Produktion von Photosynthaten und schafft sich damit kurzfristige hohe Assimilatüberschüsse, deren Gesamtertrag am Ende der Produktionsperiode mitentscheidet über die Struktur des Bestandes im nächsten Jahr.

2.2. Energiegehalt verschiedener Organe von Phragmites

Zur Methode: nach Organen aufgetrenntes Material wurde zunächst zwischen 85 und 105 Grad getrocknet, anschließend staubfein gemahlen, zu Tabletten (0,5 g) gepreßt und in einem adiabatischen Kalorimeter (Janke & Kunkel, BRD) bei ca. 20 at in reinem Sauerstoff verbrannt. Die Brennwerte werden als Energiegehalt der aschefreien Trockensubstanz in Grammkalorien oder Kcal angegeben (Genaueres zur Methode findet sich bei SIEGHARDT 1974).

Abb. 1 zeigt die Energiegehalte der aschefreien Trockensubstanz:

Frühjahr: die Blätter besitzen den höchsten Energiegehalt der oberirdischen Organe und nur die Wurzeln erreichen ähnlich hohe Werte. Die rasche Mobilisierung gespeicherter Reservesubstanzen aus den Winter-Rhizomen (Gesamt-Kohlenhydratgehalt

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ca. 50 % des Trockengewichtsanteiles n. FIALA 1973) ermöglicht die hohe Anfangswachstumsrate der oberirdischen Organe.

Sommer: Bemerkenswert ist der steile Anstieg des Energiegehaltes der Schilfhalme und die Zunahme des Energiegehaltes der Rhizome. Aufgrund hoher Photosyntheseaktivität des Schilfbestandes (vgl. Kap. 2.1.) wird wahrscheinlich zu gleichen Teilen chemische Energie in die ober- und unterirdischen Organe investiert. Ein wesentlicher Betrag steckt auch noch im Blütenstand!

Herbst: das ± hohe Energieniveau der Halme und die relative Abnahme des Energiegehaltes der Rhizome sind hervorzuheben. Offenbar wird ein Teil der Energie aus den Rhizomen abgezogen und in die neugebildeten Schößlinge bzw. in die Junghalme investiert. Das stationäre Energieniveau der Halme läßt vermuten, daß diese Energiereserven erst "später" in die Rhizome abgeleitet werden, bzw. als immobile organische Substanzen in den Wandstrukturen der Halme fixiert sind. In diesem Zusammenhang erwähnt RUDESCU (1974) eine Zunahme an Cellulose- u. α Cellulosenmengen im Halm bzw. ein "Ausreifen" der Sklerenchymfasern!

Winter: das Wiederauffüllen der unterirdischen Speicher mit translozierten Reservesubstanzen ist mit chemischen Veränderungen verbunden, der Anstieg des Energiegehaltes deutet daraufhin; neben einer reinen Speicherfunktion also auch Kälteschutz (Glyko-Protein-Komplexe)(vgl.KAPPEN 1969, ZAX 1973).
Der mittlere Energiegehalt der gesamten Phytomasse(schraffierte Blöcke) dürfte von geringen Schwankungen abgesehen während des Jahres ein bestimmtes Energieniveau stets beibehalten, das in seiner absoluten Höhe längerfristig wahrscheinlich gleichbleibt (Abb. 1).

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

2.3. Strahlungsnutzung

Die Strahlungsnutzung, der Prozentsatz photosynthetisch umgewandelter Sonnenenergie in chemische Energie, kann entweder auf die Globalstrahlung oder auf deren photosynthetisch wirksamen Anteil - die PhAR - (PhotosyntheticActive Radiation) bezogen werden; jener Bereich des kurzwelligen Spektrums, der allein photochemischen und photomorphogenetischen Einfluß auf die Pflanzen ausüben vermag. Ist die PhAR (400 - 700 nm) nicht bekannt, kann sie mit 45 % Globalstrahlung im langfristigen Durchschnitt kalkuliert werden (YOCUM et al 1964).
Auf dieser Berechnungsgrundlage ergab die Kalkulation eine Nutzung zwischen 1 - 7 % PhAR (Tab. 1), mit einem Maximum im Juni. Im ersten Augenblick erscheint dieses Ergebnis überraschend; nur ein verhältnismäßig kleiner Prozentsatz des Strahlungsangebotes wird photosynthetisch verwertet, der Rest geht für die Photosynthese anscheinend ungenützt verloren (vgl. Tab. 2). Trotzdem ist der Nutzeffekt der Produktivität sehr hoch, werden doch durch die gleichmäßig hohe Photosyntheseausbeute (vgl. Kap. 2.1.) beträchtliche chemische Energiereserven angelegt und zur weiteren Verwertung durch die Biocoenose bereitgestellt. Mähwiesen etwa leisten im Vergleich weit weniger als die Schilfpflanze(n) (1 - 2 % PhAR), nur Kulturgramineen (z.B. Hordeum distichum) erreichen annähernd gleich hohe Werte (KAMEL 1959).
Von der gesamten einfallenden PhAR (420-540 Kcal/m^2 und Jahr) werden nur ca. 4-5% durch den Schilfbestand photosynthetisch genützt. Auf den oberirdischen Anteil der Phytomasse entfallen dabei zwischen 5 - 6 000 Kcal an chemisch gebundener Energie, auf den Rhizom- u. Wurzelkomplex das 1 - 2 fache, in summa zwischen 10.10^3 bis 18.10^3 Kcal chemisch gebundene Sonnenenergie pro Jahr. Diese "Netto-Primärproduktion" steht gleichsam als Eingangsgröße dem Ökosystem Schilfgürtel zur weiteren Verwertung zur Verfügung. Zusätzliche Energiereserven sind zu dem noch im Bestandesabfall (Blätter, Halmteile, abgebrochene Rhizomstücke etc.) vorübergehend deponiert, die bis zu einem Viertel der in der gesamten Phytomasse chemisch gebundenen Energie ausmachen können.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

L i t e r a t u r

BURIAN K., 1969: Die photosynthetische Aktivität eines Phragmites communis-Bestandes am Neusiedler See. Sitz.-Ber.Österr.Akad.d.Wiss., math.-naturwiss.Kl., Abt. I, 178: 43-62.
1973: Phragmites communis Trin. im Röhricht des Neusiedlersees. Wachstum, Produktion und Wasserverbrauch. In: Ellenberg (ed.), Ökosystemforschung.Springer-Verlag Berlin. Heidelberg.New.York, 61-78.

CERNUSCA A., 1975: Eine neue Ausbildungsmethode für Umweltforscher. Umschau 75, Heft 8, 242-245.

ELLENBERG H., 1973: Ökosystemforschung. Springer- Verlag Berlin. Heidelberg.New.York,280S.

FIALA K., 1973 Seasonal changes in the growth and total carbohydrate content in the underground organs of Phragmites communis Trin. Czech.IBP/Rep.3, 107-110.

GEISSLHOFER M., 1970: Biometrische Untersuchungen an Phragmites communis im Verlauf der Produktionsperiode. Diss.phil.Fak.d.Univ.Wien.

HASLAM S., 1970: Variation of population type in Phragmites communis TRIN.Ann.Bot.34:147-158.

IMHOF G., BURIAN K., 1972: Energy-flow studies in a wetland ecosystem (reed belt of the lake Neusiedler See). Special publication of the Austrian Acad. of Sciences for the International Biological Program (IBP) Vienna, in Commission:Springer-Verlag, Wien/ New York, 1-15.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

KAMEL M. S., 1959: Efficiences of solar energy conversion as related with growth in barley. Mededel.Landbouwhogesch. (Wageningen), 58, 1-19.

KAPPEN L., 1969: Kälteverträglichkeit und Zuckergehalt von Salzpflanzen. Ber.Deutsch.Bot.Ges. 82, 103-106.

RODEWALD-RUDESCU L., 1974: Das Schilfrohr. Die Binnengewässer Bd. 27, Stuttgart, E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), 302S.

SIEGHARDT H., 1974: Kalorimetrische Untersuchungen zum Energiehaushalt von Phragmites communis Trin. und zur Energiebilanz im Röhricht des Neusiedler Sees. Diss.phil.Fak.d.Univ.Wien.

TUSCHL P., 1970: Transpiration von Phragmites communis Trin. im geschlossenen Bestand des Neusiedlersees (Untersuchungen während der Vegetationsperioden 1966/67). Wiss.Arb.Burgenland, Heft 44, 126-186.

WESTLAKE D.F., 1968: Methods used to determine the annual production of reed swamp plants with extensive rhizomes. Int.Sympos. USSR.Acad.Sci.IBP Publ.House "Nauka" (Leningrad), 226-234.

YOCUM C. S., ALLEN L.H., LEMON E.R., 1964: Photosynthesis under field conditions.VI. Solar radiation balance and photosynthetic efficiency.Agron.J.56:249-253.

ZAX M., 1973: Die Temperaturresistenz von Phragmites communis Trin.Pol.Arch.Hydrobiol.20, 159-164.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abbildungslegende:

Abb. 1: Energiegehalt einzelner Sproßorgane von Phragmites communis in Kcal.g^{-1} aschefreier Trockensubstanz, Mittelwerte aus 5-7 Einzelmessungen.
Bl: Blatt (Spreite+Scheide)
H: Halm
HJ: Junger Halm
IF: Infloreszenz
RH: Rhizom
WZ: Wurzel

schraffiert: Energiegehalt der gesamten Phytomasse pro Gramm Trockensubstanz in Kcal/g.

Abb.2: Vertikaldiagramme der Photosyntheseaktivität und der Temperaturresistenz einer halbsubmersen Schilfpflanze (n.BURIAN 1973 u. ZAX 1973)

Tab. 1: Trockengewichtszunahme (ΔTG) der oberirdischen Phytomasse in Gramm/m^2 u. Monat, Energiegehalt der Trockensubstanz (ΔKcal), Einstrahlung (PhAR)/ m^2 und Strahlungsnutzung (% N PhAR) kalkuliert auf die oberirdische Biomasse, Mittelwerte zweier Vegetationsperioden 1970/71.
PhAR: Photosynthetic Active Radiation (400 - 700 nm).

Tab. 2: Strahlungsverhältnisse in einem geschlossenen Schilfbestand, Einstrahlungsintensität in cal.cm^{-2}, Strahlungsnutzung in % Lichtabsorption (= zur Absorption angebotenes Licht im Schilfbestand).

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

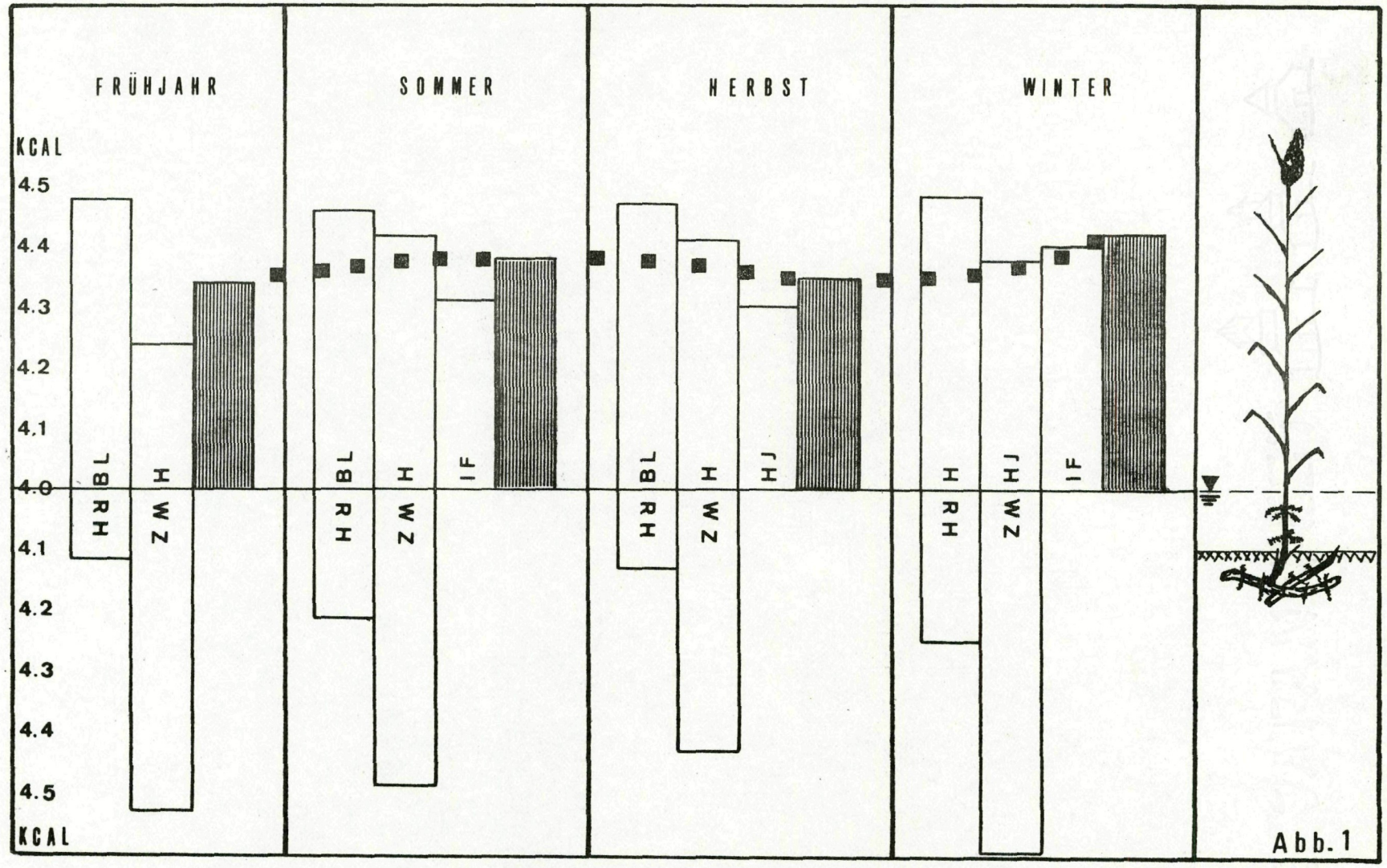

Abb. 1

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

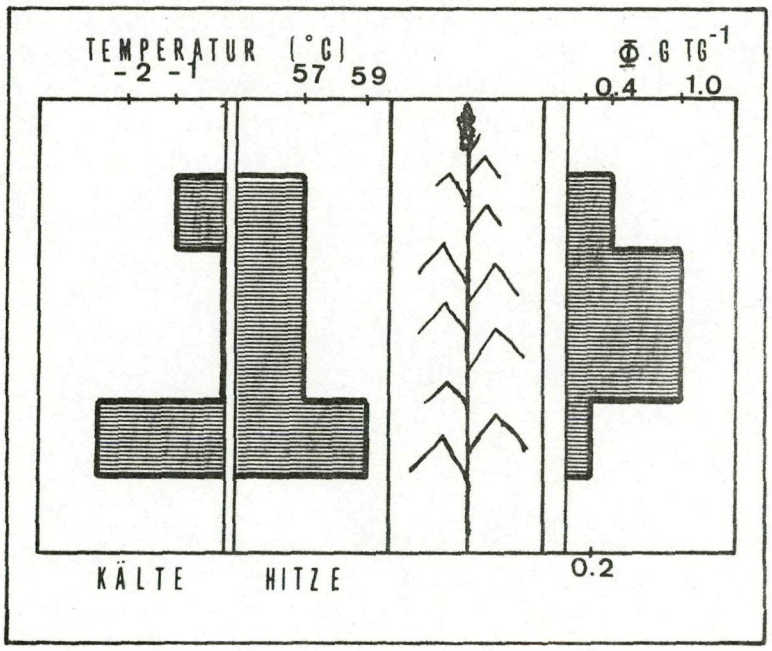

Abb. 2

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

TABELLE I

1970/71	$\Delta TG.m^{-2}.m_o^{-1}$	$\Delta Kcal\ m^{-2}$	$PhAR\ m^{-2} Kcal$	% N (PhAR)
April	336,0	1433,0	37 . 860	3,8
Mai	716,1	3036,2	60 . 310	5,0
Juni	1035,0	4375,9	61 . 880	7,1
Juli	114,7	481,5	64 . 680	0,7
August	260,4	1098,1	56 . 890	1,9

TABELLE II

1970	Mai	Juli	September
Globalstrahlung Monatsstundensumme	13. 830	14. 372	10. 782
Schilfstrahlung Monatstundensumme	7. 587	3. 806	2. 463
Albedo Monatstundensumme	1. 594	2. 749	1. 916
Strahlungsbilanz Monatstundensumme	7. 929	7. 875	4. 093
Lichtabsorption	4. 649	7. 817	6. 403
mittlerer Energiegehalt d. Phytomasse Kcal/Quadratmeter Bodenfläche	1623, 160	5090, 47	4854, 72
%Nutzung (LA) standing crop	3, 5	6, 5 13, 6+	7, 6

+kalkuliert auf die gesamte Phytomasse (Obergrund:Untergrund-Verhältnis an Biomasse ≅ 1:1)

LA= Lichtabsorption (zur Absorption angebotenes Licht)

°Strahlungsdaten von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien-Hohe Warte, Abteilung Bioklima, freundlich erhalten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: BFB-Bericht (Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland, Illmitz 1

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Sieghardt Helmut

Artikel/Article: Die Produktion des halbsubmersen Schilfes im Röhricht bei Rust/See 16-26