

## Ökophysiologische Untersuchungen in einem Heide-Anflugwald auf armen Sanden der Lüneburger Heide.

### I. CO<sub>2</sub>-Gaswechsel von *Betula pendula* und *Pinus sylvestris* unter natürlichen Bedingungen

Andreas Greve, Christoph Leuschner und Wolf-Ulrich Kriebitzsch

#### Synopsis

In a mixed stand of *Pinus sylvestris* and *Betula pendula* forming a pioneering forest community of a heathland-forest succession in NW-Germany, carbon assimilation was investigated by porometry in different canopy regions of both tree species. The decrease of light-saturated net photosynthesis with depth in the canopy was more pronounced for *Pinus* than for *Betula* trees. In the first half of the summer, light-saturated photosynthesis was higher for the two-year-old *Pinus* needles than for younger age classes. Both, birch leaves and pine needles showed a marked depression of light saturated net photosynthesis after a period of drought in August 1990 but completely recovered in the following weeks. It is assumed that this effect is mainly caused by low soil water availability in this period.

*Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, mixed stand, NW-Germany, carbon assimilation, drought influence

#### 1. Einleitung

Brachfallende Heideflächen des norddeutschen Tieflandes durchlaufen eine Sukzession in Richtung eines Waldökosystem. Im Gebiet der Lüneburger Heide führt die Ansiedlung windverbreiteter Baumarten zunächst zu einem Pionierwaldstadium (Birken-Kiefern-Wald: Leucobryo-Pinetum). Dieser Waldtyp besteht in der Kronenschicht nahezu ausschließlich aus den beiden schnellwüchsigen Arten *Pinus sylvestris* und *Betula pendula*. Mit einer immergrünen Koniferenart und einer winterkahlen Laubbaumart stehen hier zwei von ihrer morphologischen und physiologischen Konstitution sehr verschiedenartige Baumarten in Konkurrenz zueinander. Die vorliegende Studie ist Teil einer Untersuchung, die auf eine Charakterisierung der produktions- und stressphysiologischen Grundlagen der interspezifischen Konkurrenz zwischen Birke und Kiefer zielt. Im Mittelpunkt des Interesses steht dabei die Kohlenstoff-Assimilation von benachbarten Birken- und Kiefernkronen.

#### 2. Material und Methoden

Gaswechselphysiologische Messungen wurden an jeweils zwei direkt benachbarten Hängebirken (*Betula pendula*) und Waldkiefern (*Pinus sylvestris*) in einem ca. 30jährigen Birken-Kiefern-Mischbestand in der südöstlichen Lüneburger Heide zwischen Munster und Uelzen durchgeführt. Mit einem Anteil von 75% Kiefern und 25% Birken repräsentiert der auf ehemaligen Heideflächen natürlich angeflogene, ca. 12 m hohe Bestand das Pionierwaldstadium der Heide-Wald-Sukzession. Mit einem CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O-Porometer (Fa. Walz, Effeltrich) wurden zwischen Mai und Oktober 1990 von einem Gerüsturm aus folgende Untersuchungen an Birkenblättern und Kiefernadeln verschiedener Kronenhöhe und unterschiedlichen Alters durchgeführt:

(a) Die Abhängigkeit der Netto-Photosyntheserate von der Quantumflußdichte unter natürlichen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen der Außenluft wurde ermittelt. Zur Zeit der Messungen herrschten (mit wenigen Ausnahmen) Lufttemperaturen in einem Bereich von 19 bis 26°C und Blatt-Luft-Dampfdruckdifferenzen zwischen 8 und 16 mPa Pa<sup>-1</sup>.

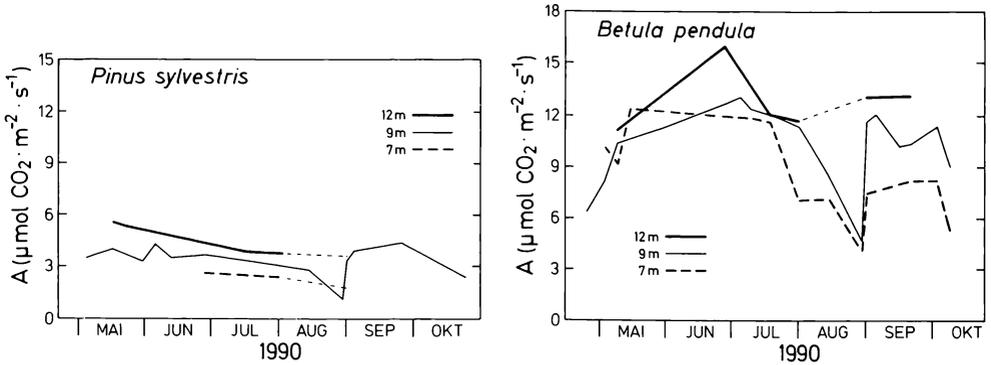
(b) Ausgewählte Tagesverläufe des CO<sub>2</sub>- und H<sub>2</sub>O-Gaswechsels unter natürlichen Bedingungen wurden aufgezeichnet.

Der Gasaustausch wurde bei der Birke auf die einseitige Blattoberfläche, bei der Kiefer auf die gesamte Nadeloberfläche bezogen.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Photosynthesevermögen von Sonnen- und Schattenkronen

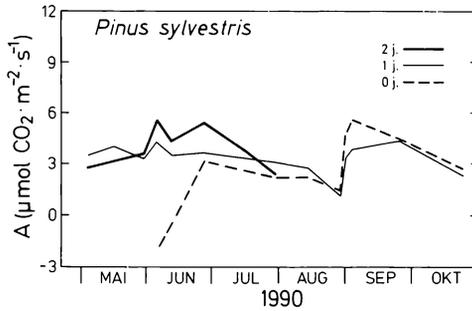
Das Photosynthesevermögen (d. h. die Netto-Photosyntheserate bei lichtsättigenden Quantumflußdichten von  $900 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  und natürlichen  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen der Außenluft) ließ bei beiden Baumarten eine deutliche vertikale Abnahme innerhalb der Krone erkennen: Ende Juni erreichten Birkenblätter in neun und sieben Metern Höhe 82 bzw. 75% der Leistungsfähigkeit von Blättern der Spitzentriebe in 12 m Höhe (Abb. 1). Kiefernadeln in neun bzw. sieben Metern Höhe erreichten 80 und 55% des Photosynthesevermögens der obersten Sonnenkrone (Abb. 1). Die vertikale Abnahme der lichtgesättigten Netto-Photosynthese war also in der Birkenkrone geringer als in der Kiefernkrone, obwohl die lichte Kiefernshadowkrone in 7 m Höhe höhere PAR-Flußdichten aufwies als jene der Birke in dieser Höhe. Dies läßt annehmen, daß die Birke in der Schattenkrone in ausgeprägterem Maße Blätter mit Schwachlicht-Adaptation ausgebildet hatte als die Kiefer.



**Abb. 1:** Lichtgesättigte Netto-Photosyntheserate A von einjährigen Kiefernadeln (links) und Birkenblättern (rechts) in zwölf, neun und sieben Metern Kronenhöhe im Jahresverlauf 1990. Zum Meßzeitpunkt herrschten (von wenigen Ausnahmen abgesehen) Lufttemperaturen zwischen 19 und 26°C und Blatt-Luft-Dampfdruckdifferenzen zwischen 8 und 16 mPa Pa<sup>-1</sup>. Ausgedehntere Lücken in den Meßreihen sind durch fein gestrichelte Linien angedeutet.

#### 3.2 Einfluß des Nadelalters auf das Photosynthesevermögen der Kiefer

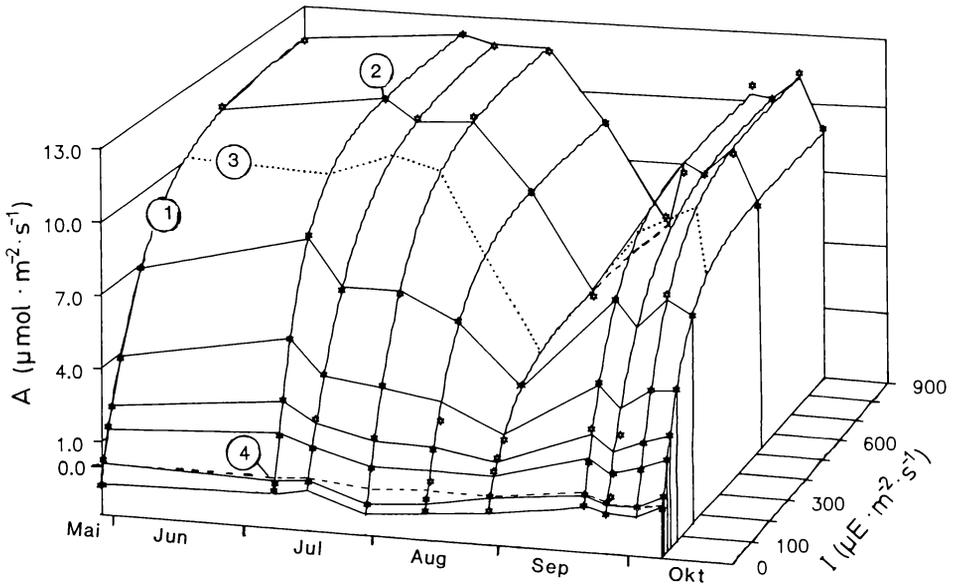
Das höchste an Kiefernadeln im Sommer 1990 gemessene Photosynthesevermögen wurde im Zeitraum Mai bis Mitte Juli an den zweijährigen Nadeln ermittelt (Abb. 2). Deren Leistungsfähigkeit fiel zum August hin deutlich ab, worauf die Hauptmasse dieses Nadeljahrganges abgeworfen wurde. Die neu ausgetriebenen (diesjährigen) Nadeln wiesen erstmals Mitte Juni eine positive  $\text{CO}_2$ -Bilanz unter Lichtsättigung auf. Im Anschluß an eine Trockenperiode im August lag deren Assimilationsvermögen zunächst über dem der einjährigen Nadeln; ab Ende September entsprachen sich dies- und einjährige Nadeln in ihrer Leistungsfähigkeit (Abb. 2). Das hier beobachtete relativ hohe Photosynthesevermögen der zweijährigen Nadeln widerspricht den Befunden von FREELAND (1952), KÜNSTLE & MITSCHERLICH (1977) sowie LINDER & TROENG (1980), die eine höhere Leistungsfähigkeit der jüngeren Jahrgänge fanden. Demgegenüber berichtet BENECKE (1980) ebenfalls über ein Leistungsmaximum bei den zweijährigen Nadeln von *Pinus radiata*. Eine mögliche Erklärung für wechselnde Abstufungen in der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Altersklassen könnte in unterschiedlichen klimatischen Bedingungen während der jeweiligen Austriebsjahre der einzelnen Jahrgänge liegen.



**Abb. 2:** Lichtgesättigte Netto-Photosyntheserate  $A$  von Kiefernadeln dreier Altersklassen (diesjährig, einjährig und zweijährig) in 9 m Kronenhöhe im Jahresverlauf 1990. Zum Meßzeitpunkt herrschten (von wenigen Ausnahmen abgesehen) Lufttemperaturen zwischen 19 und 26°C und Blatt-Luft-Dampfdruckdifferenzen zwischen 8 und 16 mPa Pa<sup>-1</sup>.

### 3.3 Jahresverlauf des Photosynthesevermögens von Birke und Kiefer

Das Photosynthesevermögen der neu ausgetriebenen Birkenblätter erreichte in neun Metern Kronenhöhe Anfang Juli 1990 das saisonale Maximum mit Werten um 12  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Abb. 3).

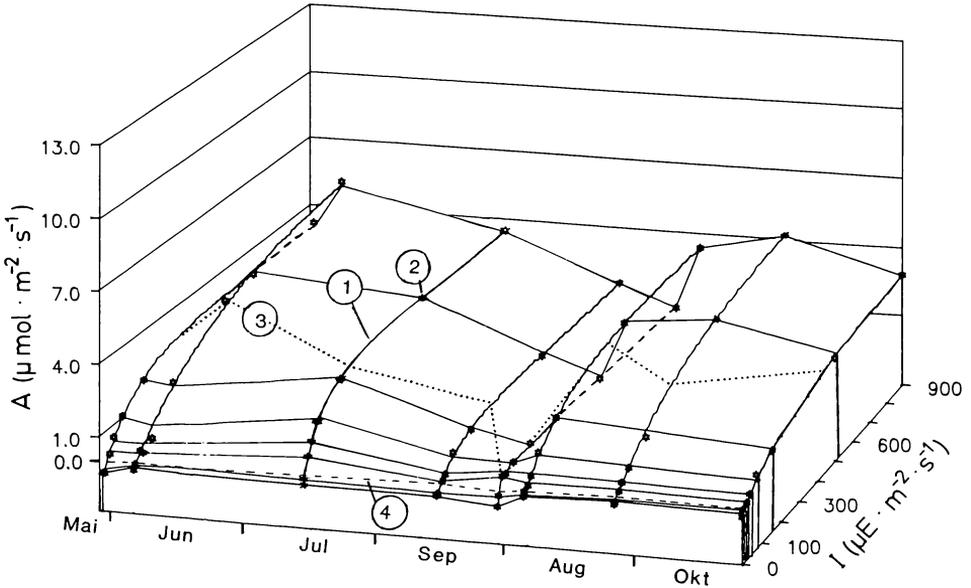


**Abb. 3:** Abhängigkeit der Netto-Photosyntheserate  $A$  von der Quantumflußdichte  $I$  für Birkenblätter in 9 m Kronenhöhe im Jahresverlauf 1990. Response-Kurven wurden (außer an zwei Terminen) bei Lufttemperaturen zwischen 19 und 26°C und Blatt-Luft-Dampfdruckdifferenzen zwischen 8 und 16 mPa Pa<sup>-1</sup> ermittelt. Dargestellt sind mit einer Exponentialfunktion berechnete Kurvenverläufe (1), die jeweiligen Meßpunkte (2), die Lichtsättigungs- (3), sowie die Lichtkompensationspunkte der CO<sub>2</sub>-Assimilation (4).

Einjährige Kiefernadeln erreichten zu diesem Zeitpunkt nur rund 30% der Leistungsfähigkeit der Birkenblätter bei Bezug auf die Oberfläche (Abb. 4) bzw. ca. 25% bei Betrachtung der Blatt-/Nadel-Trockenmassen. Am Ende einer längeren Trockenperiode Ende August wurden bei beiden Baumarten deutlich geringere Werte

des Photosynthesevermögens wie auch der zugehörigen Blattleitfähigkeit unter Lichtsättigung gemessen: Das Assimilationsvermögen der Birkenblätter nahm gegenüber dem Juli um 58%, das der einjährigen Kiefernnadeln um 63% ab (Abb. 3 und 4). Nach kühler und regenreicher Witterung Anfang September erreichte die lichtgesättigte Assimilationsrate wieder mindestens ebenso hohe Werte wie vor dieser Streßperiode.

Als Ursache dieser reversiblen Verringerung der assimilatorischen Leistungsfähigkeit wird der Einfluß von Bodenwasser-Verknappung in Verbindung mit hohen Lufttemperaturen und einer großen Blatt-Luft-Dampfdruckdifferenz vermutet. Saisonale Minima des Photosynthesevermögens korrelierten in diesem Zeitraum mit Minima des Boden-Wasserpotentials und auch des Blatt-Wasserpotentials bei Birke und Kiefer (vgl. LEUSCHNER 1992). Untersuchungen von KÜNSTLE & ULLRICH (1976) in einem 16jährigen Kiefernforst der oberrheinischen Tiefebene ließen ebenfalls ausgeprägte Einschränkungen der Assimilationsrate von *Pinus sylvestris* und *P. nigra* im Anschluß an sommerliche Trockenperioden erkennen, die auf eine direkte oder indirekte Beeinflussung der lichtgesättigten Netto-Photosyntheserate durch die Einflußgröße Bodenwasser-Verfügbarkeit (unabhängig von den Faktoren Temperatur und Sättigungsdefizit der Luft) deuten.



**Abb. 4:** Abhängigkeit der Netto-Photosyntheserate  $A$  von der Quantumflußdichte  $I$  für einjährige Kiefernnadeln in 9 m Kronenhöhe im Jahresverlauf 1990. Erläuterungen s. Abb. 3.

Das dieser Veröffentlichung zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministers für Forschung und Technologie unter dem Förderkennzeichen 0339251A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

## Literatur

- BENECKE, U., 1980: Photosynthesis and transpiration of *Pinus radiata* D. Don under natural conditions in a forest stand. - *Oecologia* 44: 192-198.
- FREELAND, R. O., 1952: Effect of age of leaves upon the rate of photosynthesis in some conifers. - *Physiol. Plant.* 27: 685-690.
- KÜNSTLE, E. & G. MITSCHERLICH, 1975: Photosynthese, Transpiration und Atmung in einem Mischbestand im Schwarzwald. I. Teil: Photosynthese. - *Allg. Forst- u. Jgd. Ztg.* 146: 45-63.
- KÜNSTLE, E. & C. H. ULLRICH, 1976: Vergleichende Gaswechselformungen an Gemeiner Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) und Schwarzkiefer (*Pinus nigra* Arn.) unter den Extrembedingungen des Sommers 1975 im oberrheinischen Trockengebiet. - *Allg. Forst- u. Jgd. Ztg.* 147: 65-68.

- LEUSCHNER, Ch., 1992: Ökophysiologische Untersuchungen in einem Heide-Anflugwald auf armen Sanden der Lüneburger Heide. II. Blatt-Wasserstatus von *Betula pendula* und *Pinus sylvestris* im Jahresverlauf. - Verh. Ges. Ökol. 21: (dieser Band).
- LINDER, S. & E. TROENG, 1980: Photosynthesis and transpiration of 20-year-old Scots pine. In: PERSSON, T. (ed.): Structure and function of northern coniferous forests - an ecosystem study. - Ecol. Bull. (Stockholm) 32: 165-181.

### **Adressen**

Andreas Greve  
Dr. Christoph Leuschner  
Lehrstuhl f. Geobotanik d. Univ.  
Untere Karspüle 2

D-3400 Göttingen

Dr. Wolf-Ulrich Kriebitzsch  
Bundesforschungsanstalt f. Forst- u. Holzwirtschaft  
Leuschnerstr. 91

D-2050 Hamburg 80

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [21\\_1992](#)

Autor(en)/Author(s): Leuschner Christoph, Kriebitzsch Wolf-Ulrich,  
Greve Andreas

Artikel/Article: [Ökophysiologische Untersuchungen in einem Heide-Anflugwald auf armen Sanden der Lüneburger Heide. I. CO<sub>2</sub>-Gaswechsel von \*Betula pendula\* und \*Pinus sylvestris\* unter natürlichen Bedingungen 143-147](#)