

Beiträge zur Ökologie von *Chenopodium botrys* L.

III. Substanzproduktion und Wuchsform in Abhängigkeit von Beleuchtungsstärke, Feuchtigkeit und Substrat

Von

Sigrun Zimmermann-Jaeger

I. Einleitung

Um das massenhafte Auftreten von *Chenopodium botrys* in der Innenstadt Berlins in den Nachkriegsjahren besser erklären zu können, sollten Anbauversuche mit dieser Art durchgeführt werden. Die Pflanzen besiedeln vorwiegend frisch aufgeschüttete Trümmerschutt- und Sandflächen, erreichen dort sehr verschiedene Größen und Bedeckungsgrade und gehen in den Folgejahren rasch zurück (Sukopp 1971).

Daher stellten sich folgende Versuchsfragen: 1. Gedeiht *Chenopodium botrys* besser auf reinem Sandboden oder wird es durch Zusatz von Schutt begünstigt? 2. Wie reagiert die Pflanze auf mehr oder weniger starke Bewässerung? 3. Ist vielleicht der Lichtfaktor ausschlaggebend für die Verdrängung von *Ch. botrys* durch andere Pflanzen in den Folgejahren? Deshalb wurden 1968 Freilandversuche angelegt, bei denen Beleuchtungsstärke, Wasserzufuhr und Substrat variierten. Trockensubstanzproduktion und Wuchsform sollten am Ende der Vegetationsperiode durch Gewichts- und Längenbestimmungen erfaßt werden.

II. Versuchsanlage

a) Substrat

Auf dem Versuchsfeld des Instituts für Angewandte Botanik der Technischen Universität Berlin am Kehler Weg in Berlin-Dahlem standen 20 1 m² große ummauerte Parzellen mit Sandboden zur Verfügung. In 10 Parzellen wurde je ein Eimer voll zerkleinerter Mörtelschutt (abgeklopfter Innenputz) untergegraben und zusätzlich je ein Eimer voll oberflächlich eingehackt. Dieser Boden wird im folgenden gegenüber dem Sandboden (S) als Kalkboden (K) bezeichnet. Tabelle 1 gibt eine Übersicht einiger Eigenschaften des Substrats (Mischproben aus mehreren Teilparzellen).

Tabelle 1
Bodenanalysen.

	Korngrößen in Gew.-%			max. WK	mg K ₂ O	mg P ₂ O ₅	g CaCO ₃	pH (KCl)
	Mit- tel- schluff	Fein- schluff	Ton		in 100 g	Trockenboden		
Sandboden (S)	3,0	1,1	3,5	34,9	21,5	40,8	0,21	6,6
„Kalkboden“ (K)	2,3	0,9	3,5	36,4	18,3	42,4	2,23	7,5

Durch die Kalkzufuhr des Schuttes erhöhte sich der Kalkgehalt auf das zehnfache und der pH-Wert von 6,5 auf 7,5; auch die maximale Wasserkapazität (Zylindermethode, STEUBING 1956) stieg an. Die Korngrößen des Feinbodens, Kalium- und Phosphorgehalt veränderten sich durch den Schutzzusatz nicht wesentlich.

b) Beleuchtungsstärke (B)

Durch Schattierleinen, das über ein 65 cm hohes Gerüst gespannt wurde, ließen sich drei verschiedene Beleuchtungsstärken erzielen. Je zwei Parzellen Sand- und Kalkboden erhielten doppelt Schattierleinen (B_2), je zwei wurden einfach beschattet (B_1), je sechs Parzellen S und K blieben offen (B_0). Die relative Lichtintensität betrug für $B_0 = 100\%$, $B_1 = 40,5\%$, $B_2 = 18,6\%$ (gemessen mit Luxmeter, Fa. Lange). Die Beschattung wurde nach der Keimung der Pflanzen am 13. Juni angebracht.

c) Bodenfeuchtigkeit (F)

Die unbeschatteten Parzellen wurden in drei Feuchtigkeitsstufen gehalten. Je zwei Parzellen Sand- und Kalkboden blieben trocken und erhielten nur natürlichen Niederschlag (F_0), je zwei wurden durch zusätzliches Begießen mittelfeucht (F_1) und je zwei Parzellen durch reichliches Gießen feucht (F_2) gehalten. Als Anhaltspunkt für die Gießmenge dienten Tests mit der „Geisenheimer Wasserzange“ (TEPE und LEIDENFROST 1952). Im Kalkboden hielt sich die Feuchtigkeit durch die erhöhte Wasserkapazität etwas länger. Diese Parzellen erhielten deshalb etwas weniger Gießwasser, damit annähernd vergleichbare Wasserverhältnisse zum Sandboden hergestellt wurden. Da es im Juli viel geregnet hatte, waren auch die F_0 -Parzellen nicht sehr ausgetrocknet. Unter dem Schattierleinen wurde fast nie gegossen. Trotzdem entsprach der Bodenwassergehalt der acht beschatteten nahezu der feuchten Stufe B_0F_2 .

d) Pflanzenmaterial

Das Saatgut stammte aus dem Jahre 1965 von einer einzigen großen Pflanze eines sandigen Trümmerstandortes; es war im Frühjahr 1968 im Petrischalentest zu 60 % keimfähig. Am 10. April 1968 wurde auf jede Quadratmeterparzelle 1 g (= etwa 4800 Korn) ausgesät. Die Keimung setzte jedoch erst Ende Mai ein und zog sich bis über den Juni hinaus. Vor und während der Keimung wurden bei Trockenheit alle Parzellen gleichmäßig gegossen. Die differenzierte Wasserzufuhr begann gleichzeitig mit der Schattierung am 13. Juni, als die ersten Pflänzchen das 4-Blattstadium erreicht hatten. Auf dem Kalkboden keimte *Ch. botrys* zahlreich und ziemlich gleichmäßig. Sehr lückenhaft, spärlich und verzögert war die Keimung auf den Sandparzellen. Es war nicht möglich, gleiche Pflanzendichte bei allen Behandlungen herzustellen, da umgesetzte Pflänzchen nicht wieder anwuchsen und durch Vereinzeln Nachbarpflanzen gestört worden wären, ohne daß sich die zum Teil großen Lücken hätten beseitigen lassen. Ausgangspunkt ist also gleiche Samenmenge, nicht gleiche Pflanzenanzahl je Quadratmeter. Die Ernte erfolgte Mitte August bis Anfang September am Ende der Vegetationsperiode, als die Blätter abstarben und die reifen Samen auszufallen begannen. Die Meßdaten wurden mit Hilfe der Varianzanalyse statistisch geprüft und die Grenzdifferenzen für $p = 5\%$ in die Diagramme eingetragen.

III. Ergebnisse

a) Pflanzenanzahl je m² (Abb. 1b)

Durch das unterschiedliche Keimverhalten auf dem Substrat ergeben sich auch am Ende der Vegetationsperiode große Differenzen in der Pflanzendichte. Auf den Parzellen mit Mörtelschutzzusatz (K) betrug die durchschnittliche Pflanzenanzahl 427, auf den Sandbodenparzellen (S) dagegen nur 190. Bei doppelter Beschattung (B₂S) sank die Pflanzenanzahl sogar bis auf 50.

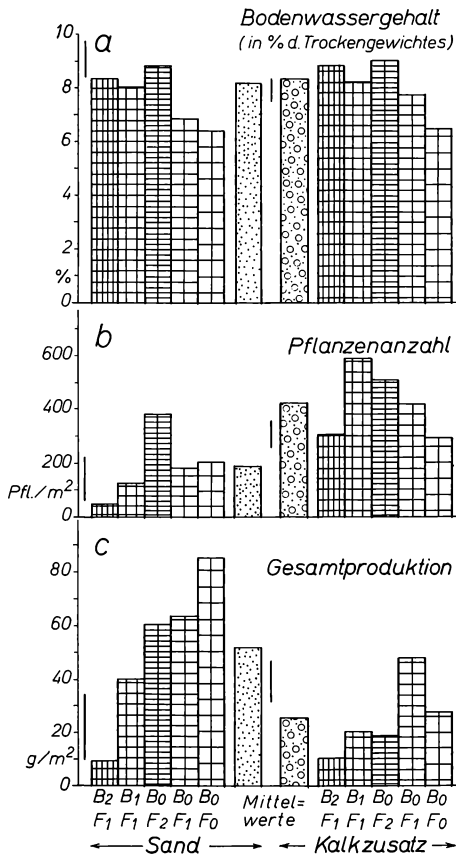


Abb. 1. a) Bodenwassergehalt in Prozent des Trockengewichtes (25., 29. und 30. Juli 1968); b) Pflanzenanzahl je Quadratmeter; c) Gesamtproduktion je Quadratmeter.

Zeichenerklärung zu Abbildung 1 bis 3

Freie senkrechte Striche: Grenzdifferenz ($p = 5\%$), links: zwischen den Behandlungen Beleuchtungsstärke und Feuchtigkeit innerhalb desselben Substrats; Mitte: zwischen den Mittelwerten des Substrats.

Senkrechte Linien: Beleuchtungsstärke; vier je Säule: doppelte Schattierung (B₂); zwei je Säule: einfache Schattierung (B₁); eine je Säule: unbeschattet (B₀).

Horizontale Linien: Feuchtigkeit; eng: feucht (F₂); mittel: mittelfeucht (F₁); weit: trocken (F₀).

Punkte: Sandboden; Kreise: Zusatz von kalkreichem Schutt.

b) Gesamtproduktion (Abb. 1c)

Die Produktion an Pflanzentrockensubstanz je m^2 war gerade umgekehrt, nämlich auf Sandboden etwa doppelt so hoch wie auf Kalkboden, maximal 85 g je m^2 . Daß die niedrigste Produktion bei B_2 lag und ein Anstieg über B_1 zu B_0 im offenen Tageslicht erfolgte, war verständlich. Es verwunderte allerdings der Produktionsabfall von B_0 bei zunehmender Bodenfeuchtigkeit, so daß die feuchten Parzellen B_0F_2 die niedrigste Trockensubstanzproduktion aufwiesen. Die höchste Produktion erreichten auf Sandboden die trockenen Parzellen B_0F_0 , auf Kalkboden jedoch die mittelfeuchten B_0F_1 .

c) Trockengewicht je Pflanze (Abb. 2a) und Habitus

Ein ähnliches Bild ergibt sich, wenn man das Trockengewicht je Pflanze betrachtet. Dabei treten die Unterschiede zwischen S und K noch deutlicher hervor. Die einzelnen Pflanzen waren auf Sandboden kräftig entwickelt, zum Teil reich verzweigt und trugen große dunkelgrüne Blätter. Auf Kalkboden blieben die Pflanzen kleiner, zarter, fast unverzweigt mit hellgrünen, kleinen Blättern. Sie hatten eine um 1 bis 3 Wochen verkürzte Vegetationsperiode. Auch einzeln

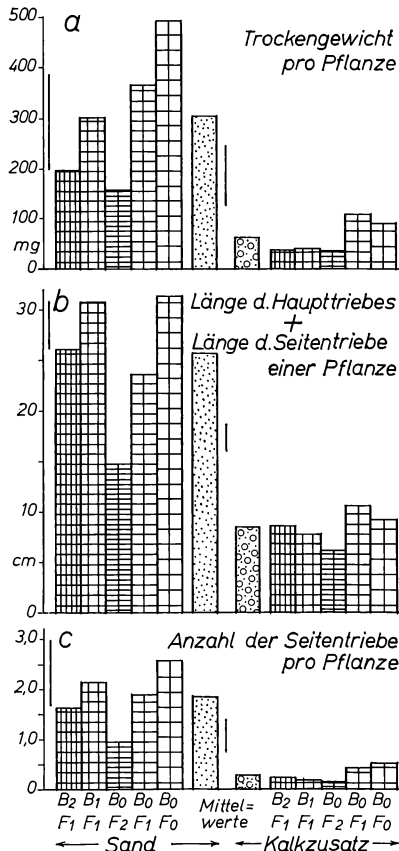


Abb. 2. a) Trockengewicht je Pflanze; b) Länge des Haupttriebes plus Länge der Seitentriebe einer Pflanze; c) Anzahl der Seitentriebe je Pflanze.

stehende Pflanzen entwickelten sich kaum anders, so daß der Habitus durch das Substrat bedingt wurde und weniger auf den Konkurrenzdruck auf den viel dichter bestanden K-Parzellen zurückzuführen war. Auf den bewässerten Parzellen B_0F_2S waren die Pflanzen wesentlich kleiner. Habitus und Pflanzendichte entsprachen hier mehr den Verhältnissen auf Kalkparzellen. Bei Schattierung streckten sich die Pflanzen in die Länge, die Blätter wurden größer und dünner, der Blütenansatz spärlicher, die Zeit der Blüte und Samenreife verzögerte sich.

d) Pflanzenlänge (Abb. 2b)

Als Berechnungsgrundlage dienten alle Pflanzen derselben Behandlung, deren Haupt- und Seitentriebe nach der Ernte einzeln ausgemessen wurden. Die Darstellung der Länge des Haupttriebes zuzüglich der Länge aller Seitentriebe einer Pflanze zeigt ein ähnliches Bild wie die vorangegangene Darstellung des Trockengewichtes einer Pflanze. Die Pflanzen der Schattenparzellen brachten es auf Sandboden zu den längsten Trieben, doch da diese nur dünn waren, blieb das Trockengewicht trotzdem niedrig. Obwohl die Längen der Haupttriebe allein sich nicht so stark unterschieden ($S = 12$ cm, $K = 7$ cm), erreichten die Pflanzen auf

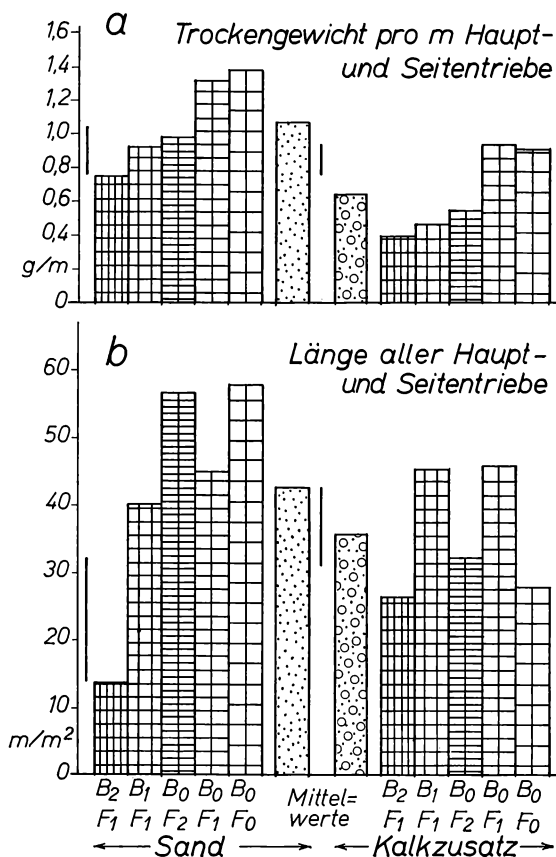


Abb. 3. a) Trockengewicht je Meter Haupt- und Seitentriebe;
b) Länge aller Haupt- und Seitentriebe je Quadratmeter.

Sandboden durch die zahlreichen Seitentriebe große Triebblängen, im Durchschnitt 25,7 cm gegenüber 8,5 cm auf Kalkboden. Eine der kräftigsten Einzelpflanzen der Parzelle B_0F_0S brachte es durch 74 Seitentriebe (8 erster, 64 zweiter, 2 dritter Ordnung) auf 6,63 m Gesamtrieblänge.

e) Seitentriebe je Pflanze

In der Abbildung 2c wird der große Unterschied in der Anzahl der Seitentriebe deutlich. Auf Sandboden hatten die Pflanzen mit durchschnittlich 1,8 sechsmal so viele Seitentriebe wie auf Kalkboden ($K = 0,3$). Auch bei der Verzweigung zeigt sich der negative Einfluß der höheren Bodenfeuchtigkeit.

f) Triebstärke (Abb. 3a)

Das Trockengewicht von 1 m Triebblänge (Haupt- und Seitentriebe aller Pflanzen einer Behandlung) kann als Maß für die Triebstärke dienen. Im Schatten sowie auf den feuchten Parzellen waren die Triebe zart und dünn, während die Pflanzen der mittelfeuchten und trockenen Behandlungen kräftig entwickelte Triebe ausbildeten. Insgesamt erzielte S ein höheres Trockengewicht je m Triebblänge als K.

g) Triebblänge je Quadratmeter

Die Summe der Länge aller Haupt- und Seitentriebe je m^2 ist in Abbildung 3b wiedergegeben. Diese Darstellung ist mit der Produktion an Trockensubstanz je m^2 (Abb. 1c) vergleichbar und läßt sich nur mit Hilfe der bisher besprochenen Ergebnisse interpretieren. Beim Vergleich zwischen S und K ist der Unterschied der Länge geringer als der des Trockengewichtes je m^2 , denn das Trockengewicht je m Trieb (Abb. 3a) war ja bei K kleiner. Die Abstufungen innerhalb S und K stimmen in Länge und Trockengewicht mit je einer Ausnahme (B_0F_2S und B_1F_1K) überein. Diese Ausnahmen sind zwar nicht signifikant, lassen sich aber durch die hohe Pflanzenanzahl je m^2 (Abb. 1b) erklären. Die große Pflanzenzahl schlägt sich zwar in der Länge je m^2 nieder, weniger aber in der Produktion, da das Trockengewicht je Pflanze (Abb. 2a) und je m Triebblänge (Abb. 3a) gering waren.

h) Anteil der einzelnen Organe an der Gesamtproduktion

Eine differenzierte Ernte getrennt nach Infloreszenzen, Stengeln, Blättern und Wurzeln erfolgte aus arbeitstechnischen Gründen nur bei je einer Parzelle jeder Behandlung. Dadurch ließ sich keine statistische Auswertung durchführen und nur große Differenzen dürften echte Unterschiede wiedergeben. Deshalb sind in Tabelle 2 nur die Werte der extremen Behandlungen B_2F_1 und B_0F_0 sowie die Mittelwerte auf Sand- und Kalkboden für alle Behandlungen aufgeführt.

Tabelle 2
Relativer Anteil der einzelnen Organe an der Produktion
(in Prozent des Gesamttrockengewichtes je m^2)

	Sandboden (S)			Kalkzusatz (K)		
	B_2F_1	B_0F_0	Mittel	Mittel	B_2F_1	B_0F_0
Infloreszenzen	31,8	52,2	45,6	53,7	46,4	57,0
Stengel	37,4	30,1	32,8	30,2	35,9	26,1
Blätter	25,9	11,0	15,6	9,8	12,4	10,3
Wurzeln	5,0	6,7	6,0	6,2	5,2	6,5
Verhältnis oberirdische zu Wurzelproduktion	23,7	14,2	15,2	16,0	20,1	16,3

Die Hälfte der Produktion entfiel allein auf die Infloreszenzen, die zur Zeit der Ernte meist reife Samen enthielten. Einige Samen und vertrocknete Blätter waren auch schon abgefallen und konnten nicht mehr erfaßt werden. Trockener Boden und Kalkzusatz begünstigten die Blüten- und Samenbildung. Im Schatten ging der Anteil der Infloreszenzen stark zurück, dafür erhöhten sich die Anteile von Stengeln und Blättern bei Beschattung. Im allgemeinen lag der relative Anteil der Stengel bei 30 %, der der Blätter bei 10 bis 15 %, der der Wurzeln bei nur 6 % der Trockensubstanz. Aufgrund der geringen Wurzelmasse ist das Verhältnis der oberirdischen zur unterirdischen Produktion sehr weit. Besonders die doppelt beschatteten Pflanzen schienen mit einem sehr kleinen Wurzelsystem auszukommen. Das ist verständlich, da sie ja in ständig gleichmäßig feuchtem Boden und in relativ hoher Luftfeuchtigkeit wuchsen.

IV. Diskussion

Die Ergebnisse des Anbauversuchs überraschten zunächst, da sie nicht der Erwartung entsprachen. Neben Sandstandorten werden insbesondere Trümmerstandorte in Berlin von *Chenopodium botrys* massenhaft besiedelt. Unter Versuchsbedingungen war jedoch das Wachstum auf Sandboden ohne Kalkschutzzusatz wesentlich besser. Eine gewisse Erklärung bietet das Keimverhalten: Auf Kalkboden keimte *Chenopodium botrys* zahlreich und eilte in der Jugendentwicklung den wenigen Pflänzchen auf Sandboden voraus, die erst im Juli diesen Vorsprung in Größe und Massenentwicklung ein- und überholten.

Überraschend war auch, daß eine Zusatzbewässerung zum Niederschlagswasser die Substanzproduktion nicht nur nicht erhöhte, sondern — zumindest auf Sand — verringerte. Zwar waren Keimung und Anfangsstadien durch das Gießen gefördert, die Pflanzen blieben aber später hinter denen der trockenen Parzellen zurück. Die Empfindlichkeit gegen Vernässung des Bodens ist wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Beobachtung von DE SANTO-VIRZO zu sehen, daß unsere Versuchspflanze leicht xeromorphe Charaktere zeigt und somit an relativ trockene Standorte angepaßt ist.

Bei Verringerung der Beleuchtungsstärke auf 40 % entwickelte sich *Chenopodium botrys* noch relativ gut. Allerdings wurde die Schattierung erst nach der Keimung angebracht. Eine weitere Beschattung erbrachte einen erheblichen Rückgang der Substanzproduktion.

An den subspontanen Standorten auf Sand- und Trümmerflächen Berlins reicht die Winterfeuchtigkeit offensichtlich für eine gute Keimung aus. Auf dem Gelände des Standortes I 1967 und 1968 auf dem heutigen Gelände der Staatsbibliothek, wo zerkleinerter Trümmerschutt mit einer etwa 8 cm mächtigen Sandauflage das Substrat bildete (DE SANTO-VIRZO, S. 37), waren die Pflanzen ebenso klein wie in den Parzellen mit Kalkschutzzusatz und den bewässerten Parzellen. Die Pflanzen des Standortes Urbanhafen 1967 (DE SANTO-VIRZO 1971), der tiefgründig sandig war, entsprachen den Pflanzen der trockenen Sandparzellen. Daraus ist ersichtlich, daß unsere Versuchsergebnisse auf diese Standorte übertragbar sind. Wenn nun *Chenopodium botrys* vorwiegend nicht dort, wo er am besten gedeiht, sondern auf Trümmerstandorten vorkommt, so liegt der Gedanke an eine Verdrängung durch Konkurrenz nahe. Da die Versuchspflanze erst spät keimt, dürften Arten, die eher keimen und zudem höhere Wasservorräte besser auszunutzen vermögen, auf Sandböden die Oberhand behalten. Wenn nicht neue Störungen den Untergrund aufreißen, dürfte *Chenopodium botrys* dann in der

Folgezeit durch Lichtkonkurrenz zu Grunde gehen. Dabei zieht er sich auf die konkurrenzärmeren, extremeren Trümmerstandorte zurück, wobei ihm seine Anpassung an relativ trockene Standorte zustatten kommt.

V. Zusammenfassung

In Anbauversuchen im Freiland wurde der Einfluß von kalkreichem Schuttsatz zu Sandboden bei verschieden starker Bewässerung und Schattierung auf die Substanzproduktion und Wuchsform von *Chenopodium botrys* untersucht. Auf den Parzellen mit Kalkschuttsatz keimte *Ch. botrys* zwar zahlreich, doch die Pflanzen blieben kümmerlich gegenüber denen auf unverändertem Sandboden. Dadurch betrug die Trockensubstanzproduktion je m² bei über doppelter Pflanzenanzahl nur etwa die Hälfte. Das Trockengewicht je Pflanze, die Länge der Haupt- und Seitentriebe und die Zahl der Seitentriebe je Pflanze waren um ein Vielfaches geringer als auf Sandboden. Die höchste Produktion und den kräftigsten Wuchs erreichten die Pflanzen auf den trockensten Parzellen, bei Kalkzusatz auf den mittelfeuchten. Schattierung bis zu 18,6 % der Lichtintensität im Freien verminderte Pflanzenanzahl und Produktion stark und veränderte den Habitus. Der Anteil der Infloreszenzen mit Samen machte im Mittel aller Behandlungen die Hälfte der Gesamttrockensubstanz aus, der relative Anteil der Wurzeln betrug nur 6 %.

Da *Chenopodium botrys* im Freiland vorwiegend auf den (ungünstigeren) Trümmerschuttstandorten vorkommt, wird die Art auf den (günstigeren) Sandstandorten vermutlich durch Konkurrenz anderer Arten verdrängt.

Literatur

- DE SANTO-VIRZO, A., 1971: Beiträge zur Ökologie von *Chenopodium botrys*. IV. Wasserhaushalt. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 108, 37—55, 1971.
- SUKOPP, H., 1971: Beiträge zur Ökologie von *Chenopodium botrys*. I. Verbreitung und Vergesellschaftung. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 108, 3—25, 1971.
- TEPE, W. und E. LEIDENFROST: Ein Meßverfahren zur Bestimmung der Wasserversorgung der Pflanzen. Z. Acker- u. Pflanzenbau 115, 223—230, 1962.