

WASSERHAUSHALT DER KULTURPFLANZEN

W. HESSE

Institut für Agrarmeteorologie der Universität, Leipzig

ZUSAMMENFASSUNG

In den Vegetationsperioden 1950 und 1953–1955 konnte der Witterungseinfluss auf die Intensität der Pflanzentranspiration exakt nachgewiesen werden. Es liessen sich bei verschiedenen Sorten von Gerste, Hafer, Weizen, Roggen und Pfefferminze Schwankungen der Transpirationsintensität, auch bedingt durch verschiedene Düngungen und verschiedene Bodenarten, nachweisen.

PROBLEMSTELLUNG

Im Institut für Agrarmeteorologie der Universität Leipzig (Deutschland) wurden in den Vegetationsperioden 1950 und 1953–55 viele Messungen der Pflanzentranspiration (Evapotranspiration) mit Kleinlysimetern durchgeführt. Im Jahre 1955 fand ein neu entwickelter Kleinlysimetersatz sowie ein Transpirograph (registrierende Schwimmwaage) Anwendung. Der Kleinlysimetersatz gestattet es, den gesamten Wasserhaushalt verschiedener Kulturpflanzen zu erfassen.

MESSMETHODE

Mit Kleinlysimetern aus Glas und neuerdings aus Messinggaze können Messungen der Evapotranspiration ohne Schwierigkeiten durchgeführt werden. Bei den Gazegefässen stimmen die mikrometeorologischen Verhältnisse im Lysimeter-Gefäss mit denen der unmittelbaren Umgebung, also mit den Bodenverhältnissen, *völlig* überein.

Die von W. Hesse neu entwickelten Kleinlysimeter-Gefässe haben folgende Vorzüge :

- a Die Transpirationswerte werden während der gesamten Vegetationsperiode immer an der gleichen Pflanze ermittelt.
- b Die Pflanze transpiriert im Freiland. Die Freilandtranspiration ist der Bestandstranspiration völlig gleich, weil die Gefässe im Bestand aufgestellt sind.
- c Es kann nicht nur die absolute Transpiration, sondern vor allem die relative Transpiration mit grösster Genauigkeit erfasst werden (Messgenauigkeit mit Spezialwaage 50 mg).

Die Transpirationmessung erfolgt durch 2 Wägungen, wobei die Transpirationszeit variabel gehalten werden kann. Während des Transpirationsvorganges, also nach der 1. Wägung, wird der Boden des Lysimeter-Gefässes abgedeckt, so dass nun die wirkliche Pflanzentranspiration im Freiland durch die Gewichts-differenz der 1. und 2. Wägung ermittelt wird.

W. HESSE (1952, 1954a, 1954b, 1954c, 1955) hat ausführlich über Messmethode und Ergebnisse berichtet.

ERGEBNISSE

1 *Verschiedene Transpirationszeit*

Um die Abhängigkeit der Transpirationsintensität von der Transpirationszeit zu erforschen, haben wir eine Messreihe mit variabler Transpirationszeit durchgeführt.

FIG. 3. TRANSPIRATION IN ZUSAMMENHANG MIT METEOROLOGISCHEN DATEN.

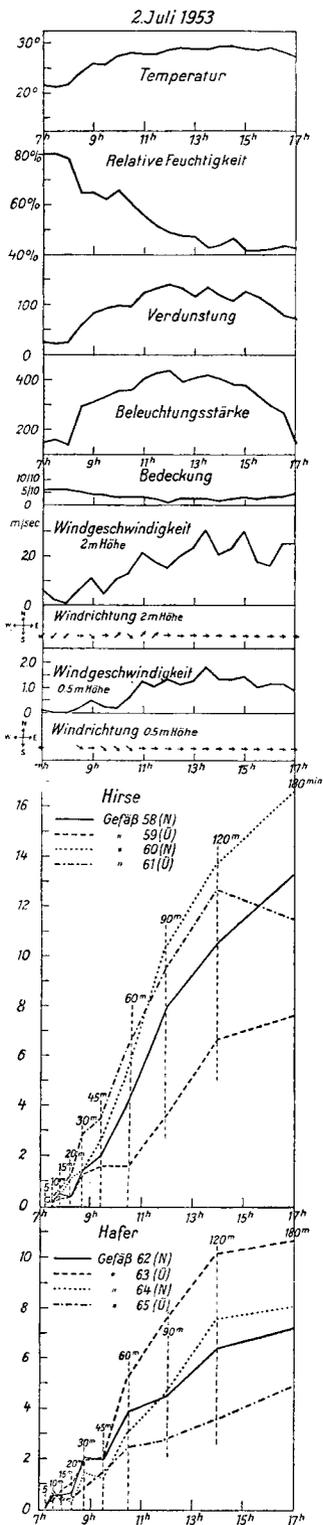
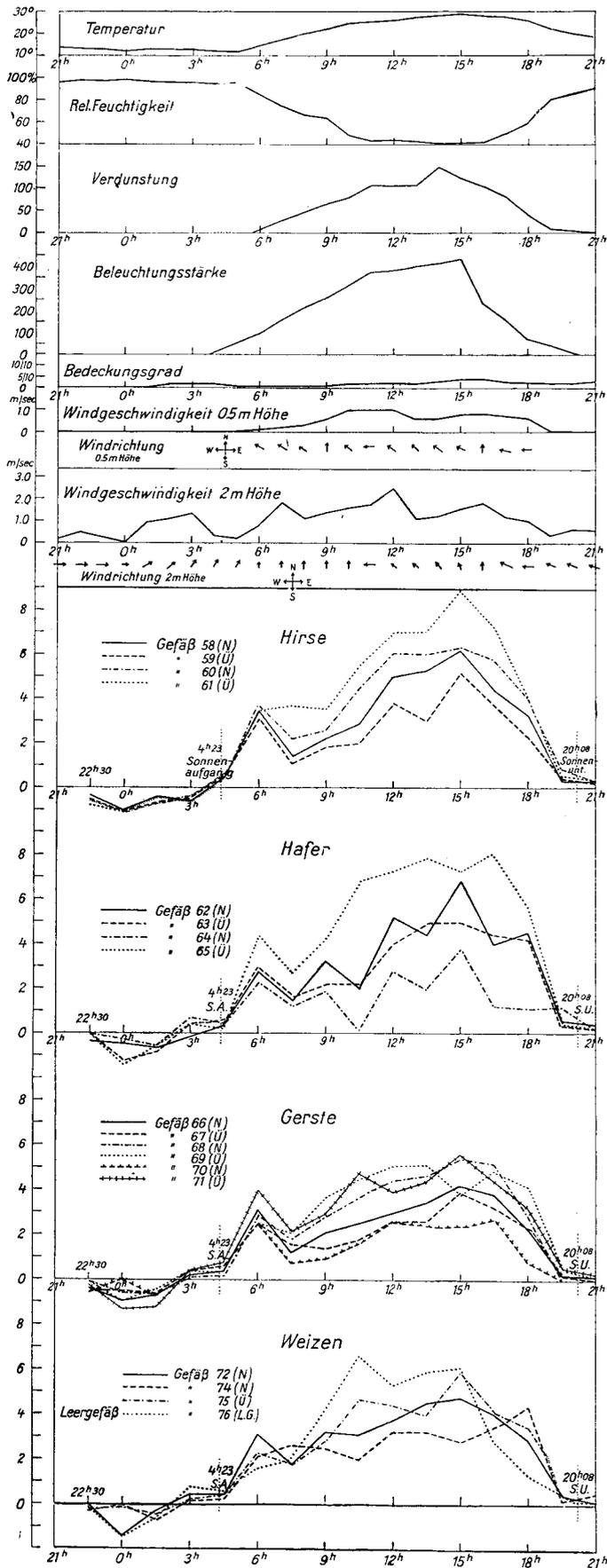


FIG. 1. MESSUNGEN AN HIRSE UND AN HAFER.



Bei zwei Hirse- und zwei Hafersorten, die jeweils normal-, bzw. übergedüngt waren, stellten wir am 2. Juli 1953 in der Zeit von 7–17 Uhr zu den Transpirationszeiten von 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120 und 180 Minuten die Werte der Transpirationsintensität fest. Ausserdem wurden von 7–17 Uhr zahlreiche meteorologische Faktoren gemessen.

In Fig. 1 sind die Messergebnisse zur Darstellung gekommen.

Aus der Fig. 1 lassen sich u.a. folgende Ergebnisse ableiten :

a Sowohl bei den zwei Hirse- als auch den zwei Hafersorten wächst die Transpirationsintensität proportional mit der Zunahme der Transpirationszeit, d.h. je länger transpiriert wird, umso mehr gibt die Pflanze Wasser in Dampf- form an die Atmosphäre ab.

b Prinzipiell ist festzustellen, dass die Hirse im Mittel 45% höhere Transpi- rationswerte aufweist als der Hafer. Die mittlere Transpirationsintensität be- trägt bei Hirse 0.06 und bei Hafer 0.05 g/Min.

c Es zeigt sich, dass schon bei Transpirationszeiten von 20 Minuten ab die arten- und sortenbedingten Schwankungen (auch bei verschiedenen Düngungen) sich gut differenziert in den Kurven der Transpirationsintensität widerspiegeln. Allerdings wird für Spezialuntersuchungen eine Transpirationszeit von 30, 60 oder 90 Minuten vorgeschlagen.

2 Halbtagstranspiration mit konstanter Transpirationszeit

In diesem Zusammenhang haben wir bei einer konstanten Transpirationszeit von 12 Stunden Untersuchungen über die Transpirationsintensität angestellt.

In Fig. 2 sind für zwei Hafer-, drei Gerste- und zwei Weizensorten bei je- weiliger Normal- und Überdüngung die Transpirationswerte vom 7. Juli 1953 bei einer 12stündigen Tagtranspiration von 7–19 Uhr eingetragen. In der Fig. 2

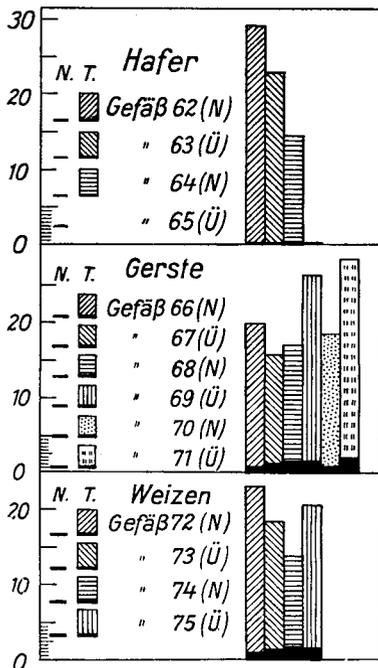


FIG. 2. TAG UND NACHT TRANSPIRATION VON HAFER, GERSTE UND WEIZEN.

sind ausserdem für die gleichen Arten und Sorten bei gleichen Düngungsbeigaben die 12stündigen Nachttranspirationswerte von 19–7 Uhr vom 8. zum 9. Juli 1953 enthalten.

Es ergeben sich folgende Hinweise :

a Die Tagtranspiration hat 14–28fach höhere Werte als die Nachttranspiration.

b Es ist festzustellen, dass übergedüngte Getreidepflanzen eine 5–59% höhere Transpiration haben als normal gedüngte Pflanzen.

3 Tagesgang mit konstanter Transpirationszeit

Um die Transpiration von Kulturpflanzen einmal während eines 24stündigen Zeitraumes verfolgen zu können, wurde vom 24. Juli 21 Uhr bis 25. Juli 21 Uhr mit einer konstanten Transpirationszeit von jeweils 90 Minuten die Transpirationsintensität von zwei Hirse-, zwei Hafer-, drei Gerste- und zwei Sommerweizensorten mit jeweils Normal- und Überdüngung messend verfolgt. Die meteorologischen Grössen wurden in einem 1stündigen Abstand durchgehend von 21 Uhr bis 21 Uhr erfasst (Fig. 3).

Aus Fig. 3 lassen sich u.a. folgende Ergebnisse ermitteln :

a Zwischen 22.30 h und 3–4 h früh tritt in allen Transpirationskurven eine „negative“ Transpiration auf. Es wird also kein Wasser abgegeben, sondern es kommt Wasser hinzu. Dies ist durch Taubefall bedingt.

b Betrachtet man sämtliche Transpirationskurven, so stellt man fest, dass am 25. Juli unmittelbar nach dem Sonnenaufgang (4.23 h) eine Abtrocknung des Taus eintritt und damit die Transpirationskurven zunächst sehr steil ansteigen. Der darauf einsetzende Abfall der Transpirationsintensität zwischen 6 und 7.30 h zeigt eindeutig, dass eine physiologische Reaktion bei den Pflanzen nach dem Abtrocknungsprozess des Taus eintritt.

c Bei allen Transpirationskurven fällt der starke Abfall der Transpirationsintensität allgemein ab 15 bis 20 h auf.

d Den grössten Wasserverbrauch hat die Hirse (100%), ihr folgen Hafer (94%), Weizen (83%) und Gerste (74%).

4 Schwankungen der Transpirationsintensität während einer Vegetationsperiode

In Fig. 4 wurde eine Auswahl der meteorologischen Elemente während der gesamten Messdauer mit den dazugehörigen Transpirationskurven für Weizen eingetragen. Beim Vergleich dieser Kurven kann man u.a. folgende Erkenntnisse sammeln :

a Eine Transpirationskurve enthält die Gesamtwirkung aller Umweltseinflüsse.

b Hohe Temperatur, geringe Feuchte, günstige Lichtverhältnisse, Windgeschwindigkeit bis 4 m/sec, geringe Bewölkung, geringe Verdunstung wirken transpirationsfördernd, entgegengesetzte meteorologische Verhältnisse transpirationshemmend.

5 Transpirationsintensität bei variabler Windgeschwindigkeit

Am 3. August 1953 wurden Pfefferminzpflanzen (nicht-, normal- und übergedüngt) in den Windkanal gestellt und eine Änderung der Transpirations-

Weizen

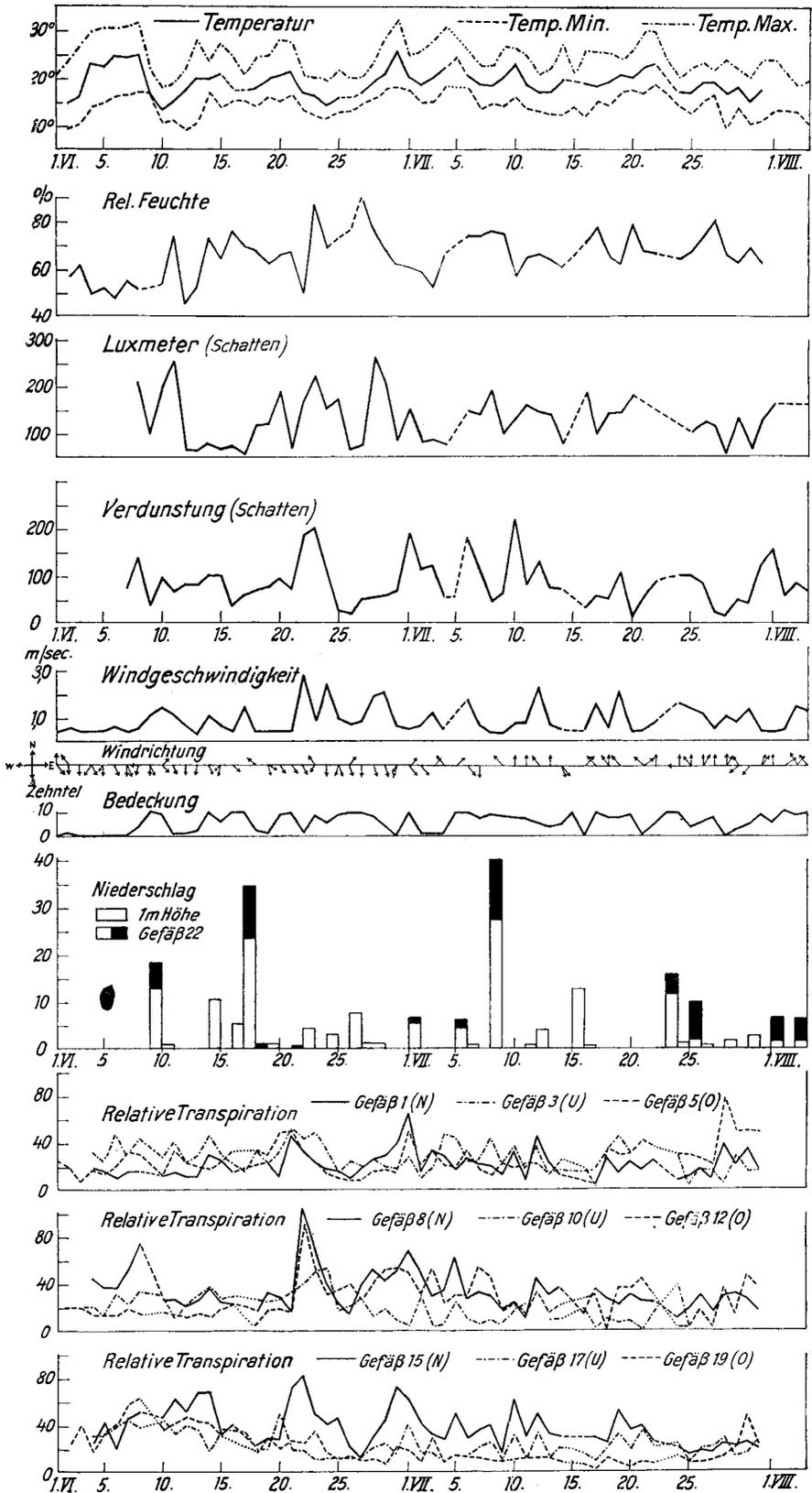


FIG. 4. SCHWANKUNGEN DER TRANSPIRATION WÄHREND EINER VEGETATIONSPERIODE.

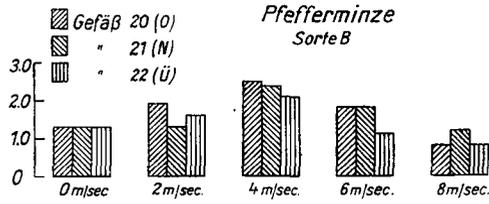


FIG. 5. TRANSPIRATION BEI VERSCHIEDENER WINDGESCHWINDIGKEIT (WINDKANAL).

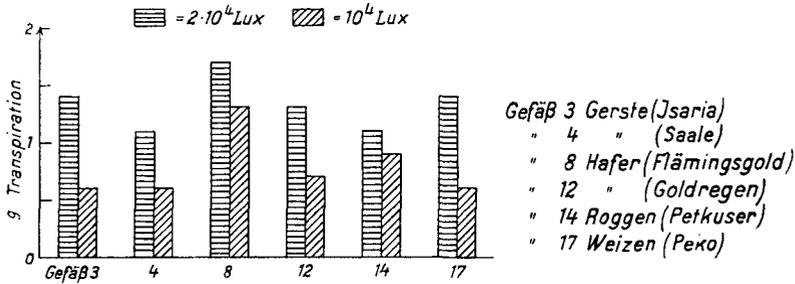


FIG. 6. TRANSPIRATION BEI VERSCHIEDENER BELEUCHTUNGSSTÄRKE.

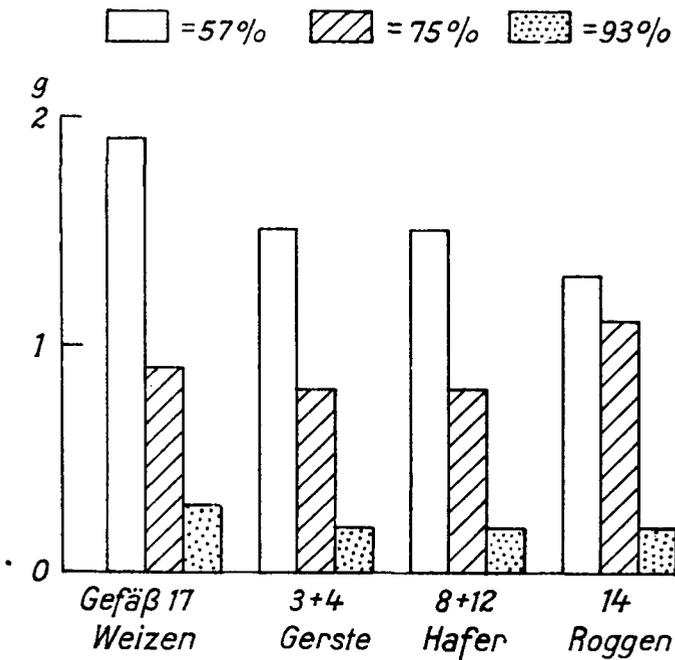


FIG. 7. TRANSPIRATION BEI VERSCHIEDENER FEUCHTIGKEIT.

intensität bei einer Variation der Windgeschwindigkeit von 0 auf 2, 4, 6 und 8 m/sec bei einer jeweiligen Transpirationsdauer von 20 Minuten ermittelt (Fig. 5). Die Transpiration nimmt bei einer Steigerung der Windgeschwindigkeit von 0 auf 4 m/sec zu und dann ab.

6 *Transpirationsintensität bei verschiedener Beleuchtungsstärke*

Während der Vegetationsperiode 1954 wurde bei 2 verschiedenen Beleuchtungsstärken die Intensitätsänderung der Transpiration bei Hafer, Weizen, Gerste und Roggen ermittelt. Es zeigten sich folgende Ergebnisse :

- a Bei einer Beleuchtungsstärke von $2 \cdot 10^4$ Lux hat Hafer die grössten (1.7 g) und Roggen die niedrigsten (1.1 g) Transpirationswerte.
- b Weizen und Gerste reagieren im Wasserverbrauch bei Änderung der Beleuchtungsstärke stärker als Hafer und Roggen.

7 *Transpirationsintensität bei Feuchteänderung*

Am gleichen Tage wurden bei den gleichen Getreidearten Feuchteänderungen vorgenommen. Fig. 7 lässt die Ergebnisse erkennen.

a Die Verhältniszahlen der Transpirationsänderung bei einer Feuchtevariation von 57 auf 75 und 93% sind bei Weizen 6 : 5 : 1, bei Gerste 8 : 4 : 1, bei Hafer 6 : 3 : 1 und bei Roggen 8 : 4 : 1.

b Die Transpirationsunterschiede sind bei hohen Feuchten sehr gering. Die Pflanzen sind nur bei mittleren Feuchten etwas stärker feuchteempfindlich.

SCHLUSSFOLGERUNG

Es ist möglich, den Witterungseinfluss auf die Transpirationsintensität verschiedener Pflanzenarten und -sorten exakt zu erfassen.

LITERATUR

- HESSE, W. : Meteorologische Einflüsse bei der Pflanzentranspiration. *Ann. d. Met.*, 5 (1952) 194–201.
- — : Ergebnisse von Pflanzentranspirationmessungen mit Kleinlysometern im Zusammenhang mit meteorologischen Einflüssen. *Angew. Met.*, 2 (1954) 65–82.
- — : Messung der Pflanzentranspiration mit Kleinlysometern. *Z. f. Acker- u. Pflanzenbau*, 98 (1954) 107–118.
- — : Eine neu entwickelte physikalisch-meteorologische Methode zur exakten Messung der Transpirationsintensität der Pflanzen. *D. Dtsch. Landwirtschaft* (1954) 1–4.
- — : Ergebnisse von Pflanzentranspirationmessungen. *Ann. d. Met.*, 7 (1955) im Druck