

<b>Zeitschrift:</b>	Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Botanische Gesellschaft
<b>Band:</b>	90 (1980)
<b>Heft:</b>	3-4
<b>Artikel:</b>	Temperaturabhängigkeit der Dunkelatmung und der Nettophotosynthese bei Coffea arabica L.
<b>Autor:</b>	Glättli, R. / Eller, B.M. / Wanner, H.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-63718">https://doi.org/10.5169/seals-63718</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Temperaturabhängigkeit der Dunkelatmung und der Nettophotosynthese bei *Coffea arabica* L.

R. Glättli, B.M. Eller und H. Wanner

Institut für Pflanzenbiologie  
Universität Zürich  
CH-8008 Zürich

Manuskript eingegangen am 21. April 1980

Das Assimilationsverhalten von Pflanzen ist im wesentlichen durch die Umweltfaktoren Licht, Temperatur und Feuchtigkeit gekennzeichnet. Bereits Stalfelt (1939) und in neuerer Zeit unter anderen Lange et al. (1969) sowie Tranquillini (1957) wiesen bei Gaswechselmessungen nach, dass klimatische Faktoren, welche vor Versuchsbeginn auf ein pflanzliches Objekt einwirken, dessen physiologische Leistung in der Versuchsperiode nachhaltig zu beeinflussen vermögen.

Tropische Pflanzen sind selten eingehend untersucht worden. Wir haben daher die Gelegenheit, über eine grössere Zahl von *Coffea arabica*-Pflanzen verschiedenen Alters verfügen zu können, benutzt, um den Einfluss der Temperatur auf die Nettophotosyntheserate (NPR) und die Dunkelatmungsrate zu ermitteln. Solche Bestimmungen ermöglichen abzuschätzen, in welchem Ausmasse stark vom Mittel abweichende Temperaturen sich auf die Produktionsleistung der Kaffeepflanzen auswirken.

## Material und Methoden

Photosynthese und Dunkelatmung wurden bei 1 1/2-jährigen *Coffea arabica* L. (Var. Bourbon) untersucht. Die Anzucht des aus Samen gezogenen Pflanzenmaterials erfolgte im Gewächshaus bei  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  und  $60 \pm 10\%$  relativer Luftfeuchtigkeit.

Die Messungen erfolgten in einer Klimakammer (Weiss, Giessen, 1200/E OJU-P). Nach dreitägiger Akklimatisation an die konstanten Klimakammerwerte  $20^\circ\text{C}$  und 70% relative Luftfeuchtigkeit erfolgten die Messungen nach einem Akklimatisierungstag bei  $15^\circ\text{C}$ , bei 20, 25, 30 und  $35^\circ\text{C}$  und direkt anschliessend bei 30, 25, 20 und  $15^\circ\text{C}$  ( $\pm 0,5$  K). Die Mess-Serie wurde mit einer Lufttemperatur von  $15^\circ\text{C}$  begonnen. Temperaturänderungen und Neueinstellung der Feuchtigkeit

erfolgten täglich um 08.00 Uhr morgens. Die Feuchtigkeit wurde bei den verschiedenen Temperaturen so eingestellt, dass ein konstantes Wasserdampfsättigungsdefizit von  $7 \pm 1$  mbar (entsprechend 70% relativer Feuchtigkeit bei  $20^{\circ}\text{C}$ ) bestand. Dadurch sollte erreicht werden, dass der Öffnungsgrad der Stomata durch das Wasserdampfsättigungsdefizit nicht zusätzlich beeinflusst wird.

Gemessen wurde im 12-Stunden-Tag (0730 Uhr bis 1930 Uhr Licht, 1930 Uhr bis 0730 Uhr Dunkel) bei einem Strahlungsangebot von  $500 \mu\text{-Einstein m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Der  $\text{CO}_2$ -Gaswechsel wurde mit einem vollklimatisierten Gaswechselkammersystem KOCH (Koch et al., 1968), Fabrikat Walz, Effeltrich und einem Infrarot-Gasanalysator (URAS) erfasst. Gemessen wurde im geschlossenen System. Der  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Luft wurde auf 300 ppm eingestellt. Zu zwei bestimmten Nacht- und vier bestimmten Tageszeiten wurde die Dunkelatmung bzw. die NPR ermittelt. Die Messungen erfolgten an intakten, an der Pflanze belassenen Zweigen.

## Ergebnisse

Die Resultate in Abb. 1 zeigen, dass der Wert der NPR für gleiche Lufttemperatur, je nach der Temperatur des Vortages, grösser bzw. kleiner wird. Beispielsweise ist der Wert der Nettophotosynthese bei  $20^{\circ}\text{C}$  Lufttemperatur nach einem Tag, der eine um 5 K höhere Temperatur aufwies, um 47% höher als im umgekehrten Falle, mit einer am Vortag um 5 K tieferen Temperatur (Abb. 1, 1630 Uhr). Die analogen Werte für die Lufttemperaturen von 15, 25 und  $30^{\circ}\text{C}$  betragen 11%, 40% sowie 8%.

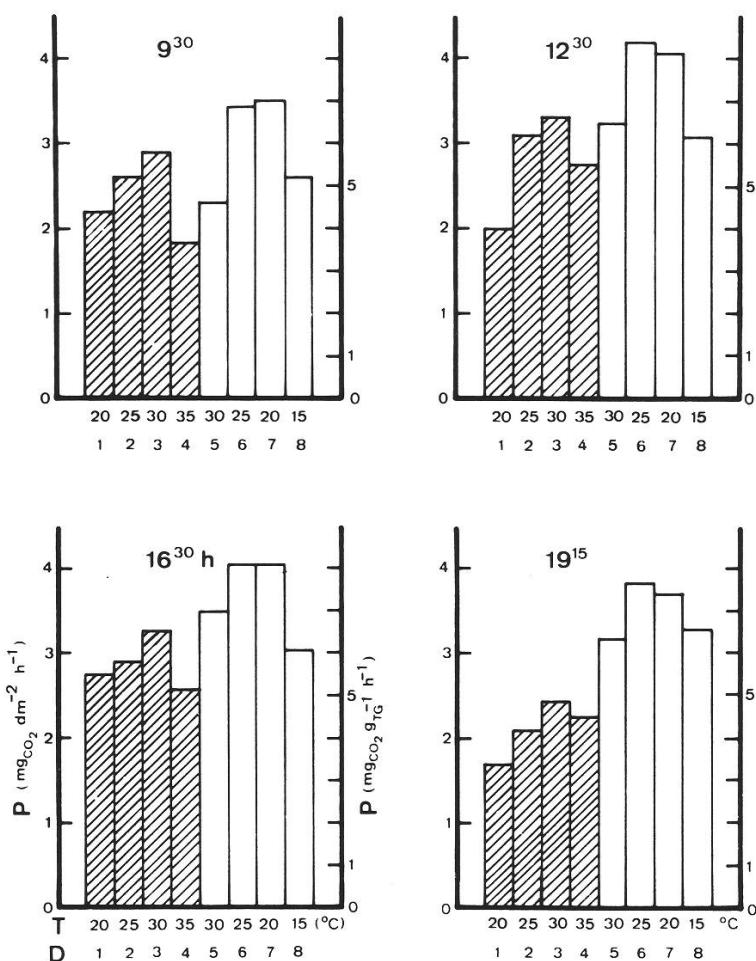


Abb. 1:  
Nettophotosyntheseraten (P) zu verschiedenen Tageszeiten in Abhängigkeit der Lufttemperatur (T).  
 D = Versuchstage  
 ////////////// = aufsteigende Temperaturreihen  
 ohne Schraffur = absteigende Temperaturreihen

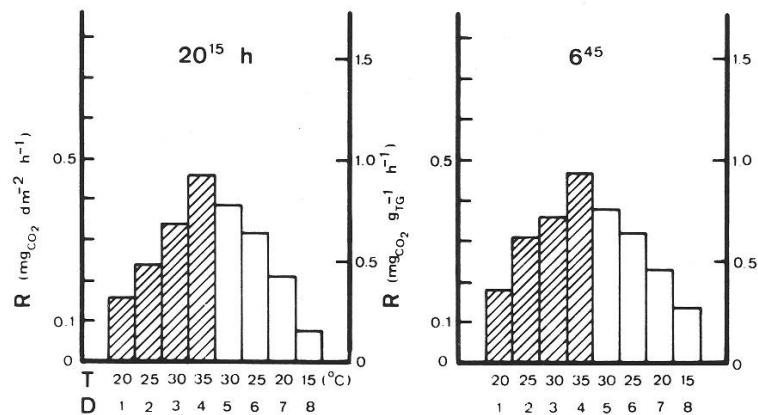


Abb. 2:

Dunkelatmungsraten (R) zu verschiedenen Nachtzeiten in Abhängigkeit der Lufttemperatur (T).

D = Versuchstage  
 ////////////// = aufsteigende  
 Temperaturreihen  
 ohne Schraffur = absteigende  
 Temperaturreihen

Der tageszeitliche Verlauf der Assimilation zeigt trotz konstanten Bedingungen innerhalb der Klimakammer ein Optimum zwischen 1230 Uhr und 1630 Uhr, mit einem deutlichen Abfall gegen Ende der Lichtperiode, wie das auch von Schneider (1970) beobachtet wurde.

Die durchschnittlichen Dunkelatmungsraten (Abb. 2) liegen bei 0,05 mg CO<sub>2</sub> dm<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> bei 15°C und 0,47 mg CO<sub>2</sub> dm<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> bei 35°C. Die Atmungsraten zeigen dabei die erwartete Abhängigkeit von der Temperatur (Reaktions-Geschwindigkeit Temperatur-Regel), wobei jedoch auch hier eine Beeinflussung durch die am Vortag herrschende Temperatur sichtbar wird.

Bei der absteigenden Temperatur-Reihe liegen die Atmungsraten etwas höher als die entsprechenden Werte für die gleichen Lufttemperaturen bei der aufsteigenden Temperatur-Reihe (Abb. 2).

Die in Abb. 1 und 2 dargestellten Resultate sind das Ergebnis einer Messreihe an einer Pflanze. Wiederholungen der Experimente unter gleichen Bedingungen mit weiteren Pflanzen aus der gleichen Anzucht, zeigten grundsätzlich das gleiche Verhalten bezüglich NPR und Atmungsraten.

## Diskussion

Vergleicht man die in der Klimakammer erhaltenen Resultate mit Freilandmessungen von Nutman (1937) und Bergmann et al. (1970), welche in Kaffeeanbaugebieten vorgenommen worden sind, so ergeben sich annähernd dieselben Assimulationsraten von 4,5 mg CO<sub>2</sub> dm<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>; im selben Bereich liegen die Ergebnisse von Bergmann et al. (1970). Je nach Jahreszeit und Blattexposition ergaben jene Messungen Assimulationsraten zwischen 2,4 und 4,8 mg CO<sub>2</sub> dm<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Die erheblich unterschiedlichen äusseren Bedingungen (Klima, Bodenbeschaffenheit, genetische Variabilität) sind bei einem solchen Vergleich jedoch zu beachten. Klimatogramme verschiedener Kaffeeanbaugebiete (Coolhaas, 1960) zeigen auch, dass die Temperaturunterschiede zwischen und innerhalb der Anbaugebiete teilweise recht erheblich sind.

Unsere Resultate (Abb. 1) zeigen deutlich, dass die NPR bei einer bestimmten Lufttemperatur stets durch das Geschehen am Vortag beeinflusst werden. So würde

nach den Resultaten in Abb. 1, wenn nur die aufsteigende Temperaturreihe (20, 25, 30, 35°C) betrachtet wird, das Optimum der Nettophotosynthese bei 30°C liegen. Betrachtet man hingegen die absteigende Temperaturreihe (Vortagstemperatur 5 K höher), so liegt das Optimum bei 25°C (1230 Uhr und 1915 Uhr) bzw. bei 20°C (0930 Uhr und 1630 Uhr). Bemerkenswert ist insbesondere auch die Tatsache, dass bei der Lufttemperatur von 15°C am Ende der absteigenden Temperaturreihen die NPR in der Größenordnung der höchsten Werte der aufsteigenden Temperaturreihe, in jedem Falle aber höher als die Werte für 20°C (Vortag 15°C) liegen.

Aussagen über ein Temperaturoptimum der Nettophotosynthese, ja selbst über die NPR bei einer bestimmten Temperatur, sollten infolgedessen immer die genaue Reihenfolge und die zeitliche Dauer der Anpassung der Pflanze an die bestimmten Temperaturen enthalten.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden jeweils über 24 h konstante Werte für die Lufttemperatur und die übrigen Umgebungsbedingungen gewählt und an aufeinanderfolgenden Tagen die Lufttemperatur jeweils um 5 K erhöht oder erniedrigt. Dieses Vorgehen führt zwangsläufig dazu, dass nicht nur die Vortagstemperatur die NPR des Messtages beeinflusst, sondern auch eine Wirkung der an den Tagen davor herrschenden Temperaturverhältnisse auf die NPR angenommen werden kann. Die bei der absteigenden Temperaturreihe beobachtete hohe NPR bei 25°C Lufttemperatur (Vortagstemperatur 30°C) ist möglicherweise nicht nur eine Folge dieser Vortagstemperatur, sondern auch der Lufttemperatur, die einen Tag (35°C) bzw. zwei Tage (30°C) vorher im Ablauf der aufsteigenden Messreihe eingestellt waren. Dies mag auch dafür verantwortlich sein, dass die NPR bei 20°C Lufttemperatur (Vortagstemperatur 25°C) annähernd den gleichen Wert erreicht wie am Vortag, also die diesem Messtag vorangehende Periode von 5 Tagen mit Lufttemperaturen von 25–35°C noch sehr stark nachwirken. Erst bei Übergang auf die relativ tiefe Temperatur von 15°C führt diese Temperaturerniedrigung zu einem markanten Abfallen der NPR.

Weitere Untersuchungen werden abklären müssen, wie lange bestimmte Temperaturen auf die Grösse der NPR nachwirken.

## Zusammenfassung

Die Temperaturabhängigkeit der Nettophotosynthese und der Dunkelatmung zwischen 15°C und 35°C wurde bei *Coffea arabica L.* untersucht. Die Dunkelatmungsraten ergaben innerhalb des gewählten Temperaturbereiches die erwartete Temperaturabhängigkeit. Die Nettophotosyntheseraten sind bei gleicher Lufttemperatur grösser, wenn am Vortag eine um 5 K höhere Lufttemperatur wirksam war als umgekehrt. Auch die Dunkelatmungsraten werden durch die Vortagstemperaturen im gleichen Sinne beeinflusst.

## Summary

### *Dark respiration and net photosynthesis of Coffea arabica.*

Dark respiration and net photosynthesis of *Coffea arabica L.* were measured at air temperatures from 15<sup>0</sup>C to 35<sup>0</sup>C. Net photosynthesis at a given air temperature is greater with a 5 K lower than with a 5 K higher temperature on the previous day. Dark respiration is influenced in the same way by temperature conditions of the preceding day.

## Verdankung

Die Untersuchungen wurden durch einen Kredit der Stiftung für Wissenschaftliche Forschung der Universität Zürich für die Anschaffung einer Kältefalle zur Gaswechselmessanlage unterstützt.

## Literatur

- Bergmann H., Lerch G. und Müntz K. 1970. Über die physiologische Wirkung von Sonne und Schatten auf *Coffea arabica L.* „cattura“ unter Freilandbedingungen in Kuba. Z. Pflanzenphysiol. 63, 444–460.
- Coolhaas C. 1960. Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen. III. Teil: Genusspflanzen, 2. Band. Kaffee. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Koch W., Klein E. und Walz H. 1968. Neuartige Gaswechsel-Messanlage für Pflanzen in Laboratorium und Freiland. Siemens-Zeitschrift, 42. Jahrgang, 392–404.
- Lange O.L., Koch W. und Schulze E.D. 1969. CO<sub>2</sub>-Gas Exchange and Water Relationship of Plants in the Negev Desert at the End of the Dry Period. Ber. Dtsch Bot. Ges. 82, 39–61.
- Nutman F.J. 1937. Studies of the Physiology of *Coffea arabica*. I. Photosynthesis of Coffee Leaves under Natural Conditions. Ann. Bot. N.S. 1, 353–367.
- Schneider K. 1970. Eine Methode zur Bestimmung der reellen CO<sub>2</sub>-Gaswechselraten bei *Coffea arabica*. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 79, 279–312.
- Stalfelt M.G. 1939. Licht- und Temperaturhemmung in der Kohlensäureassimilation. Planta 30, 384–421.
- Tranquillini W. 1957. Standortsklima, Wasserbilanz und CO<sub>2</sub>-Gaswechsel junger Zirben (*Pinus cembra L.*) an der alpinen Waldgrenze. Planta 49, 612–661.

R. Glättli, Dr. B.M. Eller und Prof. H. Wanner  
Institut für Pflanzenbiologie  
der Universität Zürich  
CH-8008 Zürich