

Phyton (Austria)	Vol. 21	Fasc. 1	73—83	15. 2. 1981
------------------	---------	---------	-------	-------------

Aus dem Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien

Gaswechsellmessungen an stadtbewohnenden Pflanzen im stark immittierten Raum

1. Aufbau und Standort der Station

Von

Wolfgang PUNZ *)

Mit 7 Abbildungen

Eingelangt am 12. Juli 1980

Summary

PUNZ W. 1981. Measurements of photosynthesis on plants growing in heavy polluted urban areas. 1. Furnishing and site of the station. — *Phyton (Austria)* 21 (1): 73—83, 7 figs. — German with English summary.

In form of a pilot paper, a station for automatic measurements of photosynthesis and microclimate at the University of Vienna is described. The measurement site and some problems of measurement are discussed.

Zusammenfassung

PUNZ W. 1981. Gaswechsellmessungen an stadtbewohnenden Pflanzen im stark immittierten Raum. 1. Aufbau und Standort der Station. — *Phyton (Austria)* 21 (1): 73—83, 7 Abb. — Deutsch mit englischer Zusammenfassung.

Als erste Arbeit einer Serie wird der Aufbau einer automatischen Klein-klima- und Photosynthesemeßstation an der Universität Wien beschrieben. Die Versuchspflanzen, Besonderheiten des Standorts sowie Meßprobleme werden besprochen.

Im Rahmen des internationalen MAB-('Man and the Biosphere')-Programms werden ökologische Langzeitmessungen über mehrere Vegetationsperioden an verschiedenen Meßplätzen im Stadtgebiet von Wien durchgeführt. Einer dieser Meßplätze wurde so gewählt, daß von einem verkehrs-

*) Mag. Dr. Wolfgang PUNZ, Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien, A-1010 Wien, Dr.-Karl-Luegerring 1.

1) Publ. Nr. 34 der MAB-Projektgruppe Stadtökologie.

mäßig fast unbeeinflussten Gebiet gesprochen werden kann (Meßstelle Universität für Bodenkultur, vgl. KARTUSCH 1976). Als Vergleichsstandort im stark immittierten Stadtgebiet wurde ein Abschnitt des Grünstreifens am Ring im Bereich der Universität Wien ausgewählt und ein Areal von 4×2 m eingezäunt.

1. Versuchspflanzen

Als Versuchspflanzen wurden verschiedene Bäume und Sträucher — möglichst parallel zu der anderen Meßstation — ausgewählt. Mit Stichtag 1. 1. 1980 waren folgende Pflanzen exponiert:

<i>Picea abies</i> (L.) KARST.	seit April 1977
<i>Spiraea vanhouttei</i> (BRIOT) ZAB.	seit April 1977
<i>Acer platanoides</i> L.	seit April 1977
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	seit April 1977
<i>Hedera helix</i> L.	seit April 1978
<i>Tilia cordata</i> MILL.	seit April 1978
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	seit April 1979
<i>Juglans regia</i> L.	seit April 1979

Die Pflanzen wurden in Töpfen (Einheitserde) ausgepflanzt, die in den Boden eingesenkt wurden. Diese Vorgangsweise sollte eine gewisse Beweglichkeit in Hinblick auf die Messungen einerseits, einen mehr oder minder einheitlichen Boden andererseits gewährleisten.

2. Aufbau der Meßstation

Der Aufbau der Meßstation gleicht prinzipiell demjenigen der Station an der Universität für Bodenkultur (vgl. KARTUSCH 1976). Es werden Gaswechsellmessungen im offenen System mit einem URAS 2T der Firma HARTMANN & BRAUN durchgeführt, die Registrierung der Meßwerte erfolgt mit einem Schreiber der gleichen Firma. Weiters werden verschiedene Kleinklimadaten, wie Licht (Sternpyranometer und Schreiber der Fa. SCHENK), Temperatur (Pt-100-Fühler und Schreiber der Fa. SCHENK) und Luftfeuchtigkeit (LiCl-Feuchtefühler und Schreiber der Fa. SCHENK) erfaßt. Alle vier Schreiber sind an eine Datenerfassungsanlage der Fa. DATATRONIC angeschlossen, welche in einem Meßzyklus von 6×2 Minuten alle angeschlossenen Meßstellen erfaßt und in geeigneter Form auf einen 8-Kanal-Lochstreifen abstanzt (Umwandlung der Analogsignale in digitale Form), dreistellige Angabe des Meßwerts, dazu Adresse des Kanals und Subkanals). In Ergänzung dazu wurde auch die Uhrzeit alle Minuten abgelocht. Die Auswertung erfolgt über ein entsprechendes FORTRAN-Programm am Rechenzentrum der Universität Wien.

Darüber hinaus war es durch das freundliche Entgegenkommen der Gemeinde Wien, MA 39 möglich, im Rahmen der Meßstation die Staub- und Schwefeldioxidimmissionen zu erfassen bzw. die Meßstelle Universität in ein

entsprechendes Meßnetz im Gebiet von Wien aufzunehmen. Es war damit möglich, kontinuierlich Werte der Staub- und Schwefeldioxidbelastung am Standort zu erhalten.

3. Die Großstadt als Lebensraum

Wie bereits mehrfach in der Literatur ausgeführt, stellen Großstädte — dicht besiedelte Ballungszentren mit mehr oder weniger ausgedehnten Industriegürteln und -bezirken — ein Ökosystem besonderer Art dar (SUKOPP 1972, DUVIGNEAUD & DE SMET 1977, FUCHS 1978, BURIAN 1979, ALTGAYER 1979). In Folge der starken Einengung und Zergliederung des pflanzlichen Lebensraums muß die Großstadt als Summe zahlreicher unterschiedlicher Kleinstandorte aufgefaßt werden (SUKOPP & KUNICK 1973). Bei der Bewertung ökophysiologischer Daten von Pflanzen aus dem urbanen Lebensraum sind jedenfalls zahlreiche Parameter wie Klima, Schadstoffbelastung, trophische und edaphische Faktoren u. a. m. zu berücksichtigen. Dieses vorausgesetzt, kann der Untersuchungsstandort — auch in Hinblick auf den Vergleichsstandort an der Universität für Bodenkultur — etwa folgendermaßen charakterisiert werden:

Temperatur: Auch in Wien kann eine Überhitzung des Stadtzentrums, eine sogenannte 'Wärmeinsel' beobachtet werden (BÖHM 1979). Verglichen mit den westlichen Randbezirken ist am Versuchsstandort fast durchwegs eine höhere Durchschnittstemperatur festzustellen. Für einen groben Vergleich gibt die Abb. 1 die entsprechenden Monatsmittelwerte der Temperatur an der Hohen Warte und im Rathauspark (in unmittelbarer Nähe des Versuchsstandorts) wieder.

Niederschlag: Das Stadtzentrum liegt in einer Zone geringeren Niederschlags, verglichen mit dem Westen der Stadt und der Zone vermehrten Niederschlags im Lee großer Städte (BÖHM 1979). Die in Abb. 2 zusammengestellten Angaben von Hoher Warte und Rathauspark zeigen wieder deutlich die vermehrte Trockenheit im Zentrum der Stadt. Darüber hinaus sind für den Versuchsstandort wieder die bekannten Faktoren, wie rasche Drainage des Niederschlagswassers u. a., in Rechnung zu stellen (Angaben bei BURIAN 1979).

Einstrahlung: Noch wesentlich differenzierter stellt sich das Problem der Sonneneinstrahlung am Versuchsstandort dar. Wiewohl der Standort allein auf Grund seiner geographischen Lage, verglichen mit weiter westlich liegenden Gebieten, eine günstigere Bilanz der Sonnenscheindauer aufweist und auch hinsichtlich der Trübungsfaktoren das Maximum mehr gegen NNW zu liegt (FELKEL 1979), ist am Versuchsstandort ein typisches Phänomen kleinräumiger urbaner Grünzellen — nämlich die Verminderung des Strahlungsempfangs infolge Beschattung durch umliegende Gebäude — zu beobachten (vgl. FLEMMING 1979). Wie aus Abb. 3 zu ersehen ist, muß der gewählte Versuchsstandort hinsichtlich dieses Phänomens, das einen be-

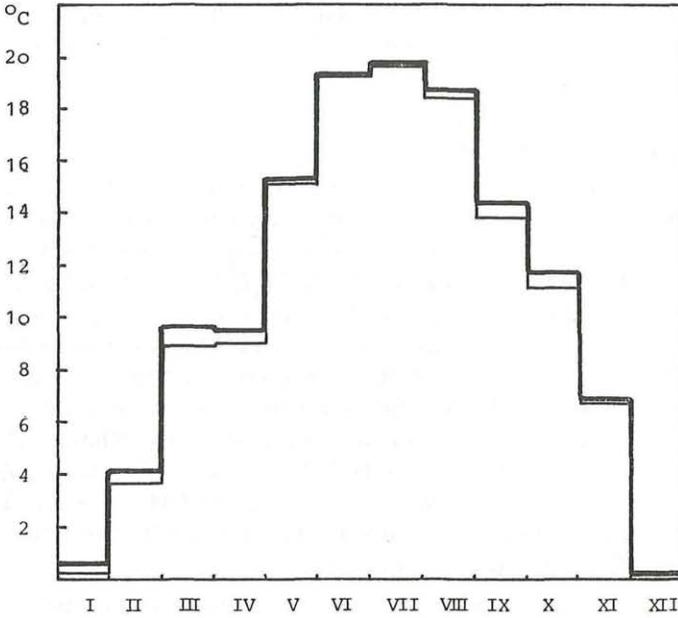


Abb. 1. Monatsmittelwerte der Temperatur für das Jahr 1977. Starke Linie: Rathauspark, schwache Linie: Hohe Warte (HDÖ 1977, JAHRBÜCHER ZA 1977)

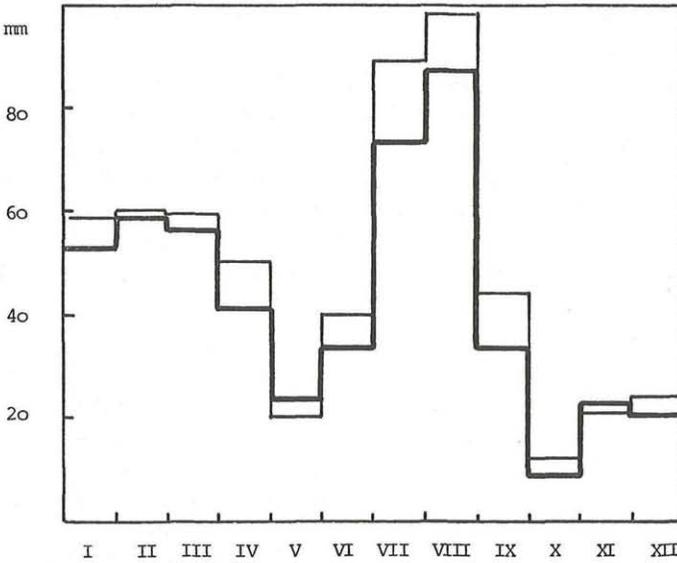


Abb. 2. Monatsmittelwerte des Niederschlags für das Jahr 1977. Starke Linie: Rathauspark, schwache Linie: Hohe Warte (HDÖ 1977, JAHRBÜCHER ZA 1977)

trächtlichen Einfluß auf die Stoffbilanz urbaner Grünräume und mithin deren Lebensfähigkeit besitzen dürfte (vgl. FUCHS 1978), ebenfalls als repräsentativ für großstädtische Grünräume bezeichnet werden.

Trophische und edaphische Faktoren: Durch die einheitliche Verpflanzung der Versuchspflanzen konnten störende Einflüsse unterschiedlicher Bodenfaktoren jedenfalls vermindert werden. Entsprechende unterschied-

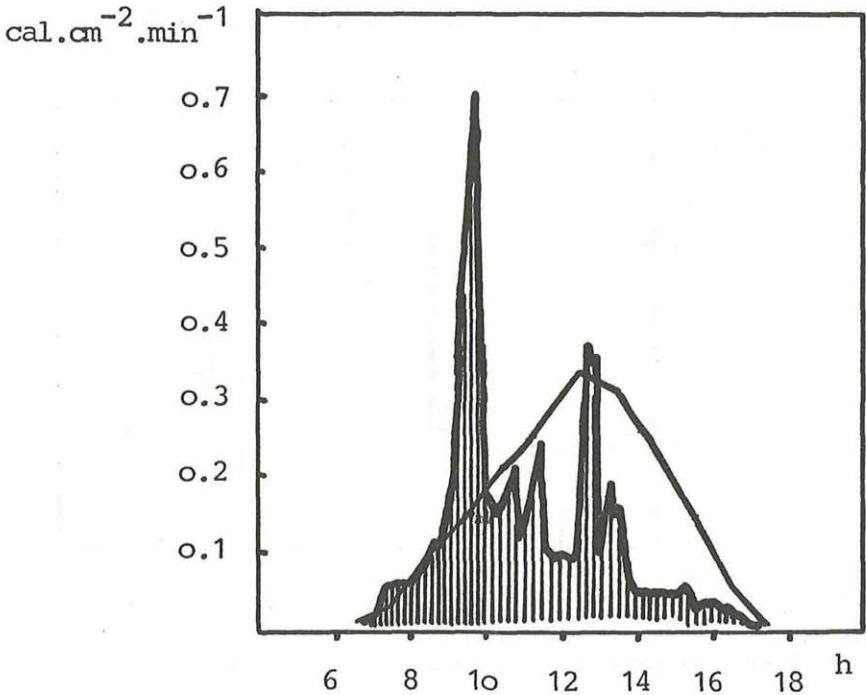


Abb. 3. Tagesgang der Einstrahlung am 15. 10. 1977. Starke Linie (schraffiertes Feld): Meßstation Universität, schwache Linie: Hohe Warte (STRAHLUNGSMESSUNGEN ÖSTERREICH 1977)

liche trophische Phänomene (Staubeinflug, Abfall u. dgl.) waren damit nicht auszuschalten.

Schadstoffe: Abgesehen von lokal bedingten Immissionsmaxima stellt der gewählte Standort hinsichtlich der typischen urbanen Schadstoffe fraglos einen maximal belasteten Ort dar. Die Schwefeldioxidemission liegt nach LUFTQUALITÄTSBILD WIEN / SCHWEFELDIOXID EMISSIONSKATASTER (1976) zwischen 301 und 400 t SO₂ im Referenzjahr (die zweitschlechteste Einstufung). Die mittels Bleikerzen an Ort und Stelle gewonnenen (und von der MA 39 zur Verfügung gestellten) Werte sind aus Abb. 4 ersichtlich, sie

liegen — mit einer Ausnahme — deutlich über dem Durchschnittswert für Wien. Ähnliches gilt für den Staubbiederschlag (ebenfalls von der MA 39 zur Verfügung gestellt), der in Abb. 5 wiedergegeben ist: Auch hier ist das Staubaufkommen gegenüber dem Durchschnitt beträchtlich erhöht. Nach Angaben von SCHEDLING (mündl. Mitt.) ist mit einem mittleren Bleianteil im Staub von rd. 3,5% (Winterhalbjahr rd. 4,2%, Sommerhalbjahr rd. 2,7%) zu rechnen; ebenso darf in der Nähe der Hauptverkehrsader „Ring“ mit beträchtlichem Salzanflug im Gefolge der winterlichen Salzstreuung gerechnet werden. Alles in allem stellt der ausgewählte Standort zweifelsfrei einen

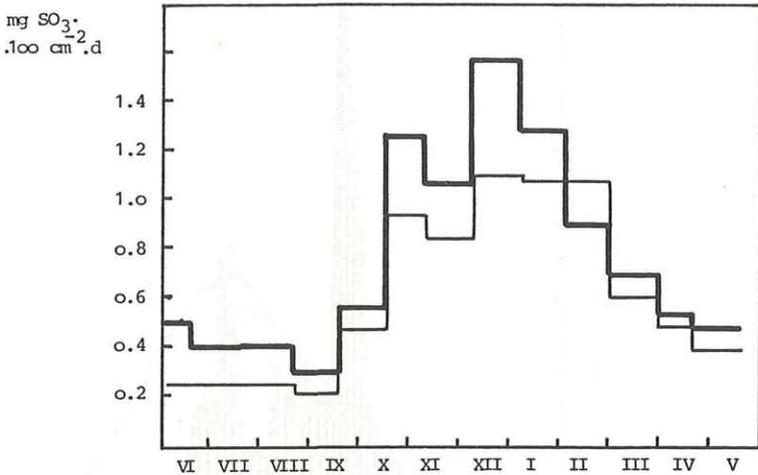


Abb. 4. Schwefelbelastung (Bleikerzenmethode) in der Zeit vom Mai 1977 bis Mai 1978. Starke Linie: Meßstation Universität, schwache Linie: Mittelwert aller Wiener Meßstellen. Nach UNTERSUCHUNGSBERICHT MA 39 (1978)

sowohl hinsichtlich der mikroklimatischen wie toxischen Faktoren beträchtlich belasteten Ort dar.

4. Ruderalpflanzen am Standort

In Tab. 1 sind die im Bereich der Meßstation aufgefundenen Ruderalpflanzen mit Stand Juli 1979 wiedergegeben. Mit wenigen Ausnahmen entspricht diese den Angaben für Wien aus HÜBL (1974). Erwartungsgemäß zeigt sich eine Tendenz zu ruderalen, nitrophilen Pflanzen mit hohen Lichtansprüchen und entsprechendem Temperaturverhalten; interessant ist jedoch das Vorkommen einiger Pflanzen, die eher feuchtere Standorte bevorzugen (insbesondere im Hinblick auf die unten angeführten Bedenken hinsichtlich Trockenheit vgl. 5).

Tabelle 1

Ruderalpflanzenaufwuchs im Bereich der Meßstation. Stand: Juli 1979

<i>Achillea millefolium</i> L.	<i>Polygonum aviculare</i> agg.
<i>Atriplex</i> cf. <i>nitens</i>	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.
<i>Bilderdykia convolvulus</i> (L.) DUM.	<i>Rapistrum perenne</i> (L.) ALL.
<i>Chenopodium album</i> L.	<i>Rubus</i> sp.
<i>Cirsium arvense</i> L. (SCOP.)	<i>Sonchus arvensis</i> L.
<i>Kochia scoparia</i> (L.) SCHRAD.	<i>Taraxacum</i> sp.
<i>Lolium</i> cf. <i>multiflorum</i>	<i>Trifolium repens</i> L.
<i>Mercurialis annua</i> L.	<i>Verbena officinalis</i> L.

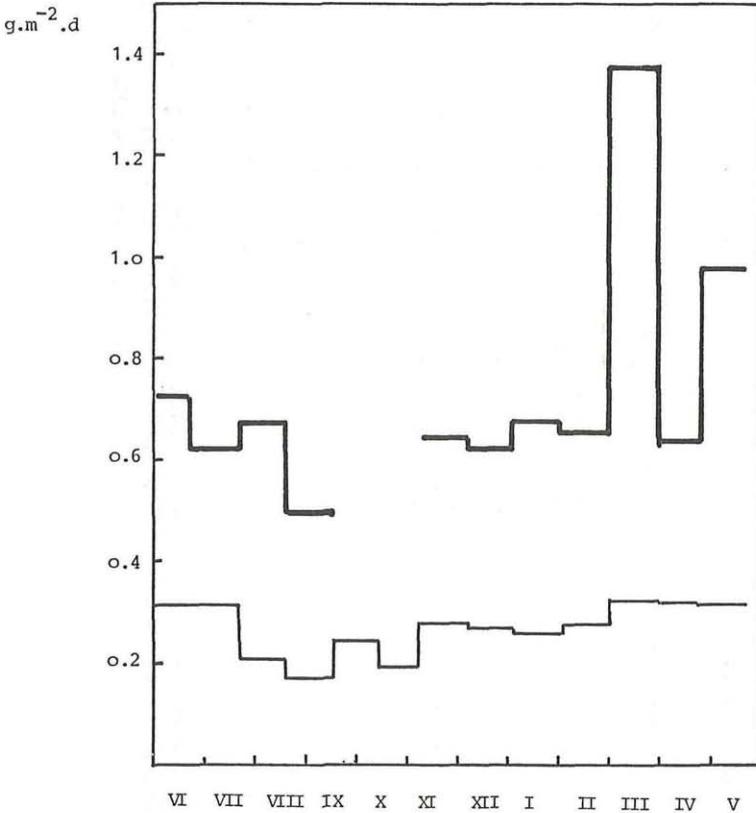


Abb. 5. Staubbelastung in der Zeit vom Mai 1977 bis Mai 1978. Starke Linie: Meßstation Universität, schwache Linie: Mittelwert aller Wiener Meßstellen. Nach UNTERSUCHUNGSBERICHT MA 39 (1978)

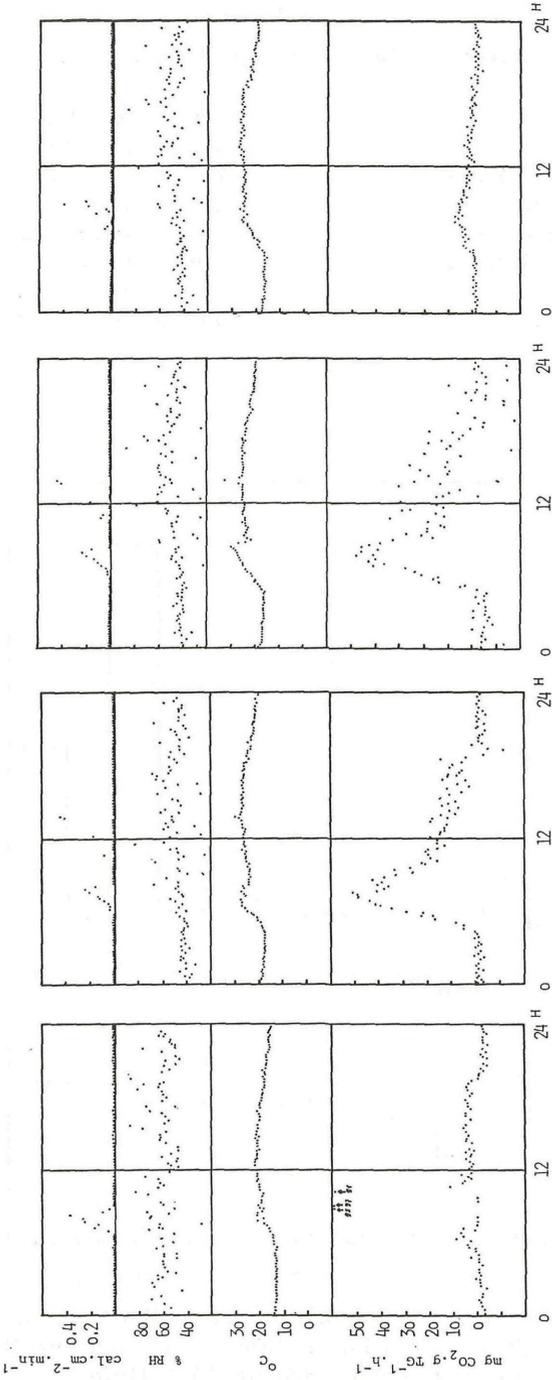


Abb. 6. Tagesgänge von Photosynthese, Lufttemperatur, relativer Luftfeuchtigkeit und Einstrahlung für vier Pflanzen der Meßstation Universität. a: *Acer platanoides* (25. 6. 1978), b: *Cirsium arvense* (2. 6. 1978), c: *Ligustrum vulgare* (2. 6. 1978), d: *Picea abies* (2. 6. 1978)

5. Durchführung der Messungen; Meßprobleme

Küvettierung der Versuchspflanzen

Mit Ausnahme von *Acer*, für dessen großflächige Blätter eine gerührte Großküvette nach KARTUSCH (1976) zum Einsatz kam, erwies sich die Verwendung von geklebten Folienschläuchen zur Küvettierung als zweckmäßig. Eine Ventilation (mittels MICRONEL-Lüfter) erbrachte im wesentlichen keine Erhöhung der Photosyntheseleistung, was wahrscheinlich auf die im Vergleich zu KARTUSCH (1976 u. a.) differenten Umweltbedingungen, insbesondere das Lichtklima, zurückzuführen sein dürfte.

Bewässerung

Ein grundsätzliches Problem der Versuchsanordnung stellte die Wässerung der getopfsten Pflanzen dar: Eine optimale Bewässerung entspräche

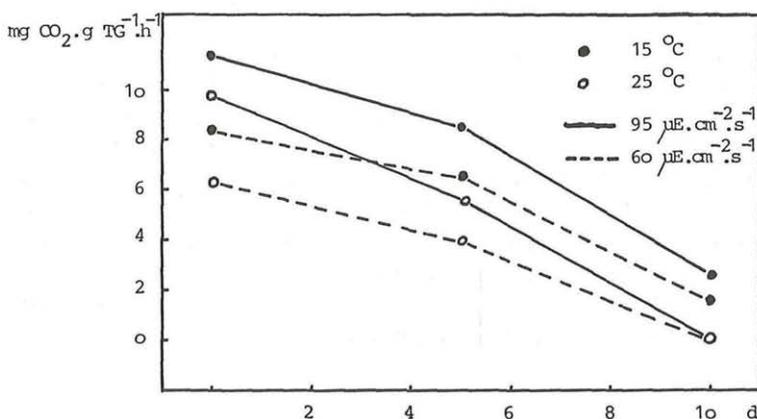


Abb. 7. Einfluß der Austrocknung auf die Photosynthese getopfster Fichten Messung bei minimaler Wasserversorgung sowie nach fünf und zehn Tagen Austrocknung unter Ecophyt-Bedingungen (12: 12 h Tag, $95 \mu\text{E} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 20°C , Ventilation $0.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, Luftfeuchtigkeit $60 \pm 10\%$)

kaum den typisch urbanen Bedingungen; andererseits ist bei Verzicht auf künstliche Bewässerung das Überleben der Pflanzen nicht garantiert. Als Kompromißlösung wurde jeweils nach zwei niederschlagsfreien Tagen eine Bewässerung durchgeführt.

Photosynthesemessungen

Exemplarisch für Verlauf und Größenordnung der Photosynthese der Versuchspflanzen sind in Abb. 6a–d Tagesgänge für *Acer*, *Cirsium*, *Ligustrum* und *Picea* zusammengestellt. Deutlich ist zu erkennen, daß für *Cirsium* und *Ligustrum* das Licht der wesentlich limitierende Faktor ist. In erhöhtem Maße gilt dies jedenfalls auch für *Acer*, der in den kurzen

Tabelle 2

Photosynthese von *Hedera helix* und *Picea abies* unter Ecophyt-Bedingungen
(mg CO₂ · gTG⁻¹ · h⁻¹)

Einstrahlung		60 μE · cm ⁻² · s ⁻¹	95 μE · cm ⁻² · s ⁻¹
<i>Hedera</i>	15° C	8,74	15,29
	25° C	5,09	4,37
<i>Picea</i>	15° C	8,45	11,17
	25° C	6,23	9,87

Zeiten hoher Lichtintensität Spitzenwerte der Photosynthese aufweist, bei vermindertem Lichtgenuß jedoch sofort wieder auf geringe Gaswechselraten zurückfällt. Das Photosynthesemaximum von *Picea* korrespondiert ebenfalls mit der Periode hoher Lichtintensität, weist jedoch eine durchgehend schwache Assimilationsrate auf. Ergänzende Daten zur Bedeutung verschiedener ökologischer Parameter konnten auch in einer Untersuchungsreihe gewonnen werden, die (infolge Ausfalls der Freilandmeßstation) im Ecophyt durchgeführt wurde. In Tab. 2 ist die Photosynthese von *Hedera* und *Picea* als Funktion von Temperatur und Lichtintensität wiedergegeben. Für beide Pflanzen liegt das Optimum der Photosynthese offenbar unter 20° C. Abb. 7 gibt einen Versuch wieder, der den Einfluß der Austrocknung auf die Photosynthese einer getopften Fichte unter Ecophyt-Bedingungen demonstrieren soll. Vom Zustand der maximalen Wasserversorgung sinkt im Laufe von zehn Tagen die Photosyntheseleistung zunächst schwächer, dann immer stärker ab.

Dank

Für die finanzielle Unterstützung bin ich dem Magistrat der Stadt Wien und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zu Dank verpflichtet. Frau Dr. Birgit KARTUSCH danke ich für ihre methodischen Hinweise beim Aufbau der Meßstation, ihr und Herrn Univ.-Doz. Dr. Robert KARTUSCH für die Überlassung des Auswerteprogramms der Meßstation Bodenkultur. Herrn Dr. Dieter KÖBERL vom Rechenzentrum der Universität Wien bin ich für seine Hilfe bei der Adaptation des bestehenden Programms zu besonderem Dank verpflichtet. Herrn Univ.-Doz. Dr. Rudolf MAIER danke ich für seine Unterstützung bei Erstellen der Artenliste, Herrn Univ.-Prof. Dr. Karl BURIAN für die Durchsicht des Manuskripts.

Literatur

- ALTGAYER M. 1979. Morphologische und physiologische Veränderungen von Pflanzen unter Bleieinfluß. — Diss. Univ. Wien.
BÖHM R. 1979. Meteorologie und Stadtplanung in Wien — ein Überblick. Teil 1: Temperatur, Niederschlag. — Wetter und Leben 31: 1—11.

- BURIAN K. 1979. Die Pflanze in der Großstadt. — In: Hundert Jahre Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien, pp. 129—132.
- DUVIGNEAUD P. & DENAYER-DE SMET S. 1977. L'écosystème urbs. L'écosystème urbain bruxellois. — In: SCOPE — Productivité biologique en Belgique, Editions Duculot, Paris-Gembloux.
- FELKEL H. 1979. Meteorologie und Stadtplanung in Wien — ein Überblick. Teil 2: Besonnung, Strahlung, Bewölkung — Nebel, Wind, Immission. — Wetter und Leben 31: 69—75.
- FLEMMING G. 1979. Klima — Umwelt — Mensch. — VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- FUCHS H. 1978. Vergleichende Produktions- und Wachstumsanalysen an Pflanzen einer Groß- und Kleinparkanlage in Wien. — Diss. Univ. Wien.
- HÜBEL E. 1974. Unkrautfluren und ihre Lebewelt. — In: Naturgeschichte Wiens, Band IV, Verlag Jugend und Volk Wien—München, pp. 157—194.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST in ÖSTERREICH (= HDÖ) 1977. Meßstelle Rathauspark, Meßblätter Jänner—Dezember.
- JAHRBÜCHER der ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK (= JAHRBÜCHER ZA) 1977. — In Kommission bei Gerold & Co., Wien 1979.
- KARTUSCH B. 1976. Gaswechselfmessungen an stadtbewohnenden Pflanzen. I. Im schwach immittierten Raum. — Sitzgs. ber. Österr. Akad. Wiss.
- LUFTQUALITÄTSBILD WIEN / SCHWEFELDIOXID EMISSIONSKATASTER 1976. — Magistrat der Stadt Wien, MA 22.
- STRAHLUNGSMESSUNGEN in ÖSTERREICH 1977. — Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien 1979.
- SUKOPP H. 1972. Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. — Berichte über Landwirtschaft 50: 112—139.
- SUKOPP H. & KUNICK W. 1973. Die Großstadt — Gegenstand ökologischer Forschung. — Umweltschutzforum Berlin 8: 9—16.
- UNTERSUCHUNGSBERICHT MA-39 1978. Staubbiederschlags- und Gesamtschwefelmessungen Mai 1977—Mai 1978, — Magistrat der Stadt Wien, MA 39—P 557/78.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [21_1](#)

Autor(en)/Author(s): Punz Wolfgang

Artikel/Article: [Gaswechselfmessungen anstadtbewohnenden Pflanzen im stark immittierten Raum. 73-83](#)