Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung

UB Universitäts Bibliothek Frankfurt am Main

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Zur Kenntnis der Temperaturabhängigkeit der Netto-Assimilation von Samenpflanzen

Pisek, Arthur

1963

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-92897

Visual Library

Zur Kenntnis der Temperaturabhängigkeit der Netto-Assimilation von Samenpflanzen

von

ARTHUR PISEK, Innsbruck

Um zu einem Bild darüber zu gelangen, wie sich die Lebensvorgänge im Wechsel der verschiedenen Lebensumstände abspielen, kann man diese Vorgänge im Laboratorium unter vereinfachten Verhältnissen untersuchen, indem man jeweils möglichst alle Faktoren bis auf einen konstant hält und zunächst nur diesen einen planmäßig variiert. Man kann dies mit einem anderen Faktor wiederholen, schließlich zwei gleichzeitig variieren usw. Auf diese Weise trachtet man den Verwicklungen zu entkommen, die das Verhalten der Pflanze in ihrer natürlichen Umwelt wegen der Vielzahl der hier oft recht unübersichtlich ineinandergeifenden Einflüsse leicht unüberschaubar machen, wenn es nicht gelingt, gewisse Standardkonstellationen herauszulösen. Man kann umgekehrt die Lebensvorgänge bewußt an der in ihrer natürlichen Umwelt lebenden Pflanze (gleichzeitig mit den wichtigsten, hierfür maßgebenden Faktoren) messend verfolgen, um sie eben im wechselnden Zusammenspiel derselben zu beobachten. Diesen Weg hat STOCKER beispielgebend schon vor mehr als 40 Jahren eingeschlagen, als er die Frage nach dem Wasserverbrauch der Pflanzen verschiedener Klimazonen anpackte; auch später, bei seinen Beiträgen zur Assimilationsökologie hielt er ihn ein. Dieser zweite Weg ist in der Regel schwieriger und langwieriger, aber nicht umgehbar, will man über das Verhalten einer Pflanze am Standort unmittelbar eine Vorstellung bekommen; und darum geht es doch letzten Endes. Zum schärferen Erfassen fraglicher Zusammenhänge wird es freilich immer ergänzender Laboratoriumsversuche bedürfen.

Die *ökologische Assimilationsforschung* wurde zwar früh auch im Freiland begonnen (HENRICI 1918, STÅLFELT 1921, 1924), der Schwerpunkt lag aber schon aus technischen Gründen zunächst doch mehr im Laboratorium. Es sei hier nur daran erinnert, daß LUNDEGÅRDH anfangs der 20er Jahre unseres Jahrhunderts einen Anlauf genommen hatte, die Abhängigkeit der Assimilation höherer Pflanzen, besonders krautiger Kulturgewächse von den sie bestimmenden Umweltsfaktoren wie CO_2-Konzentration der Luft, Licht und Temperatur, und zwar ausdrücklich im Hinblick auf Ökologie und Produktion zu untersuchen (das Wesentliche enthalten die Bücher 1924 und 1925), wozu er sich sein eigenes Gerät gebaut hatte (Glockenapparatur). Vor allem die Lichtabhängigkeit wurde dann von BOYSEN-JENSEN mit MÜLLER nach eigener Meßmethode ganz planmäßig studiert und hierbei grundlegende Erkenntnis gewonnen (1932). Auch die Frage der Stoffbilanz wurde von dieser Seite schon grundsätzlich erörtert. Dank inzwischen ausgearbeiteter feldbrauchbarer Geräte (KOSTYTSCHEW 1928, HOLDHEIDE - HUBER - STOCKER 1935) war es dann möglich geworden, auch assimilations-ökologisch im Freiland mit Erfolg

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

zu arbeiten. Besonders die Kreise um KOSTYTSCHEW, ZALENSKY, STOCKER, HUBER und schließlich auch Innsbruck entwickelten sich zu Hauptstätten dieser Richtung. Endlich wurde der Ultrarot-Absorptionsschreiber für die Pflanzenphysiologie entdeckt (HUBER 1950, EGLE und SCHENK 1951a). Abgesehen von der größeren Anzeigegenauigkeit und der Möglichkeit mit in sich geschlossenem Durchströmungskreislauf zu arbeiten, hat das Gerät in Verbindung mit Gasumschalter und Vielfachschreiber den großen Vorteil, daß es von mehreren Proben in dichter Folge (z. B. von jeder alle 6 Minuten) Meßpunkte zu registrieren vermag. Sein Einsatz am Standort (TRANQUILLINI 1952 bis 1960, POLSTER 1961) hat sich schon sehr gelohnt, kostet aber bedeutenden Aufwand und ist daher vereinzelt geblieben. Doch gibt es genug damit im Laboratorium zu tun. Mein Arbeitskreis bedient sich des URAS derzeit u. a. dazu, *Temperaturkurven der CO_2-Netto-Assimilation* ökologisch verschiedener Samenpflanzen aufzunehmen und damit eine Frage, die schon LUNDEGÅRDH (vgl. oben) angeschnitten hat, systematisch neu zu bearbeiten. Sie soll später einmal im Rahmen der Temperaturtoleranz (Kälte-, Hitzeresistenz) betrachtet werden.

Als erste Objekte wählte ich die uns von früheren Arbeiten (TRANQUILLINI 1955, 1957, PISEK u. WINKLER 1958) wohlbekannte Zirbe an der alpinen Waldgrenze und die Fichte an der Waldgrenze und in Tallage (PISEK u. WINKLER 1959). LARCHER (1961) hat sich dann zwei immergrüne Charakterbäume des mediterranen Gebietes (im engeren Sinne), *Olea* und *Quercus ilex*, dazu die sommergrüne Flaumeiche (*Quercus pubescens*) aus der nach oben daran anschließenden Vegetationsstufe, WINKLER (1961) die Kartoffel ausgesucht. Einige Dissertanten befassen sich mit weiteren heimischen Laub- und Nadelhölzern und auch krautigen Arten. Die Einsicht, daß nach aller bisherigen Erfahrung einerseits der Gesamtspielraum der spezifischen Kardinaltemperaturen bei den höheren Pflanzen nicht sehr umfangreich sein dürfte, andererseits die Pflanzen mehr oder weniger anpassungsfähig sind, hielt uns davon ab, nach Gewächshausindividuen von Arten entfernter Klimabereiche zu greifen. Übrigens waren unsere Einrichtungen ohnedies so besetzt, daß vorerst sogar hochalpine Vergleichsarten zurückstehen mußten.

Es handelt sich darum zu erfahren, 1. wie weit die Blätter abgekühlt werden müssen, bis die Photosynthese bei der gegebenen Beleuchtungsstärke nicht mehr mit Reingewinn arbeitet (die Netto-Assimilation gleich Null wird), weil die Intensität der Dunkelreaktionen so nachläßt, daß die Gesamtphotosynthese nur mehr hinreicht, den gleichzeitigen Stoffverlust durch Atmung wettzumachen (*Minimum* der Netto-Assimilation). 2. Soll festgestellt werden, wie weit die Temperatur steigen muß, bis die Netto-Assimilation in der Wärme Null wird, weil dann die mit der Wärme — absolut betrachtet — immer mehr steigende Respiration den gleichzeitigen Brutto-Gewinn verschlingt (*Maximum*). 3. Ist der Temperaturbereich zu erfassen, bei dem unter den gegebenen Bedingungen (Lichtstärke 10 000 Lux, Xenonhochdrucklampe, CO_2-Gehalt der Luft um 0,03 Vol.-%) höchstmöglicher Reingewinn erzielt wird (*Optimum*). 4. Ist es auch wichtig, die genauere Form der Abhängigkeitskurve zwischen diesen Temperaturen festzulegen; kann sie doch — aufs einfachste Schema gebracht — bei gleichen Kardinaltemperaturen grundsätzlich etwa so aussehen, wie Abb. 1 a oder aber wie b oder c; sie könnte auch gemischt sein (z. B. a/c), was ökologisch recht Verschiedenes bedeutet. Eine Pflanze vom Typ aa z. B. arbeitet nicht nur im engeren Optimumbereich, sondern auch in mäßiger Kälte und in der Wärme im

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Gegensatz zu bb mit erheblichem Reingewinn. Den Kurvenverlauf im Anfang des aufsteigenden Astes haben wir wegen versuchstechnischer Schwierigkeiten bisher nicht genau festlegen können, doch sieht er — nach den vorhandenen Fragmenten ergänzt — i. allg. nach Abb. 1a oder 1b aus; nur bei *Citrus* und *Olea* (Winter) nach c[1]).

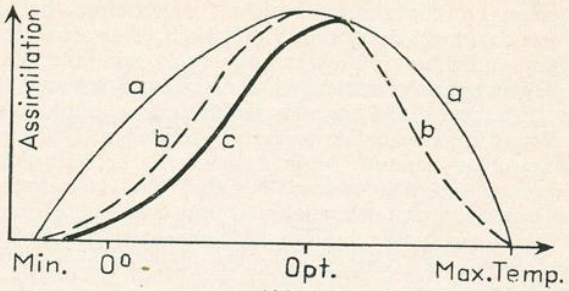


Abb. 1

Zur Ermittlung des optimalen Temperaturbereiches wurde von einigen Graden über 0°C bis über 30°C hinaus die Assimilation mit dem URAS gemessen. Über den Vorgang bei der Untersuchung erwähne ich unter Hinweis auf die Methodikabschnitte bei PISEK u. WINKLER (1959) und LARCHER (1961) hier bloß, daß stets am Vorabend abgeschnittene Zweige benutzt wurden, die, über Nacht unter Nylonhauben in Wasser eingestellt, sich mit Wasser sättigten. Am Morgen, unmittelbar vor Beginn des Messens, wurden davon die Proben zurechtgeschnitten und in Röhrchen mit Wasser tauchend in die Rezipienten gebracht. Daß man bei entsprechender Kritik sehr wohl mit abgeschnittenen Pflanzenteilen arbeiten kann, hat jüngst LARCHER (1963) gezeigt. — Das Bestimmen von Minimum und Maximum läuft darauf hinaus festzustellen, bei welcher Kälte bzw. Hitze die Pflanze CO_2 weder aufnimmt noch abgibt, der Gaswechsel also Null wird. Dies herauszubekommen bedienten wir uns in der Regel des hierfür bewährten, einfachen ÅLVIK'schen Verfahrens in seiner zuletzt von LIETH (1958) vereinfachten Form und eines Satzes von Philips-Warmtonröhren (Beleuchtungsstärke am Ort der Proben in der Kühltruhe 3000 Lux). Sonst verwendeten wir als Lichtquelle stets eine Xenonhochdrucklampe (Beleuchtungsstärke in den Rezipienten 10 000 Lux). Sondermessungen mit *Abies* hatten ergeben, daß das Minimum bei 10 000 Lux nicht anders liegt als bei 3000 Lux. Es im schwächeren Licht zu bestimmen, war aber bedeutend einfacher, weil einerseits die Röhrenleuchten nur wenig Wärme abgeben, andererseits die Xenonlampe für gleichzeitige Assimilationsbestimmung frei blieb.

Aus dem noch wachsenden und fließenden Stoff greife ich hier nur die Ergebnisse heraus, die bisher über Holzgewächse im Sommer erhalten wurden (Tab. 1 im Anhang). Im Winter ändert sich das Bild bei den Immergrünen, worüber man bei KUSOMOTO, NEGISI und SATOO, besonders eingehend bei LARCHER (alle Autoren 1961), Angaben findet. Von den eigenen, in der kalten Jahreszeit gemachten Erfahrungen wird andernorts zu berichten sein.

Unsere Untersuchungen betreffen Holzpflanzen dreier Klimabereiche: 1. solche der oberen alpinen Waldgrenze (Patscherkofel bei Innsbruck, Station auf 2050 m); 2. der Talniederung von Innsbruck (560 m) und 3. der medi-

[1]) Über die Ursachen von Maximum und Optimum vgl. EGLE u. SCHENK 1952 und 1954, über das Minimum PISEK 1960.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

terranen Exklave am Nordrand des Gardasees (repräsentative Station Arco, 91 m; von hier *Olea*, *Quercus ilex* und *Quercus pubescens* sowie *Citrus*). Die drei Gegenden unterscheiden sich besonders hinsichtlich ihrer Wärmetönung sehr voneinander. Sie sollen daher in Tab. 2 ganz kurz durch die Monatsmitteltemperaturen 1950/60 gekennzeichnet sein. In Arco bleibt selbst der kühlste Monat über 4°C, sieben Monate kommen auf mehr als 10°C, davon fünf über 15 und drei über 20°C. In Innsbruck sind die Monatsmittel von Dezember und Januar unter 0°C, nur fünf Monate überschreiten 10°C, drei davon 15°C. Die auf dem Patscherkofel unweit der natürlichen Waldgrenze (in Luftlinie nur 7 km vom Zentrum Innsbrucks entfernt) eingerichtete Wetterstation verzeichnet nur sechs Monate mit über 0°C, wovon bloß zwei noch 9°C erreichen. Der Sommer an der Waldgrenze ist also viel kürzer; im Schatten, bei Bewölkung und nachts ist es dort viel kühler als in der Talniederung[2]).

Tab.2. Lufttemperatur-Monatsmittel

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Patscherkofel[1]) 2045 m 1951 – 1960	-6,1	-6,3	-3,4	-1,1	3,5	6,9	9,1	8,9	6,8	2,7	-1,3	-3,5
Innsbruck[1]) 580 m 1951 – 1960	-2,6	-0,7	4,9	8,9	13,4	16,4	18,0	17,1	14,3	8,7	3,1	0,0
Arco (Gardasee)[2]) 91 m 1950 – 1961	4,1	6,2	9,7	13,3	17,8	21,4	23,8	22,8	20,0	14,3	8,9	5,8

1) Aus Winkler, E.: Der Einfluß von Mikroklima und Anbauweise auf Stauden- und Knollenproduktion verschiedener Kartoffelsorten in zentralalpinen Hochlagen Tirols.- Wetter u. Leben 14: 139-158 (1962). Tagesmittel = $\frac{7h + 14h + 21h + 21h}{4}$

2) Nach Aufzeichnungen des meteorologischen Observatoriums Arco berechnet. Tagesmittel = $\frac{\text{Maximum} - \text{Minimum}}{2}$

Vergleichen wir zuerst Individuen derselben Art, nämlich Fichten, die in dieser Niederung wachsen, mit solchen der Grenzlage, so finden wir die letzteren dem rauhen Bergklima insofern angepaßt, als der optimale Temperaturbereich für die Netto-Assimilation ihrer Nadeln um 2 bis 3°C tiefer ist als von Bäumen, die knapp über der Talniederung stocken. Blätter von Birken bei Kühthai (1900 m) brauchen sogar 4°C weniger als solche von Talbäumen, daß sie auf unter den gegebenen Versuchsbedingungen größtmögliche Leistung kommen. Die Zirbe steigt in ihrer natürlichen Verbreitung nicht weit unter die Waldgrenze herab, weshalb wir bei ihr keinen Vergleich mit Bäumen aus der Niederung anstellen können. Wie man aus diesen Beispielen sieht, können die Unterschiede zwischen den Individuen einer Art, wenn sie so stark differierende Standorte besiedeln, größer sein als die zwischen zwei Arten auf dem gleichen Standort. Fichte und Zirbe arbeiten an der Waldgrenze am besten bei bloß 12 bis 13°C, die Birke bei solchen um 14°C. In unserer Zusammenstellung ist dies der niedrigste Optimalbereich. Er

[2]) Derlei meteorologische Daten, die immer auf Messungen in freistehenden Wetterhäuschen (2 m über dem Erdboden) beruhen, sind sehr geeignet, das Großklima der verschiedenen Gegenden zu kennzeichnen. Man darf nur nie vergessen, daß die Pflanzendecke ihr eigenes, kleinräumig wechselndes Klima hat, das hiervon mehr oder weniger abweicht.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

deckt sich mit dem von UNGERSON und SCHERDIN (1961) bei ihren Assimilationsmessungen an einem subarktischen Standort (Finnisch-Lappland) bei *Betula nana* und *Betula tortuosa* gefundenen Optimum. Das soll hier doch vermerkt sein, obschon man die Angaben wegen der ganz anderen Methodik nicht ohne weiteres mit unseren vergleichen kann[3]).

Sehen wir weiter die verschiedenen Arten aus den Tieflagen durch, so zeigt sich, daß unter ihnen der Tanne die geringste Wärme (13°C) zu bester Leistung genügt. Sie ordnet sich hinsichtlich des Temperaturoptimums zu den Waldgrenzbäumen der Fichte und Zirbe, obschon die Tannenproben von Bäumen am Fuß eines südseitigen Hanges bei Kramsach im Unterinntal (530 m), also nicht von Bergeshöhe stammen, und obschon die Art — anders als die beiden vorgenannten nordisch-alpinen — auf die mittleren und höheren Stufen der mittel- und südeuropäischen Gebirge beschränkt ist. Unser Ergebnis widerspricht auch dem (freilich nicht ohne weiteres vergleichbaren) Befund MILLER's (1959), weshalb wir es noch nachprüfen werden. Der südliche Charakter der Tanne schlägt im Temperaturmaximum (39/40°C) durch, das über dem der vorhin erwähnten zwei nordisch-alpinen Nadelhölzer (36 bis 38°C) und erst recht über jenem der ebenfalls nordisch-alpinen Waldkiefer (33 bis 35°C) liegt, von der das Optimum leider noch nicht untersucht ist. Das Maximum der Tanne stimmt mit dem der Eibe überein, die hinsichtlich ihrer Verbreitung insofern an die Tanne erinnert als ihr natürliches Verbreitungsgebiet vom südlichsten Skandinavien durch Mittel- und Südeuropa bis Algier, Kleinasien und bis in den Kaukasus reicht; im Norden findet sie sich mehr in tieferen Lagen, im Süden in den Gebirgen. Bei der Eibe kommt aber der südliche Charakter auch im Optimum zur Geltung. Dieses liegt nämlich um 19/20°C, also beträchtlich über dem der anderen hier angeführten immergrünen Nadelhölzer[4]); auch höher als bei unseren sommergrünen Laubhölzern Birke und Buche (18 bis 20°C) und sogar über jenem so typisch mediterraner breitblättriger Immergrüner wie Steineiche und Ölbaum (15 bis 17° bzw. 16 bis 20°C, LARCHER 1961), denen man beiden ein höheres Optimum zutrauen möchte. Dafür vermögen diese mediterranen Immergrünen im gegebenen Licht noch bei Temperaturen um 40°C und darüber Reingewinn zu erzielen. Die Netto-Assimilation der Steineiche sinkt auf Null, wenn das Laub auf 42°C erwärmt wird, jene von *Olea* erstaunlicherweise erst bei 48°C. Der bei uns winterharte Kirschlorbeer und die sommergrüne, für die untere Bergstufe des Mittelmeerbereiches bezeichnende Flaumeiche — sie hat nächst *Citrus* (24°C) das höchste Optimum — sind bei Temperaturen gegen 45°C so weit. Erst bei fast ebensolcher Hitze kompensieren aber auch heimische Sommergrüne wie Birke und Grünerle, und zwar gleich, ob sie an der Waldgrenze leben oder in der Niederung; ebenso die Buche! Drei der geprüften Arten vereinen Optima über 20°C mit Maximis über 40°C: Flaumeiche, Kirschlorbeer und Citrone.

Soweit man nach den Temperaturkurven der Assimilation bei KUSUMOTO (1957a) extrapolierend auf das Maximum der von ihm untersuchten warm-

[3]) Nach MOONEY und BILLINGS (1961) Temperatur-Assimilationskurven ist der optimale Temperaturbereich unserer bekannten Silikatschutt-Moränenpflanze *Oxyria digyna* aus arktischen Populationen merkwürdigerweise etwa 15—20°C, jener von *Oxyria* der Höhen in den südlichen Rocky-Moutains 25—30°C.

[4]) Ähnlich wie bei der Eibe ist das Optimum dreier forstlich wichtiger ostasiatischer Coniferen (einjährige Sämlinge von *Cryptomeria japonica*, *Chamaecyparis obtusa* und *Pinus densiflora*). Temperaturmaximum der ersten beiden zwischen 40 und 45° C, bei *Pinus* zwischen 45 und 50°C (NEGISI und SATOO 1961).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

temperierten bis tropischen breitblättrigen Immergrünen der Niederungen im südlichsten Japan schließen kann, kommt keine derselben über *Olea* hinaus. Die Optima haben (im Sommer) den Schwerpunkt um etwa 25°C, nur der tropische *Ficus retusa* arbeitet zwischen 25 und 30°C mit größtem Gewinn. Ein im großen ganzen ähnliches Bild — Optimalbereiche zwischen rund 20 bis 30°C, Maxima um 45°C — ergaben auch die Untersuchungen von STOCKER (1935) über die Temperaturkurven der Assimilation einiger Tropenbäume auf Java.

Auf der anderen Seite, in der Kälte, wird allgemein kein Reingewinn mehr erzielt, sobald das Laub wenige Grade unter 0°C abkühlt. Abgesehen von zwei (in diesem Punkt mitgenommenen) tropischen Arten (*Monstera deliciosa* und *Fittonia*, Gewächshausstücke), die schon bei + 1°C kompensierten, ist die Gesamtschwankungsbreite des Temperaturminimums nach oben durch *Citrus* (— 1°C), nach unten durch *Olea* (— 6°C) abgesteckt. Im übrigen ist das Minimum wenig charakteristisch. Die Menge hält nämlich zwischen — 3 und — 5°C (auch *Pittosporum tobira* aus China und Japan). Dies ist zugleich der Bereich, innerhalb dessen die Blätter der angeführten Arten, wenn sie sich in optimalem Wasserzustand befinden, zu gefrieren beginnen (*Olea* erst bei — 6°C!). Durch das Gefrieren leidet die Photosynthese, was ohne weiteres verständlich ist, weil sich bei geringster Unterschreitung der kritischen Temperatur auch schon Frostschäden an den Blättern einzustellen anfangen. Im Sommer sind die Blätter, winter- wie sommergrüne, ausgesprochen eisempfindlich, also nicht frosthart.

Nur des Kontrastes wegen sei hier erwähnt, daß sich Algen als Assimilationsapparat von Flechten, besonders von gewissen alpinen Flechten, bei der Photosynthese sehr viel weniger von Frost beeindrucken lassen als das Assimilationsgewebe von Samenpflanzen. Das ist zweifellos in der andersartigen Zellstruktur dieser Algen begründet; z. B. fehlen ihnen größere Vakuolen. LANGE (1963) fand bei ihnen nicht nur Höchstleistung bei Thallustemperaturen unter 10 bis 0°C, sondern auch CO_2-Aufnahme bis unter — 20°C.

Literatur

Boysen-Jensen, P.: Die Stoffproduktion der Pflanzen. — Jena 1932.

Eglę, K. u. Schenk, W.: Die Verwendung des Ultrarotabsorptionsschreibers in der Photosyntheseforschung. — Ber. dtsch. bot. Ges. **64:** 180 (1951a).

— — u. — — Untersuchungen über die Reassimilation der Atmungskohlensäure bei der Photosynthese der Pflanzen. — Beitr. Biol. Pfl. **29:** 75 (1952).

— — u. — — Der Einfluß der Temperatur auf die Lage des CO_2-Kompensationspunktes. — Planta **43:** 83 (1953/54).

Henrici, M.: Chlorophyllgehalt und Kohlensäureassimilation bei Alpen- und Ebenenpflanzen. — Verh. naturf. Ges. Basel **32:** 107 (1918/19).

Holdheide, W., Huber, B. u. Stocker, O.: Eine Feldmethode zur Bestimmung der momentanen Assimilationsgröße von Landpflanzen. — Ber. dtsch. bot. Ges. **54:** 168 (1936).

Huber, B.: Registrierung des CO_2-Gefälles und Berechnung des CO_2-Stromes über Pflanzengesellschaften mittels Ultrarotabsorptionsschreibers. — Ber. dtsch. bot. Ges. **53:** 53 (1950).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Kostytschew, S., Bazyrina, K. u. Tschesnokov, W.: Untersuchungen über die Photosynthese der Laubblätter unter natürlichen Verhältnissen. — Planta **5:** 696 (1928).
Kusumoto, T.: Physiological and ecological studies on the plant production in plant communities. 3. Ecological consideration of the temperature-photosynthesis curves of evergreen broadleaved trees. — Jap. J. Ecol. **7:** 126 (1957).
— — An ecological analysis of the distribution of broadleaved evergreen trees, based on the dry matter production. — Jap. J. Bot. **17** (3): 307 (1961).
Larcher, W.: Jahresgang des Assimilations- und Respirationsvermögens von Olea europaea L. ssp. sativa Hoff. et Link, Quercus ilex L. und Quercus pubescens Willd. aus dem nördlichen Gardaseegebiet. — Planta **56:** 575 (1961).
— — Die Eignung abgeschnittener Zweige und Blätter zur Bestimmung des Assimilationsvermögens. — Planta **60** (im Druck, 1963).
Lange, O. L.: Die Photosynthese der Flechten bei tiefen Temperaturen und nach Frostperioden. — Ber. dtsch. bot. Ges. **75:** 351 (1963).
Lieth, H.: Grenzen und Anwendungsmöglichkeiten der colorimetrischen CO_2-Bestimmung. — Planta **51:** 705 (1958).
Lundegårdh, H.: Der Kreislauf der Kohlensäure in der Natur. — G. Fischer, Jena 1924.
— — Klima und Boden, 4. Aufl. — Jena 1954.
Miller, R.: Assimilationsuntersuchungen an Tannen und Fichten einer Naturverjüngung im Bayr. Wald. — Forstw. Cbl. **78:** 297 (1959).
Mooney, H. A. and Billings, W. D.: Comparative physiological ecology of arctic and alpine populations of Oxyria digyna. — Ecol. Monogr. **31:** 1 (1961).
Negisi, K. a. Satoo, T.: Effect of temperature upon photosynthesis and respiration of Akamatu (Pinus densiflora Sieb. et Zucc.), Sugi (Cryptomeria japonica D. Don) and Hinoki (Chamaecyparis obtusa Sieb. et Zucc.). — J. Jap. For. Soc. **43:** 336 (1961).
Pisek, A. u. Winkler, E.: Assimilationsvermögen und Respiration der Fichte (Picea excelsa Link) in verschiedener Höhenlage und der Zirbe (Pinus cembra L.) an der alpinen Waldgrenze. — Planta **51:** 518 (1958).
— — u. — — Licht- und Temperaturabhängigkeit der CO_2-Assimilation der Fichte (Picea excelsa Link), Zirbe (Pinus cembra L.) und Sonnenblume (Helianthus annuus L.). — Planta **53:** 532 (1959).
Polster, H., Weise, G. u. Neuwirth, G.: Ökologische Untersuchungen über den CO_2-Stoffwechsel und Wasserhaushalt einiger Holzarten auf ungarischen Sand- und Alkali- („Szik"-)Böden. — Arch. Forstw. **9:** 947 (1960).
Stålfelt, M. G.: Zur Kenntnis der Kohlehydratproduktion von Sonnen- und Schattenblättern. — Medd. Stat. Skogsförsöksanst. **18** (5) (1921).
— — Untersuchungen zur Ökologie der Kohlensäureassimilation der Nadelbäume. — Medd. Stat. Skogsförsöksanst. **21** (5) (1924).
Stocker, O.: Assimilation und Atmung westjavanischer Tropenbäume. — Planta **24:** 402 (1935).
Tranquillini, W.: Die Bedeutung des Lichtes und der Temperatur für die CO_2-Assimilation von Pinus Cembra-Jungwuchs an einem hochalpinen Standort. — Planta **46:** 154 (1955).

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tranquillini, W.: Standortsklima, Wasserbilanz und CO_2-Gaswechsel junger Zirben an der alpinen Waldgrenze. — Planta **49:** 612 (1957).
Ungerson, J. u. Scherdin, G.: Untersuchungen über den Tagesverlauf der Photosynthese und der Atmung unter natürlichen Bedingungen in der Subarktis (Finnisch-Lappland). — Ann. Bot. Soc. zool.-bot. fenn. „Vanamo" **32** (7) (1962).
Winkler, E.: Assimilationsvermögen, Atmung und Erträge der Kartoffelsorten Oberarnbacher Frühe, Planet, Lori und Agnes im Tal (610 m) und an der Waldgrenze bei Innsbruck und Vent (1880 bzw. 2014 m). — Flora **151:** 621 (1961).

Manuskript eingeg. am 24. 3. 1963.

Anschrift des Verfassers: Professor Dr. Arthur Pisek, Institut für Botanik und Botanischer Garten der Universität, Innsbruck (Österreich), Sternwartestraße 15.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Zu A. PISEK: Netto-Assimilation.

Tab. 1.

Kardinaltemperaturbereiche der Netto-Assimilation von Arten aus Gegenden verschiedenen Klimas (°C). Alles ausgereifte, aber nicht alternde diesjährige Blätter (Nadeln) im Sommer. Bei Immergrünen (.) mit Ausnahme Pinus cembra und Picea excelsa nur letzter Jahrgang. Optimaler Wasserzustand (Defizite am Schluß der Messung unter 10 %). Beleuchtungsstärke am Ort der Proben 10.000 L, nur Minimum bei 3000 L bestimmt. Näheres im Text.

Reihung nach steigendem Temperaturoptimum.

		Minimum	Optimum	Maximum	
. Zirbe, Pinus cembra L. erwachsener Baum	Sonne		10-15 12,5		PISEK u. WINKLER 1959 (letzte 4 Jahrgänge)
Waldgrenze Patscherk. 1900 m	Schatten		12-15 13,5		
Zirbe, Pinus cembra L. Jungpfl. Waldgr. Obergurgl 1900 m	Schatten	-4,5	12	35	TRANQUILLINI 1955 (mehrere Jahrgänge)
. Fichte, Picea excelsa Link	Sonne		10-14 12	37/38	PISEK u. WINKLER 1959
Waldgr. Patscherk. 1840 m	Schatten		10-15 13		(letzte 2 Jahrgänge)
. Tanne, Abies alba Mill. Kramsach i. Unt. Inntal 530 m	Schatten	-4,0	10-15 13	38	LINGL
. Fichte, Picea excelsa Link	Sonne		13-18 15		PISEK u. WINKLER 1959
Botan. Garten 600 m	Schatten	-4,2	13-18 15	37/38	(letzte 2 Jahrgänge)
Birke, Betula verrucosa Ehrh. (=B. pendula Roth.) Kühthai 1800 m		-4,5	12-16 14	42/43	LINGL
. Steineiche, Quercus ilex L. Mte Brione Gardasee 240 m			13-18 16	42	LARCHER 1961
. Ölbaum, Olea europaea L. ssp. sativa Hoff. et Link Sorte "casaliva" Mte Brione Gardasee 240 m		-6	16-20 18	48	LARCHER 1961
Birke, Betula verrucosa Ehrh. Bot. Garten 600 m		-4,5	15-19 17/18	42/43	LINGL
Buche, Fagus silvatica L. Bot. Garten 600 m			19/20	44	RETTER
. Eibe, Taxus baccata L. Innsbruck Hofgarten 530 m		-5	19/20	38/40	LEPEZ
. Kirschlorbeer, Prunus laurocerasus L. Innsbruck-Hofgarten 530 m		-4	16-26 21	42/45	LEPEZ
Flaumeiche, Quercus pubescens Willd. Mte Brione Gardasee 240 m			20-26 23	44	LARCHER 1961
. Zitrone, Citrus limon (L.) Burm. Limone Gardasee 190 m		-1,3	20-27 24	40	LEPEZ
. Kiefer, Pinus silvestris L. Innsbruck 650 m		-3/-4		35	LINGL
. Mistel, Viscum album L. Botan. Garten 600 m		-3		36/37	LEPEZ
. Efeu, Hedera helix L. Botan. Garten 600 m		-4		42	LEPEZ
Grünerle, Alnus viridis (Chaix) Lam. et DC Kühthai 1800 m		-4,5/-5		39	LINGL
Bot. Garten 600 m		-3/-4,5		42	
. Pittosporum tobira	China-Japan	-4			LEPEZ
. Monstera deliciosa	Mexico	-1			LEPEZ
Fittonia sp.		-1			LEPEZ

Bei Buche, Fagus silvatica L., Bot. Garten 600 m ist unter der Position „Minimum" der Wert -4,5/-6 zu lesen.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft (alte Serie)

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: NF_10

Autor(en)/Author(s): Pisek Arthur

Artikel/Article: Zur Kenntnis der Temperaturabhängigkeit der Netto-Assimilation von Samenpflanzen 34-41