

AKADEMIE DER LANDWIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTEN  
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

---

# ARCHIV FÜR GARTENBAU

AKADEMIE-VERLAG · BERLIN



BAND 32 · 1984 · HEFT 6

ISSN 0003-908 X

Arch. Gartenbau, Berlin **32** (1984) 6, 215–273

EVP 5,- M

Zeitschrift „Archiv für Gartenbau“

Herausgeber: Akademie der Landwirtschaftswissenschaften  
der Deutschen Demokratischen Republik  
DDR - 1086 Berlin, Krausenstraße 38/39.

Verlag: Akademie-Verlag, DDR - 1086 Berlin, Leipziger Straße 3-4, PF-Nr. 1233;  
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; Prof. Dr. sc. H. FRÖHLICH, Großbeeren;  
Prof. Dr. F. GÜHLER, Großbeeren; Prof. Dr. sc. H.-G. KAUFMANN, Berlin; Prof. 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, Großbeeren; Dr. sc. 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 - 4450 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 200,- M zuzüglich Versandkosten; Preis je Heft 25,- M.

Bestellnummer dieses Heftes: 1039/32/6.

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 publisher

© 1984 by Akademie-Verlag Berlin. Printed in the German Democratic Republic.

AN (EDV) 51 515

Bestellungen sind zu richten

- in der DDR an eine Buchhandlung oder an den  
AKADEMIE-VERLAG, DDR - 1086 Berlin, Leipziger Straße 3-4, PF-Nr. 1233;
- im sozialistischen Ausland an eine Buchhandlung für fremdsprachige Literatur oder an den zuständigen Postzeitungsvertrieb;
- in der BRD und Berlin (West) an eine Buchhandlung oder an die Auslieferungsstelle  
KUNST UND WISSEN, Erich Bieber OHG, Wilhelmstraße 4-6, D - 7000 Stuttgart 1;
- in den übrigen westeuropäischen Ländern an eine Buchhandlung oder an die Auslieferungsstelle  
KUNST UND WISSEN, Erich Bieber GmbH, Dufourstraße 51, CH - 8008 Zürich
- im übrigen Ausland an den Internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel; den Buchexport, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR - 7010 Leipzig, Postfach 160; oder an den  
AKADEMIE-VERLAG, DDR - 1086 Berlin, Leipziger Straße 3-4, PF-Nr. 1233

Arch. Gartenbau, Berlin 32 (1984) 6, S. 215–228

Institut für Gemüseproduktion Großbeeren  
der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

BODO GUTEZEIT, CHRISTEL SCHEUNEMANN, CARMEN RABE

## Abhängigkeit des Ertrages bei ausgewählten Feldgemüsearten von der Summe der Globalstrahlung

Eingang: 27. Dezember 1983

### 1. Einleitung

Eine kontinuierliche und sortimentsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit qualitativ hochwertigem Gemüse ist eine der vordringlichsten Aufgaben der Produzenten in der sozialistischen Praxis.

Für die Erzielung hoher und stabiler Erträge in Gewächshäusern liegen Anbauempfehlungen, Hinweise und Normative vor, die auf langjährigen wissenschaftlichen Untersuchungen über den Einfluß pflanzenbaulicher, technisch-technologischer, bodenphysikalischer und klimatischer Faktoren sowie deren Wirkungsspektrum in Klimakammern und Versuchsgewächshäusern basieren.

Demgegenüber wurden bei den Versuchen zu Feldgemüsearten in der Vergangenheit meist nur der Einfluß pflanzenbaulicher Maßnahmen wie Düngung, Beregnung, Standraumzumessung, technologischer Prozesse sowie Mechanisierungslösungen auf die Ertragshöhe und die Qualität analysiert. Wirkungen bodenphysikalischer, insbesondere jedoch agrometeorologischer Faktoren auf den Ertragsbildungsprozeß bzw. den Marktertrag wurden weitgehend nur verbal interpretiert, ohne die komplexen Zusammenhänge quantitativ aufzudecken.

Das ist insbesondere dadurch zu erklären, daß die genannten Einflußgrößen zeitlich und intensitätsmäßig starken Schwankungen unterliegen und einige miteinander stark korrelieren (Strahlung – Temperatur – relative Luftfeuchte). Zur Aufdeckung der Abhängigkeit des Pflanzenwachstums von den einzelnen Einflußgrößen ist eine Vielzahl von Versuchsjahren erforderlich, da Versuchseinrichtungen zur Regelung bzw. Prozeßsteuerung nach vorgegebenen Parametern nicht vorhanden sind.

Ungeachtet der genannten Probleme wurde im Rahmen einer Forschungsarbeit der Versuch unternommen, aus einer neunjährigen Versuchsreihe die Beziehungen zwischen Ertrag und Strahlungssumme bei den Gemüsearten Weißkohl, Möhre und Porree aufzudecken, um damit Hinweise für eine verbesserte Nutzung der natürlichen potentiell vorhandenen Ertragsressourcen in der Feldgemüseproduktion zu geben.

## 2. Literaturübersicht

Die Wechselwirkungen zwischen den Einflußfaktoren, die im Freiland mit ökonomisch vertretbarem Aufwand nicht beeinflußt werden und den Wachstumsfaktoren, die kontrolliert und gesteuert werden können, haben eine fundamentale Bedeutung für eine Optimierung der Gemüseproduktion.

Eine exakte und vollkommene Kenntnis der Wechselwirkungen bildet deshalb die Grundlage für ein hohes Ertragsniveau bei gleichzeitigem rationellem Einsatz der Fonds. Diesem Ziel dienen insbesondere die Arbeiten und Methoden der Ertragsprogrammierung bzw. Ertragssteuerung. Dabei liegt die Hauptschwierigkeit für die Bewertung der Ertragsleistungen von Arten und Sorten in dem zufälligen Charakter, d. h. in der Nichtprognostizierbarkeit der Witterungsverhältnisse (KAJUMOV, 1979).

Die Aufgabe, sowohl veränderliche meteorologische Einflußgrößen als auch biologische Variabilität der Pflanzen und Elemente, die den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit (Wetterprognose) unterliegen, in die Untersuchungen einzubeziehen, kennzeichnet den Schwierigkeitsgrad des Problems und dessen weltweiter Bearbeitung.

IWANOV u. a. (1970) entwickelten die theoretischen und experimentellen Grundlagen für optimale Erträge dahingehend weiter, daß hohe und stabile Erträge nur bei Berücksichtigung eines Komplexes der wichtigsten Einflußgrößen erreichbar sind.

Eine Vielzahl von Arbeiten befaßt sich mit den Problemen des Einflusses der Strahlung auf die Photosynthese bzw. auf den Ertrag. So stellen SIBMA (1970), NIČIPORVIČ und ASROROV (1971), ABRAMOV (1974), BAROOVA, SZASZ und HORVATH (1972) fest, daß verschiedene Arten positiv auf Erhöhungen der Globalstrahlung reagieren; es könne aber auch ein großer Teil der Ertragsschwankungen durch die Länge der Wachstumsperiode erklärt werden. SIROTENKO (1981) fordert in seinem dynamisch-statistischen Modell „Wetter – Ertrag“ die Einbeziehung der drei Faktorengruppen Witterungsbedingungen, Bodenbeschaffenheit und Saatzustand.

Zu der Erkenntnis, daß eine Kausalanalyse einzelner Witterungsfaktoren durch die enge Korrelation mit der Zeit kaum möglich sei, kommt KRONENBERG (1975), indem er bei Untersuchungen an jungen Rosenkohlpflanzen keine Abhängigkeit des Wachstums in einem Strahlungsbereich von 16,5 bis 29 kJ · cm<sup>-2</sup> feststellen konnte. LIETH und ESSER (1982) berücksichtigen z. B. in ihrer Modellierung der Beziehung zwischen globaler Nettoprimärproduktivität und Umweltfaktoren für weiträumige Territorien nur die Klimavariablen Temperatur, Niederschlag, Evapotranspiration und die Dauer der Vegetationsperiode (ohne Globalstrahlung!).

ROZTPOWICZ (1981) nennt in den gemäßigten Klimazonen Europas für die Begrenzung des Kartoffelertrages die Faktoren Strahlung, Regen und Temperatur. Danach würden auch in den Zeiten mit höchster Strahlung im Juni und Juli bei Modellexperimenten in Töpfen durch eine Veränderung des Abstandes von 60 × 20 bis 60 × 50 cm<sup>2</sup> um jeweils 10 cm in der Reihe eine Zunahme des Ertrages um je 77 g/Pflanze erreichbar. Werden die Flächen, die durch die Erhöhung des Pflanzenabstandes je Pflanze zur Verfügung stehen, mit dem Ertragszuwachs – ausgehend von 612 g/Pflanze bei 60 × 10 cm – verglichen, so ändert sich die ausnutzbare Fläche um 250 %; der Ertragszuwachs jedoch nur um 38 %. Daraus müßte jedoch geschlußfolgert werden, daß das erhöhte Strahlungsangebot nicht optimal genutzt wird oder bereits zu hoch liegt. STEINECK (1971) vertritt in Übereinstimmung mit MOHR und SCHOPFER (1978) die Auffassung, daß zwar eine ausreichende Lichtintensität die erste Voraus-

setzung für die Realisierung des vollen Potentials für den photosynthetischen Prozeß darstellt, aber auch C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen ihren Bedarf für eine optimale Entwicklung bei Beleuchtungsstärken im Bereich von 30–60 klx decken.

Danach wird die Lichtintensität, die für eine volle Photosynthese erforderlich ist, im Bereich von 46 bis 52° n. B. (zum Vergleich: Potsdam 52,41° n. B.) in den Monaten Juni und Juli schon sehr früh am Tage erreicht (Tabelle 1, halbfette Werte). Die Dauer und der Zeitpunkt sind verständlicherweise im Frühling und Herbst geringer bzw. später als im Sommer. Während der Wachstumsperiode sei ausreichend Licht zwischen 9 und 15 Uhr vorhanden und während der Mittagszeit das Lichtangebot größer als erforderlich.

Tabelle 1

Lichtintensität an einem wolkenlosen Himmel in Österreich (aus SAUBERER u. DIRMHORN, 1958)

Monat	Lichtintensität (Kilolux)						
	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h
	18 h	17 h	16 h	15 h	14 h	13 h	
März	—	12	<b>31</b>	50	65	75	78
April	10	<b>30</b>	52	72	85	96	99
Mai	22	<b>44</b>	66	85	100	100	113
Juni	<b>29</b>	52	73	91	105	113	117
Juli	<b>27</b>	49	70	87	103	112	114
August	15	<b>36</b>	58	77	93	102	105
September	3	18	<b>39</b>	59	75	84	88
Oktober	—	4	20	<b>38</b>	52	62	65

Bei Bedeckung des Himmels durch Wolken verringert sich die Lichtintensität auf ca. 1/4 (SAUBERER, DIRMHORN, 1958), so daß dadurch die Dauer der Strahlung an Bedeutung gewinnt.

Während GONTSCHARUK (1971) für die Mehrzahl der Gemüsepflanzen eine Strahlungssumme von etwa 1,26 kJ · cm<sup>-2</sup> Tag<sup>-1</sup> (300 cal · cm<sup>-2</sup> Tag<sup>-1</sup>) als optimal annimmt, sind nach NISEN (1966) für eine ausreichende Photosynthese mindestens 2 × 10<sup>-3</sup> cal · cm<sup>-2</sup> sec<sup>-1</sup> erforderlich; das sind etwa 10 klx.

Tabelle 2

Bestrahlung (J/cm<sup>2</sup>), Potsdam 1951–1970

Mittlere Monats-/Tagessummen bzw. extreme Monatssummen der Globalstrahlung

	April	Mai	Juni	Juli	August	September	I. Dekade Oktober
mittlere Monatssumme	39832	54260	59701	55714	46809	34152	8073
mittlere tägl. Summe d. Monats	1328	1750	1990	1797	1510	1138	807
größte Monatssumme	55761	62082	69957	62199	53032	44049	12293
kleinste Monatssumme	28747	42086	45388	40272	40101	27302	5556

aus: Klimadaten der DDR. Meteorologischer Dienst, Reihe B, Band 3 „Strahlung und Bewölkung“  
Sonnenstrahlung auf horizontalen Flächen, Potsdam 1981

Tabelle 3

Monatssummen der Globalstrahlung (kJ/cm<sup>2</sup>) in Großbeeren für den Zeitraum 1973–1981

Jahr	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Summe Mai bis Oktober
1973	33,7	51,3	60,9	55,8	54,5	28,6	17,5	251,1
1974	41,9	48,4	47,4	45,1	45,0	34,9	13,1	220,8
1975	34,0	51,6	58,5	61,0	54,7	30,0	12,2	255,8
1976	44,7	57,0	68,0	60,1	51,7	29,6	15,0	266,4
1977	33,1	60,2	53,3	51,0	40,0	32,2	17,3	236,7
1978	44,1	53,9	57,4	52,7	43,2	21,9	14,9	229,1
1979	37,7	54,3	52,2	41,3	43,5	27,3	22,9	218,7
1980	36,0	66,3	52,3	44,0	44,1	32,9	18,0	239,6
1981	43,8	55,4	47,4	49,6	42,4	33,2	17,0	228,0
Monats- mittel der Jahre 1973– 1981	38,8	55,4	55,3	51,0	46,6	30,1	1. Dekade 7,3	238,4
Mittel v. Potsdam 1951– 1970	39,8	54,3	59,7	55,7	46,8	34,2	1. Dekade 8,1	250,7

Eine Übersicht über die Strahlungsverhältnisse auf dem Gebiet der DDR (speziell für Potsdam) wird in der Tabelle 2 gegeben. Daraus ergibt sich, daß die o. g. Mindeststrahlungssummen weitgehend erreicht und überschritten werden. Gleiche Größenordnungen und Tendenzen weisen die Strahlungswerte der meteorologischen Station in Großbeeren auf, die für die Überprüfung des Zusammenhanges zwischen Strahlung und Ertrag Verwendung finden (Tabelle 3). Die bisherigen Ausführungen sollten die unterschiedlichen Auffassungen zu dieser Problematik veranschaulichen und auf viele gegenwärtig noch ungenügende Kenntnisse über die Reaktion der Pflanzen auf klimatische Einflußgrößen – insbesondere die Strahlung – unter Freilandbedingungen aufmerksam machen.

### 3. Methodik und Versuchsdurchführung

Die Untersuchungen wurden in einer Kastenparzellenanlage des Instituts für Gemüseproduktion Großbeeren mit den Gemüsearten Weißkohl, Möhre, Einlegegurke und Porree durchgeführt. Die Reihenfolge der Arten entspricht auch ihrer Fruchtfolgestellung. Die nachfolgenden Aussagen beziehen sich nur auf die Arten, bei denen die Bildung des marktfähigen Produktes vor Beginn der generativen Phase der Pflanzenentwicklung erfolgt, also auf Weißkohl, Möhre und Porree.

Für jede Gemüseart standen im Untersuchungszeitraum von 1973 bis 1981 jährlich

vier Betonparzellen mit einer Fläche von je 4 m<sup>2</sup> und einer Tiefe von 0,75 m zur Verfügung, wobei die eigentliche Krume eine Mächtigkeit von 0,50 m aufweist.

Die Versuche wurden auf drei Bodenarten vorgenommen:

- Sandboden, Herkunft D2 – Großbeeren, Diluvialboden (D)
- Auenlehm, Herkunft A12 – Oderbruch, Alluvialboden (Al)
- Lößboden, Herkunft Lö – Wanzleben, Lößboden (Lö)

Maßnahmen zum Pflanzenschutz wurden während der Vegetationszeit bei Schaderregerbefall regelmäßig und gegen pilzliche Krankheiten prophylaktisch durchgeführt. Zur Erfassung meteorologischer Faktoren diente ein teilautomatisiertes Meßwertfassung-, -ausgabe- und Registriersystem.

Um den Einfluß der Strahlungssummen auf die Pflanzenentwicklung und den Ertrag zu ermitteln, wurden stets gleiche Sorten bei unveränderter organischer und mineralischer Düngung, Bestandsdichte und festen Schwellwerten für den Berechnungseinsatz (Tabelle 4) mit nahezu einheitlichem Anbauzeitraum bzw. gleicher Vegetationsdauer (Tabelle 5) untersucht.

Dabei wird unterstellt, daß diese Faktoren für die Ertragsbildung nicht limitierend, sondern im Bereich „optimaler“ Versorgung waren (PASCHOLD, SCHEUNEMANN,

Tabelle 4

Gemüsearten, Sorten, Bestandsdichten, Düngergaben und Schwellwerte des Berechnungseinsatzes

Zeitraum	Gemüseart	Sorte	Pflanzenab- stand/cm	Düngun g/kg/ha				Schwellwert d. Saugspannung
				N <sup>+</sup>	K <sup>++</sup>	P <sup>++</sup>	Stallmist	
1973 bis 198	Weißkohl	Türkis	70 × 40	400	400	80	Stallmist	≅ 16 k Pa
	Möhre	Lange Rote	30 Reihen	300	300	80	–	≅ 20 k Pa
		Stumpfe	Abstand 40 Pfl./fm geplant					
	Porree	Janos	30 × 17	300	300	80	–	≅ 16 k PA

+ N-Düngung: 100 kg/ha als Start bei allen Arten, bei Weißkohl 5, Möhre 4 und Porree 3 Teilgaben

++ K,P-Düngung: Vorratsdüngung im Herbst

Tabelle 5

Anbauzeitraum und Vegetationsdauer der untersuchten Gemüsearten in der Kastenparzellenanlage

Versuchs- jahr	Weißkohl		Vegeta- tionstage	Möhre		Porree		Ernte	Vegeta- tage
	Pflan- zung	Ernte		Auf- gang	Ernte	Vegeta- tionstage	Pflan- zung		
1973	22. 5.	8. 10.	138	30. 4.	9. 10.	162	8. 6.	29. 10.	143
1974	23. 5.	17. 10.	146	22. 4.	27. 9.	158	20. 5.	9. 10.	142
1975	15. 5.	15. 10.	153	5. 5.	16. 10.	164	23. 5.	16. 10.	146
1976	20. 5.	20. 10.	153	1. 6.	21. 10.	143	26. 5.	2. 10.	129
1977	25. 5.	11. 10.	139	4. 5.	13. 10.	162	23. 5.	28. 9.	128
1978	22. 5.	16. 10.	142	30. 4.	13. 10.	166	22. 5.	17. 10.	148
1979	23. 5.	16. 10.	141	7. 5.	17. 10.	163	18. 5.	15. 10.	150
1980	22. 5.	13. 10.	139	6. 5.	17. 10.	164	21. 5.	2. 10.	134
1981	22. 5.	8. 10.	134	23. 5.	15. 10.	145	26. 5.	2. 10.	129