

ISSN 0003-908X

AKADEMIE DER LANDWIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN  
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

---

# ARCHIV FÜR GARTENBAU

AKADEMIE-VERLAG · BERLIN



HEFT 7 · 1979 BAND 27

Arch. Gartenbau, Berlin 27 (1979) 7, S. 315-375

EVP 5 - M

31 026

Zeitschrift „Archiv für Gartenbau“

Herausgeber: Akademie der Landwirtschaftswissenschaften  
der Deutschen Demokratischen Republik  
DDR - 108 Berlin, Krausenstraße 38/39

Verlag: Akademie-Verlag, DDR - 108 Berlin, Leipziger Straße 3-4  
Fernruf 2 23 62 21 oder 2 23 62 29, Telex-Nr. 11 44 20;  
Bank: Staatsbank der DDR, Berlin, Kto.-Nr.: 68 36-26-207 12.

Chefredakteur: Prof. Dr. sc. WOLFGANG FEHRMANN, Institut für Obstforschung Dresden-Pillnitz der AdL,  
DDR - 8057 Dresden, Pillnitzer Platz 2.

Redaktionskollegium: Prof. Dr. sc. H. BOCHOW, Berlin; Dr. E. ENGEL, Großbeeren; Dr. H. FRÖHLICH, Großbeeren;  
Prof. Dr. F. GÖHLER, Großbeeren, Prof. Dr. sc. H.-G. KAUFMANN, Berlin; Dr. sc. H. KEGLER, Aschersleben;  
Prof. Dr. sc. Dr. h. c. S. KRAMER (stellvertr. Chefredakteur), Berlin; Prof. em. Dr. sc. H. RUPPRECHT, Berlin;  
Prof. Dr. habil. G. STOLLE, Halle, Prof. Dr. sc. G. VOGEL, Berlin, Dr. R. WEICHOLD, Quedlinburg,  
Dr. H. ZIMMERMANN, Nossen.

Anschrift der Redaktion: Institut für Obstforschung Dresden-Pillnitz der AdL, „Archiv für Gartenbau“,  
DDR - 8057 Dresden, Pillnitzer Platz 2.

Veröffentlicht unter der Lizenznummer 1276 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik.



Gesamtherstellung: VEB Druckerei „Gottfried Wilhelm Leibniz“, DDR - 445 Gräfenhainichen

Erscheinungsweise: Die Zeitschrift „Archiv für Gartenbau“ erscheint jährlich in einem Band mit 8 Heften. Das letzte Heft eines Bandes enthält Inhalts-, Autoren- und Sachverzeichnis. Bezugspreis eines Bandes 120,-M zuzüglich Versandpesen (Preis für die DDR 40,-M). Preis je Heft 15,-M (Preis für die DDR 5,-M).

Bestellnummer dieses Heftes 1039/27/7

Urheberrecht: Die Rechte über die in dieser Zeitschrift abgedruckten Arbeiten gehen ausschließlich an die Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik über. Ein Nachdruck in anderen Zeitschriften oder eine Übersetzung in andere Sprachen bedarf der Genehmigung der Akademie, ausgenommen davon bleibt der Abdruck von Zusammenfassungen. Kein anderer Teil dieser Zeitschrift darf in irgendeiner Form - durch Photokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren - ohne schriftliche Genehmigung der Akademie reproduziert werden.

All rights reserved (including those of translation into foreign languages). No part of this issue, except the summaries, may be reproduced in any form, by photoprint, microfilm or any other means, without written permission from the publishers.

© 1979 by Akademie-Verlag, Printed in the German Democratic Republic.  
AN (EDV) 51 515

Bestellungen sind zu richten

- in der DDR an den Postzeitungsvertrieb, an eine Buchhandlung oder an den AKADEMIE-VERLAG,  
DDR - 108 Berlin, Leipziger Straße 3-4
- im sozialistischen Ausland an eine Buchhandlung für fremdsprachige Literatur oder an den zuständigen  
Postzeitungsvertrieb
- in der BRD und Westberlin an eine Buchhandlung oder an die Auslieferungsstelle  
KUNST UND WISSEN, Erich Bieber, 7 Stuttgart 1, Wilhelmstraße 4-6
- in Österreich an den Globus-Buchvertrieb, 1201 Wien, Höchstädtplatz 3
- in den übrigen westeuropäischen Ländern an eine Buchhandlung oder an die Auslieferungsstelle  
KUNST UND WISSEN, Erich Bieber GmbH, CH - 8008 Zürich/Schweiz, Dufourstraße 51
- im übrigen Ausland an den Internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel, den Buchexport, Volkseigener Außenhandels-  
betrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR - 701 Leipzig, Postfach 160, oder an den  
AKADEMIE-VERLAG, DDR - 108 Berlin, Leipziger Straße 3-4

MANFRED DREWS und IRMGARD HOLZ

## Meßmethodische Untersuchungen zur Bestimmung des Wasserzustandes der Gewächshausgurke mit der $\beta$ -Strahlenabsorptionsmethode

Eingang: 16. Februar 1979

Zur indirekten Bestimmung des Wasserzustandes der Pflanzen werden zunehmend radiometrische Methoden eingesetzt. Sie ermöglichen im Vergleich zu anderen Verfahren eine berührungslose Messung an intakten Pflanzen. Messungen in einem geschlossenen Pflanzenbestand unter Freilandbedingungen führte UNGER (1959) durch. Er konnte damit Wassergehaltsveränderungen im Tagesverlauf im Pflanzenbestand nachweisen. Als Strahlungsquelle diente bei diesen Versuchen<sup>137</sup> Cs. Dieselbe Strahlenquelle setzte KLEMM (1966) bei Untersuchungen zum Wasserhaushalt von Bäumen ein. Wassergehaltsbestimmungen in Blättern intakter Pflanzen mit weichen  $\beta$ -Strahlen führten MEDERSKI (1963), WHITEMANN u. WILSON (1963), NAKAYAMA u. EHRLER (1964), JARVIS u. SLATYER (1966), YAMADA, TAMAI u. MIYAGUCHI (1968), MEDERSKI u. ALLES (1968), BUSCHBON (1970) durch. Auch sie konnten mit diesen Strahlen Wassergehaltsänderungen in den Blättern nachweisen. Auf der Grundlage dieser Angaben sollte geprüft werden, inwieweit die  $\beta$ -Strahlenmethode zur Bestimmung des Wasserzustandes der Gurke unter Gewächshausbedingungen geeignet ist.

### Meßmethodik

Das Meßprinzip der  $\beta$ -Strahlenabsorptionsmethode zur indirekten Bestimmung des Wassergehaltes in Pflanzen beruht darauf, daß zwischen einen Detektor und eine  $\beta$ -Strahlenquelle ein Blatt gebracht wird, und aus dem Verhältnis zwischen den Intensitäten der einfallenden und transmittierten  $\beta$ -Strahlung die Dicke bzw. der Wassergehalt des Blattes ermittelt wird. Dabei ist die Flächenmasseveränderung, gemessen als  $\beta$ -Strahlenabsorption bezogen auf volle Turgeszens des Blattes oder eine Standardaluminiumfolie, ein Ausdruck für den Wassergehalt des Blattes. Die Masse pro Flächeneinheit ist gegeben mit der Frischmasse pro Flächeneinheit des Blattes. Sie ändert sich im wesentlichen mit dem Wassergehalt, da dieser den Hauptbestandteil der Frischmasse ausmacht. Trockensubstanzveränderungen im Meßzeitraum eines Tages sind zumindest bei ausgewachsenen Blättern unwesentlich (MEDERSKI u. ALLES, 1968). Bei Absorptionsmessungen am Blatt muß berücksichtigt werden, daß sich bei Wassergehaltsveränderungen die Dicke auf Grund der anatomischen Struktur nicht unbe-

dingt entsprechend der Dichte ändert. Da aber die Dicke wie auch die Dichte des bestrahlten Materials Einfluß auf die  $\beta$ -Strahlenabsorption haben, ist zu erwarten, daß bei Absorptionsmessungen an Blättern das Meßergebnis entsprechend den unterschiedlichen Änderungen beider Größen beeinflusst wird.

Bei Absorptionsmessungen ist mit der Wahl des radioaktiven Isotops und des Detektors eine Begrenzung der Verwendungsmöglichkeit und der Meßgenauigkeit gegeben. Nur wenige der vielen Isotope, die  $\beta$ -Strahlen emittieren, eignen sich als Strahlungsquelle für Absorptionsmessungen des Blattes. Entsprechend der Maximalenergie und Energieverteilung des  $\beta$ -Spektrums unterscheiden sich die Isotope im Durchstrahlungsvermögen. In Abhängigkeit von der Flächenmasse des Blattes eignen sich nach NAKAYAMA u. EHRLER (1964) für derartige Messungen die in Tabelle 1 angeführten Isotope. Da die Flächenmasse von Gurkenblättern in Abhängigkeit vom Alter etwa 12 bis 27 mg/cm<sup>2</sup> beträgt, ist hierfür, wie eigene Untersuchungen bestätigten, am besten <sup>14</sup>C geeignet. Außerdem wurden für die Messungen am Gurkenblatt die Stahler <sup>204</sup>Tl und <sup>85</sup>Kr, geprüft. Im Ergebnis der Untersuchungen wurde <sup>14</sup>C mit einer Aktivität von  $\approx 100 \mu$  Ci, spez. Aktivität 200 mCi/g BaCO<sub>3</sub>, verwendet.

Da die Ausbeute der Impulsrate entscheidend vom Detektor mitbestimmt wird, wurden verschiedene Fensterzählrohre untersucht (Tab. 2). Dabei zeigte sich, daß von den geprüften Zählrohren am besten das Halogenzählrohr (Typ 2614) ungarischer

Tabelle 1

Wahl von  $\beta$ -Strahlern in Abhängigkeit von der Flächenmasse des Blattes (mg/cm<sup>2</sup>) nach NAKAYAMA u. EHRLER (1964)

Isotop	geeignet für Blattflächenmasse mg/cm <sup>2</sup>
<sup>14</sup> C	5–20
<sup>147</sup> Pm	10–40
<sup>99</sup> Te	10–40
<sup>204</sup> Tl	15–70
<sup>85</sup> Kr	10–35

Tabelle 2

Geprüfte Fensterzählrohre

Fensterzählrohr Typ	Fensterdicke (Glimmer) mg/cm <sup>2</sup>	Arbeits- temperatur	empfohlene Arbeits- spannung	Herstellerwerk
VA-Z 520	1,8 ... 2,0	- 30 ... + 60	1200 ... 1500	VEB RFT Meß- elektronik „Otto Schön“ Dresden
VA-Z 320	3,1	+ 5 ... + 50	1200 ... 1500	„
VA-Z 310	2,0	+ 5 ... + 50	1200 ... 1500	„
2614	1,97	- 50 ... + 75	450 ... 750	ungarische Her- stellung, Import über GmbH Isocomerz

Herkunft (Fensterdicke  $1,97 \text{ mg/cm}^2$ , Durchmesser 3 cm) geeignet ist. Bei den Zählrohren Typ 520, 320 und 310 lag ein erheblicher Lichteinfluß vor. Zu dessen Ausschaltung war es notwendig, die Meßeinrichtung einschließlich Blatt abzudunkeln, wodurch das Blatt nicht mehr den natürlichen Bedingungen ausgesetzt war. Es wurden daher alle Messungen mit dem Halogenzählrohr vom Typ 2614 durchgeführt.

Der Abstand des Zählrohres von der Strahlungsquelle ist während des Versuches konstant zu halten. Dabei muß, um den Wärmehaushalt und auch die Beleuchtung des dazwischen gelegten Blattes nicht zu beeinflussen, ein Mindestbestand zwischen Zählrohr und Strahlungsquelle gewährt werden, da beide Faktoren den Wasserhaushalt des Blattes beeinflussen. Diesem Rechnung tragend, wurde bei den Messungen ein Abstand zwischen Strahler und Detektor von etwa 3 cm gewählt.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Vergleichbarkeit der Meßergebnisse ist die Reproduzierbarkeit der Einstellung der Versuchsanordnung. Hierzu wurde eine Meßeinrichtung entwickelt, die diesen Forderungen nachkommt (Abb. 1). An der Meßeinrichtung wurde seitlich eine Auflage für eine Standardaluminiumfolie angebracht, so daß durch das Ausschwenken des Strahlers und des Detektors vom Blatt die Möglichkeit bestand, während des Versuchs eine Kontrolle vornehmen zu können. Um dabei immer wieder in das Zentrum der durchstrahlten Blattfläche zu gelangen, wurden am Schwenkhebel der Meßeinrichtung Anschläge angebracht. Strahler und Detektor waren bei der Meßeinrichtung höhenverstellbar.

Die Versuche zeigten, daß ein freies Auflegen des Blattes zwischen Strahler und Detektor nicht möglich ist, da sich im Tagesverlauf die Lage des Blattes ändert. Es wurde

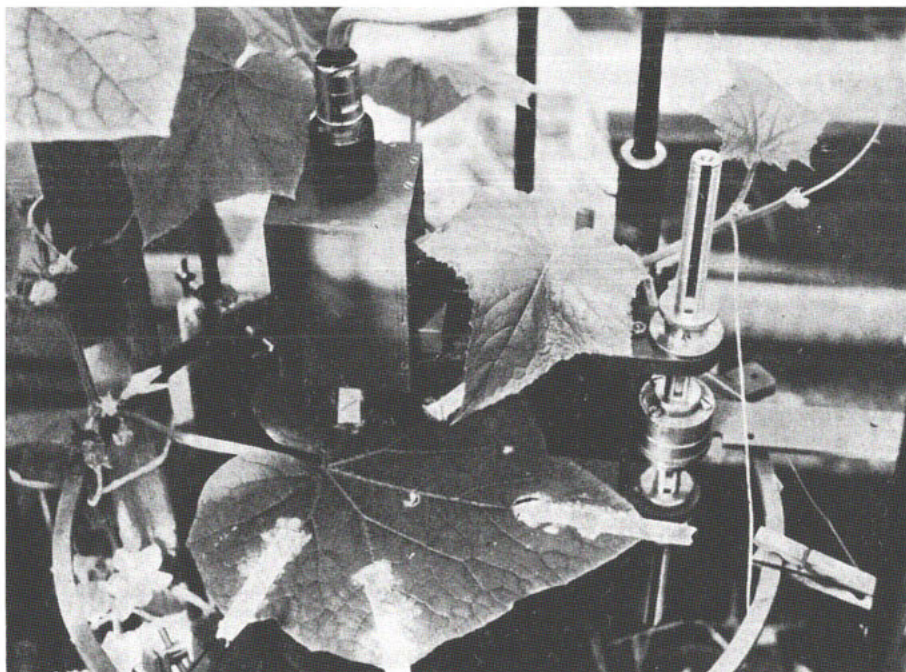


Abb. 1: Meßeinrichtung und Versuchsaufbau zur Durchführung der Messungen an einem Gurkenblatt im Pflanzenbestand

daher ein Spannring für die Befestigung des Blattes angefertigt, auf dem das Blatt intakter Pflanzen mit Gummischlingen (1 mm starker Gummi), leicht gespannt befestigt wurde (Abb. 1). Auf dem Blatt wurden an mindestens 5 Stellen die Gummischlingen mit Leukoplast und auf dem Spannring die Schlingen an Schrauben befestigt. Zur Messung wurde ein Blatt mittlerer Insertion verwendet. Bei längerer Versuchsdauer mußte nach etwa 6 Tagen infolge der Blattvergrößerung das Blatt geringfügig nachgespannt werden.

Zur Messung der Impulsrate wurde der Linearverstärker-Analysator VA-V-100 und der Linear-Impulsdichtemesser VA-D-440 in Verbindung mit einem Kompensationsbandschreiber verwendet. Die Impulsdichte wurde auf dem Schreiber registriert. Als Bezugswert für die Veränderung des Wasserzustandes diente die bei voller Turgeszenz des Blattes gemessene Impulsrate in den Nachtstunden (1.00 Uhr), die gleich 100% gesetzt wurde. Die Impulsratenänderung  $\sim$  in % wurde wie folgt berechnet:

$$\text{Impulsratenänderung in \%} = 100 \left( 1 - \frac{I}{I_0} \right) \%$$

$I$  = Impulsrate Tag

$I_0$  = Impulsrate bei voller Turgeszenz des Blattes in den Nachtstunden (1.00 Uhr, Sättigungsdefizit der Luft < 2 Torr)

Der Grundwert der Impulsrate ( $I_0$ ) lag je nach Blattalter zwischen 2000 bis 2500 Impulsen/min.

#### Meßergebnisse:

Zu Beginn der Untersuchungen wurde der Verlauf der Impulsratenzunahme bei zunehmendem Wasserverlust an einer abgeschnittenen Gurkenpflanze bestimmt. Bei diesen Untersuchungen wurde eine Pflanze, die an einer Präzisionswaage aufgehängt war, nach Abschneiden des Sprosses vom Wurzelsystem kontinuierlich gewogen und gleichzeitig die Impulsrate an einem Blatt gemessen (Abb. 2). Zur Auswertung war es notwendig, die Wasserabnahme auf die Gesamtblattfrischmasse der Pflanze zu beziehen (volle Turgeszenz zu Versuchsbeginn).

Bei einer Impulsratenzunahme von etwa 25% waren erste Welkeerscheinungen zu erkennen. Die Wasserabnahme, bezogen auf die Gesamtblattfrischmasse bei voller Turgeszenz, betrug unter diesen Bedingungen etwa 6%.

Zur Prüfung, ob bei intakten Gurkenpflanzen im Gewächshaus Tagesgänge des Wasserzustandes in Abhängigkeit von den Klimafaktoren, von der Bodenfeuchtigkeit oder einer Blattbefeuchtung nachgewiesen werden können, wurden verschiedene Versuche durchgeführt. Diese Untersuchungen zeigten, daß mit der  $\beta$ -Strahlenabsorptionsmethode Wassergehaltsänderungen in der Pflanze, verursacht durch die Umweltfaktoren, nachgewiesen werden können. Wie aus Abbildung 3 ersichtlich ist, folgt die Impulsratenänderung dem Tagesgang der Klimafaktoren und dem parallel hierzu gemessenen Werten der Saftstromgeschwindigkeit (Transpirationsstrom im Pflanzenstengel). Mit Erhöhung der Lichtintensität und steigendem Sättigungsdefizit der Luft nimmt mit zunehmendem Wasserverlust die Impulsrate zu. Dagegen wird nach einer Beregnung (Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit) oder nach einer Kurz-



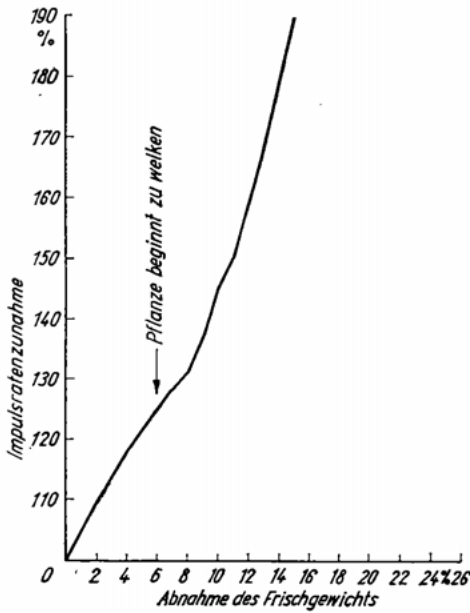


Abb. 2: Beziehung zwischen prozentualer Abnahme des Wassergehaltes in einer Gurkenpflanze und Zunahme der Impulsrate in  $\%$

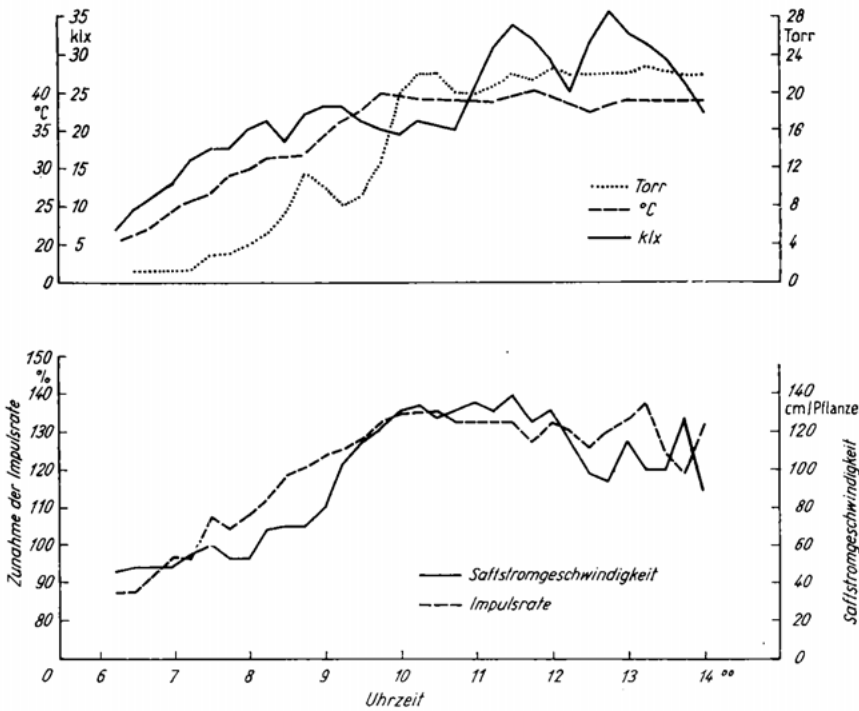


Abb. 3: Änderung der Impulsrate in  $\%$  bei einem Blatt intakter Pflanzen in Abhängigkeit von den Klimafaktoren und Verlauf der Saftstromgeschwindigkeit (Transpirationsstrom im Pflanzenstengel)