

Beiträge zur Ökologie von *Chenopodium botrys* L.

VI. Die ökologische Konstitution von *Chenopodium botrys*

Von

R. Bornkamm und H. Sukopp

I. Einleitung

In den ersten fünf „Beiträgen zur Ökologie von *Chenopodium botrys*“ (SUKOPP 1971, DAPPER 1971, ZIMMERMANN-JÄGER 1971, DE SANTO-VIRZO 1971, BORNKAMM 1971) werden eine Reihe von ökologischen Eigenschaften dieser Pflanze behandelt, wenn auch nicht alle Eigenschaften systematisch erfaßt werden konnten. Ein weiterer Beitrag über den jährlichen Entwicklungsrhythmus, Keimungsbedingungen und Samenproduktion (ZACHARIAS Mskr.) wird später veröffentlicht werden. Die bei den Untersuchungen gewonnenen Daten können als Grundlage für die Beurteilung der ökologischen Konstitution von *Chenopodium botrys* benutzt werden.

Ein Teil der Eigenschaften von *Chenopodium botrys* läßt sich aus dem chorologischen und zönologischen Verhalten erschließen (SUKOPP 1971). Von den übrigen Untersuchungen sind insbesondere diejenigen auswertbar, die sich an den Kulturversuch mit abgestuften Beleuchtungsstärken und unterschiedlicher Feuchtigkeit auf zwei verschiedenen Substraten anschließen.

Während in den Arbeiten von ZIMMERMANN-JÄGER (1971), DE SANTO-VIRZO (1971) und BORNKAMM (1971) die Beziehungen zu den Außenfaktoren diskutiert wurden, wird in diesem Beitrag ein bisher sonst nicht üblicher Weg eingeschlagen, um aus den zahlreichen Daten ein übersichtliches Bild zu gewinnen: Es wurden alle Meßreihen auf ihre Korrelation untereinander untersucht. In Tabelle 1, die die Ergebnisse dieser Berechnung enthält, ist die Richtung der jeweiligen Korrelation (positiv oder negativ) und ihre statistische Sicherung angegeben. Bei zehn Versuchsvarianten (vgl. ZIMMERMANN-JÄGER 1971) standen maximal zehn Meßwerte zur Verfügung, in manchen Fällen aber nur acht oder sechs. Da zudem nur auf lineare Korrelation geprüft wurde, ist es sehr wahrscheinlich, daß ein Teil der real vorhandenen Korrelationen aus statistischen Gründen nicht erfaßt wurde oder nur schwach in Erscheinung trat. Dennoch sollen einzelne schwache Korrelationen nur dann ausgewertet werden, wenn sie durch andere gestützt werden.

II. Ergebnisse

1. Verbreitung und Standorte

Chenopodium botrys ist eine südeurasisch-mediterrane Sippe, die ihr Areal neophytisch auf weite Gebiete Zentral- und West-Europas, Nordamerikas und Australiens ausgedehnt hat. Nach seiner südlichen und kontinentalen Verbreitung

ist es verständlich, daß die meisten Siedlungen der Art in Zentral- und West-Europa nicht beständig sind. Natürliche Standorte der Art sind sandige und steinige Böden an Flußufern, in Schuttbahnen und an Felsfüßen, insgesamt also konkurrenzarme Sonderstandorte. Dementsprechend werden als sekundäre Standorte Straßenränder, Kulturflächen (im westmediterranen Bereich Weinberge) und Brachfelder besiedelt. Ähnliche Standortsbeziehungen weisen zum Teil *Chenopodium rubrum*, *Erysimum cheiranthoides* und *Potentilla supina* auf. Unter natürlichen Bedingungen ist in Mitteleuropa die Fläche solcher offenen konkurrenzarmen Standorte sehr gering. Erst unter dem Einfluß des Menschen kam es hier zur Entstehung offener kalkreicher sandiger bis kiesiger Substrate, die das Vorkommen von *Chenopodium botrys* ermöglichen. Dennoch gibt es nördlich der Alpen gegenwärtig nur in Berlin, Mannheim und Lille dauerhafte große Ansiedlungen dieser Art, während Kolonien in Stuttgart, Saarbrücken und Leipzig unbeständig oder wieder verschwunden sind. Aus der Verbreitung, der jüngsten Ausbreitungsgeschichte und den Standortansprüchen der Art läßt sich ableiten, daß *Chenopodium botrys* eine wärmeliebende Art der mediterranen Zone ist, die mäßig feuchte Standorte mit geringer Konkurrenz anderer Arten besiedelt.

2. Keimung

Wie aus der Darstellung bei ZACHARIAS und DAPPER hervorgeht, keimt *Chenopodium botrys* relativ spät. Es kann also die kühlen Frühjahrsmonate, in denen die Konkurrenz noch relativ schwach ist, nicht für sein Wachstum verwenden, da es durch seine Temperaturansprüche und seine photoperiodischen Ansprüche zu stark festgelegt ist. Hingegen zeigt es eine große phänotypische Plastizität, die sich in großen Unterschieden der Morphologie, der Substanzproduktion und des Gehaltes an Inhaltsstoffen erweist. Das durchschnittliche Gewicht seiner Samen (0,15 g) stimmt etwa mit dem der Samen von *Chenopodium rubrum* (0,11 g) und *Chenopodium glaucum* (0,12 g) überein (HERRON 1953).

3. Morphologie und Substanzproduktion

ZIMMERMANN-JÄGER (1971) zeigte, daß *Chenopodium botrys* auf Sand mit Kalkzusatz zunächst in größerer Zahl keimte, in der Substanzproduktion von Pflanzen auf reinem Sand aber schließlich überholt wurde. Sie weist ferner nach, daß die Pflanze Zusatzwasser nur wenig auszunutzen vermochte und daß eine Beschattung auf 40 % des Tageslichtes die Produktion kaum verringert. Nach DAPPER liegt die Hauptwachstumsperiode am Ruderalstandort zwischen Mitte Juni und Mitte Juli. Der größte Teil der Biomasse findet sich bei Abschluß des Wachstums in den Infloreszenzen (bzw. Fruchtständen), wobei die Pflanzen im Mittel nur geringe Höhen erreichen. Zahlreiche Chenopodiaceen besitzen den C₄-Weg der Photosynthese (Hatch & Slack-Zyklus), der häufig mit besonders hohen Produktionsleistungen verbunden ist. Nach WELKIE & CALDWELL (1970) gehört *Chenopodium botrys* auf Grund seiner Blattanatomie nicht zu diesen, sondern besitzt vermutlich (wie alle übrigen von den genannten Autoren untersuchten *Chenopodium*-Arten) eine normale C₃-Photosynthese.

Je höher die Gesamtbiomasse ist (Tab. 1, Abb. 1), desto höher ist sowohl die Biomasse der Sprosse als auch der Wurzeln, wobei sich das Sproß-Wurzel-Verhältnis nicht ändert. Gleichzeitig steigt die Anzahl der Seitentriebe je m² und die der Seitentriebe je Pflanze. Daß die Gesamtbiomasse mit dem mittleren Wassergehalt der Blätter durch eine negative, mit dem mittleren Refraktometerwert der Blätter durch eine positive Korrelation verbunden ist, deutet dar-

BORNKAMM 1971) anzunehmen ist. Die negative Korrelation mit dem N-Gehalt der Wurzel, insbesondere der löslichen Fraktion, läßt sich durch ein Aufbrauchen der niedermolekularen Verbindungen beim verstärkten Wachstum erklären (die beobachtete Korrelation erstreckt sich aber nur auf die Wurzeln). Ähnliche Zusammenhänge wie bei der Gesamtbiomasse zeigen die Biomasse der Sprosse, die Zahl der Seitentriebe je m^2 und die Biomasse der Wurzeln, nur daß im letzten Falle die Bezüge zur Anzahl der Seitentriebe wegfallen.

Leicht erklärlich ist, daß die Zahl der Seitentriebe je m^2 , die Zahl der Seitentriebe je Pflanze, die Haupttrieblängen je Pflanze und die Seitentrieblängen je

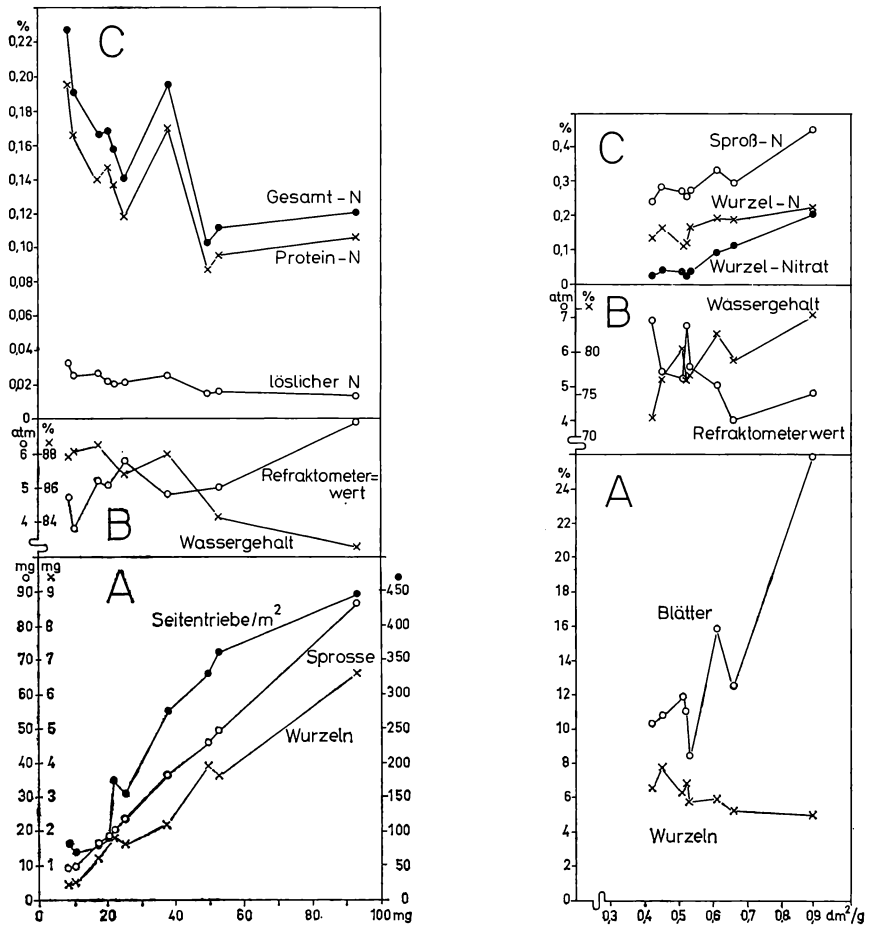


Abb. 1 (links). Zusammenhang zwischen der Gesamt-Biomasse von *Chenopodium botrys* und A der Biomasse der Sprosse $\circ$, der Biomasse der Wurzeln $\times$, der Zahl der Seitentriebe je m^2 $\bullet$, B dem mittleren Refraktometerwert der Blätter $\circ$, dem Wassergehalt der Blätter $\times$, C dem Gesamt-N $\bullet$, dem Protein-N $\times$ und dem löslichen N der Wurzeln $\circ$.

Abb. 2 (rechts). Zusammenhang zwischen der Oberflächenentwicklung der Blätter von *Chenopodium botrys* und A dem Anteil der Blätter $\circ$ sowie der Wurzeln $\times$ an der Biomasse, B dem mittleren Refraktometerwert der ganzen Pflanze $\circ$, dem mittleren Wassergehalt der ganzen Pflanze $\times$, C dem Sproß-Gesamt-N $\circ$, dem Wurzel-Gesamt-N $\times$ und dem Nitratgehalt der Wurzeln $\bullet$.

Pflanze meist in positiver Korrelation zueinander stehen. Aus der intraspezifischen Konkurrenz ist zu verstehen, daß bei zunehmender Zahl der Pflanzen (d. h. der Haupttriebe) je m² eine abnehmende Länge der Haupt- bzw. Seitentriebe und eine abnehmende Zahl der Seitentriebe je Pflanze zu beobachten ist. Gleichzeitig ist auch der Anteil der Blätter am Gesamtgewicht besonders gering, wohingegen zu der Länge der Seitentriebe je Pflanze eine positive Korrelation besteht. Nicht ohne weiteres erklärbar ist, daß der Aschengehalt des Pflanzenpreßsaftes bei stärkerem Verzweigungsgrad der Pflanzen abnimmt.

4. Wasserhaushalt

Den Wasserhaushalt hat DE SANTO (1971) näher charakterisiert. Sie weist darauf hin, daß zwischen dem Anteil der Wurzeln am Gesamtgewicht und dem Bodenwassergehalt eine negative Korrelation besteht. Die Transpiration wird frühzeitig eingeschränkt, so daß sich das Niveau des Sättigungsdefizits während des Tages stabilisieren kann. Osmotischer Wert und Refraktometerwerte zeigen eine Abhängigkeit vom Substrat und von den Lichtverhältnissen, die für die Preßsäfte ganzer Pflanzen eine andere ist als für Preßsäfte von Blättern.

Für die Korrelationsbetrachtung liegen hier besonders wenige Vergleichszahlen vor, da aus technischen Gründen nicht an einem Tag an allen zehn Parzellen gemessen werden konnte und Messungen verschiedener Tage nicht vergleichbar sind. Trotzdem sind auch hier einige Beziehungen erfaßbar, die aber sicher lückenhaft sind. Eine große Oberflächenentwicklung der Blätter (Tab. 1, Abb. 2) ist verbunden mit hohem mittleren Wassergehalt der Pflanze, hohem Blattanteil und einem niedrigen Refraktometerwert sowie einem geringen Anteil der Wurzeln an der Biomasse. Der Sukkulenzgrad zeigt naturgemäß die umgekehrten Abhängigkeiten. Pflanzen mit dünnen Blättern enthalten also, bezogen auf Trockengewicht, mehr Wasser als Pflanzen mit sukkulenten Blättern. Auf Grund ihres hohen Blattanteils besitzen sie viel (proteinreiches) Parenchym, so daß alle N-Fractionen ansteigen. Xeromorphe Strukturen sind dagegen durch geringere N-Gehalte gekennzeichnet. Diese modifikativen Anpassungen scheinen bei *Chenopodium botrys* eine besondere Rolle zu spielen, da die Oberflächenentwicklung wie andere Größen in weitem Rahmen schwanken kann (Tab. 2). Die Werte an den Ruderalstandorten liegen an der unteren Grenze der Werte aus den Versuchsflächen. Je sukkulenter die Blätter sind, desto größer ist auch die Zahl der Spaltöffnungen je Fläche (DE SANTO 1971, Tab. 3).

Obwohl für den Einfluß des Bodenwassergehaltes nur die sechs Werte eines Meßtages herangezogen wurden, ergeben sich eine Reihe von Beziehungen. Je höher der Bodenwassergehalt war (Tab. 1, Abb. 3), desto höher war der Anteil der Sprossachsen am Gesamtgewicht, desto geringer war der Anteil der Wurzeln sowie der mittlere Refraktometerwert der ganzen Pflanze bzw. der Blätter. Das entspricht der Erwartung. Der Protein-N-Gehalt der Wurzeln spricht auf die Erhöhung des Bodenwassergehaltes positiv an. Es ist aber zu beachten, daß die osmotischen Werte keine Korrelation zu einer anderen Größe (außer zum Aschengehalt im Preßsaft) aufweisen. Da auch zwischen dem osmotischen Wert des Preßsaftes ganzer Pflanzen und dem des Preßsaftes von Blättern keine Korrelation besteht, ist vielleicht einfach die Streuung der vorliegenden Werte zu groß. Zwischen dem mittleren Refraktometerwert der ganzen Pflanze und dem der Blätter besteht dagegen eine positive Beziehung.

Der mittlere Wassergehalt der Pflanze ist verbunden mit einem hohen Blattanteil, dagegen mit niedrigem Anteil der Fruchtstände und niedrigem Refraktometerwert der Pflanze (schwach gesichert). Der mittlere Wassergehalt der Pflanze

Tabelle 2
Schwankungsbreite einiger Größen der Stoffproduktion, des Wasserhaushaltes
und des Stickstoffgehaltes von *Chenopodium botrys*.
(Kleinsten Mittelwert einer Versuchsparzelle angegeben in Prozent des größten Wertes)
(vgl. Tabelle 1)

	%
Gesamt-Biomasse	10,1
Biomasse der Sprosse	10,4
Biomasse der Wurzeln	6,4
Pflanzen/m ²	8,4
Seitentriebe/m ²	15,3
cm Haupttriebe/Pflanze	41,7
cm Seitentriebe/Pflanze	37,2
Seitentriebe/Pflanze	7,0
Anteil der Fruchtstände	46,5
Anteil der übrigen Blätter	27,5
Anteil der übrigen Sproßachsen	49,4
Anteil der Wurzeln	62,6
Sukkulenzgrad	48,3
Oberflächenentwicklung	41,1
Sproß, löslicher N	57,1
Sproß, Protein-N	50,7
Sproß, Gesamt-N	54,2
Wurzel, löslicher N	41,0
Wurzel, Protein-N	44,9
Wurzel, Gesamt-N	44,9
Sproß, Nitrat	22,6
Wurzel, Nitrat	12,2

wie der Blätter ist positiv mit einigen Werten des N-Gehaltes verbunden, worauf noch eingegangen werden wird.

Das mittlere Sättigungsdefizit der Blätter sowie das Sättigungsdefizit und die mittlere Transpiration am Meßtag zeigen keine Korrelation zu einer der aufgeführten inneren Größen und lassen damit erkennen, daß sie vor allen Dingen von Außenfaktoren, d. h. den Transpirationsbedingungen, geregelt werden.

Im ganzen ergeben sich enge Zusammenhänge zwischen Morphologie und Wassergehalt der Pflanze und positive Beziehungen zwischen Wasserbedingungen und N-Haushalt. Die stark ausgeprägte Fähigkeit zur Regulation des Wasserverbrauchs und schwach xeromorphe Merkmale, z. B. der Wasservorrat der schwach sukkulenten Blätter, weisen darauf hin, daß die Pflanze an das Auftreten von Zeiten mit Dürrebelastung angepaßt ist.

5. Stickstoff- und Mineralhaushalt

Wie BORNKAMM (1971) gezeigt hat, gilt folgende Reihenfolge des Gehaltes an löslichem N, Protein-N und Gesamt-N: Blätter > Fruchtstände > Sproßachsen > Wurzeln.

Auch der Gehalt an Rohasche und Nitrat war in den Sprossen höher als in den Wurzeln. Die meisten N-Fractionen nahmen in Wurzeln auf Sand und Sand

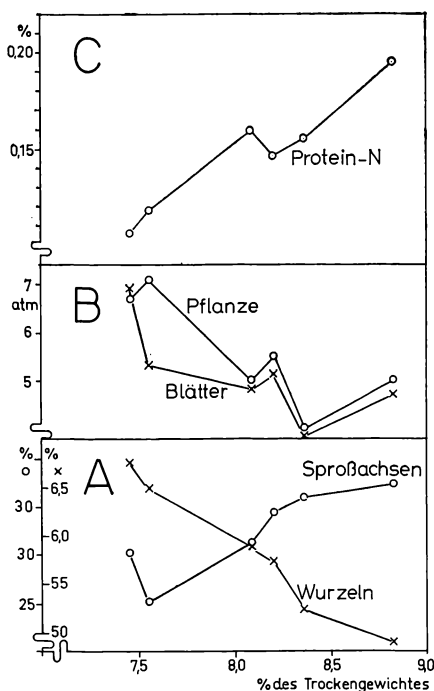


Abb. 3. Zusammenhang zwischen dem Bodenwassergehalt am 25. Juli 1967 und A dem Anteil der Sproßachsen ○ sowie der Wurzeln × an der Biomasse, B dem Refraktometerwert von Presssäften ganzer Pflanzen ○ sowie der Blätter ×, C dem Protein-N-Gehalt der Wurzeln ○

mit Kalk und in den Sprossen auf Sand bei zunehmender Beleuchtungsstärke ab.

Die Zusammenhänge zwischen Produktion, Wasserhaushalt und N-Gehalt, die sich dabei abzeichnen, werden durch die Betrachtung der Korrelationen wesentlich deutlicher. Zunächst ist festzustellen, daß sich löslicher N, Protein-N und damit Gesamt-N in Sproß und Wurzel wie auch der Nitratgehalt in Sproß und Wurzel gleichsinnig verhalten: Fast sämtliche genannten Werte sind positiv miteinander verbunden. Der Aschegehalt der Wurzeln steht in positivem Zusammenhang mit dem N-Gehalt der Wurzeln. Üblicherweise ist die Aschebestimmung in Wurzeln die weniger genaue, da es schwierig ist, die Proben von anhaftenden Bodenpartikeln zu befreien. Im Falle von *Chenopodium botrys* war, wegen der klebrigen Drüsen, die Verunreinigung der Sprosse viel stärker. Trotz der Korrektur durch eine Sandbestimmung war vermutlich die Streuung der Werte der Sprosse für eine statistische Sicherung zu hoch. Die einzige schwache Korrelation, die der Aschegehalt der Sprosse zeigt, ist die mit dem Aschegehalt der Pflanzenpressäfte. Findet sich eine Beziehung zwischen Werten der N- bzw. Nitrat-Gruppe und einer anderen Meßgröße, so besteht die Beziehung meist zu mehreren Werten dieser Gruppe.

Wie schon erwähnt, besteht eine positive Korrelation zum (einmal gemessenen) Wassergehalt des Bodens, zum mittleren Wassergehalt der ganzen Pflanze bzw. der Blätter, zur Oberflächenentwicklung der Blätter und zum Anteil der Blätter an der Biomasse. Eine negative Beziehung besteht zum Sukkulenzgrad

der Blätter und zum Anteil der Infloreszenzen sowie der Wurzeln an der Biomasse. Daraus geht deutlich hervor, daß der N- und Nitratgehalt der Pflanze bei günstigen Wasserbedingungen höher liegt. Hier bilden sich Organe mit starkem Parenchymanteil, die daher auch proteinreich sind. Auch die negativen Korrelationen zu einigen Produktionsgrößen (Gesamt-Biomasse, Sproß-Biomasse, Wurzel-Biomasse, Zahl der Seitentriebe je m² und schwach auch zur Zahl der Pflanzen je m²) dürften sich über den Wasserhaushalt erklären lassen. Denn schon oben war erwähnt worden, daß die Pflanzen mit stärkster Produktion leicht xeromorphe Charaktere aufweisen.

Leider konnten im Rahmen der hier dargestellten Untersuchungen noch keine Gaswechsellmessungen und keine Messungen über den Zusammenhang zwischen dem Volumenanteil verschiedener Gewebe (und der Drüsenhaare) mit der chemischen Zusammensetzung vorgenommen werden. Sie könnten zur Erklärung der hier aufgewiesenen Zusammenhänge beitragen.

Auch die Frage des Zusammenhanges zwischen N-Angebot und Verhalten von *Chenopodium botrys* wurde nicht in die Untersuchung einbezogen. Immerhin scheint *Chenopodium botrys* keine ausgesprochen nitrophile Art zu sein. Bewertet man die Aufnahmen der Tabelle des *Chenopodietum botryos* an Hand der N-Zeigerwerte nach ELLENBERG (1950, 1952, 1963), so ergeben sich meist Werte nahe 4, und zwar für die *Chenopodium rubrum*-Subassoziaton 4.50, für die typische Subassoziaton 4.14 und für die *Amaranthus*-Subassoziaton 4.16. Bei der Unsicherheit der Zuordnung der Zeigerwerte, die von ELLENBERG ja für Ackerstandorte ermittelt worden sind, können diese Angaben nur als Hinweis dienen. (Die hohen Werte der *Chenopodium*-Subassoziaton kommen vornehmlich durch den hohen Deckungsgrad von *Chenopodium rubrum* zustande.) Bei den Bodenanalysen der Ruderalstandorte liegen die N-Gehalte aus *Chenopodium botrys*-Standorten relativ niedrig, etwa ebenso hoch wie Proben aus einem *Corispermum*. Niedrig sind auch die Nitratgehalte in den Pflanzen, so daß unser Versuchsobjekt eher der Gruppe der nitratarmen *Chenopodium*-Arten (*Ch. glaucum*, *Ch. murale*) als der nitratreichen (*Ch. album*, *Ch. bonus-henricus*) zugehören dürfte (VON SCHNURBEIN 1967). Vermutlich treten hier andere starke Anionen in den Vordergrund, denn NIERHAUS & KINZEL (1971) sowie KINZEL (1971) weisen darauf hin, daß bei *Chenopodiaceen* in unterschiedlichen Mengenanteilen vor allem Ionen starker Säuren vorliegen (Oxalat, Chlorid, Nitrat, o-Phosphat).

III. Diskussion

Zusammenfassend kann die ökologische Konstitution von *Chenopodium botrys* nach unserer Kenntnis von Ruderalpflanzen etwa folgendermaßen beschrieben werden:

Chenopodium botrys ist eine sommerannuelle Pflanze, die spät keimt und auch dann nur ein mäßiges Höhenwachstum zeigt, wenn Wasser ausreichend zur Verfügung steht. Sie kann also weder die konkurrenzarmen Frühjahrsmonate noch günstige Wasserbedingungen optimal ausnutzen. Damit wird sie zwangsläufig durch Konkurrenz auf ungünstige, offene, mäßig feuchte (Sand-Kies-) Standorte bzw. entsprechende Ruderalstandorte verdrängt. Hier besitzt sie große phänotypische Plastizität (Tab. 2): Der Anteil der Infloreszenzen, übrigen Sproßachsen und besonders der Blätter, weniger der Wurzeln, an der Biomasse, die Oberflächenentwicklung bzw. der Sukkulenzgrad und die Spaltöffnungszahl der Blätter, die Stoffproduktion einschließlich der Samenproduktion und die Ver-

zweigungsart der Pflanzen schwanken in weitem Rahmen. Auch die Gehalte an löslichem N, Protein-N, Gesamt-N und Nitrat variieren beträchtlich, wobei sich die höchsten Werte bei günstigen Wasserbedingungen ergeben. Durch die ausgesprochene Fähigkeit zur Regulation des Wasserverbrauchs und leicht xeromorphe Merkmale erweist sie sich auch an Trockenperioden angepaßt. Zu den ausgesprochenen nitrophilen *Chenopodium*-Arten scheint sie nicht zu gehören.

Hinsichtlich der charakteristischen Eigenschaften von Unkräutern (Tab. 3) zeichnet sich *Chenopodium botrys* fast nur durch die hohe Samenproduktion bei günstigen Umweltbedingungen aus. Als durchschnittliche Samenmenge wurden in Berlin 10 000 Samen je Pflanze gezählt, als Extremwerte 5 und 113 500 Samen (ZACHARIAS unpubl.). HERRON (1953) nennt als Durchschnittswert 330 000 Samen je Pflanze. Zur Keimung dagegen müssen recht spezialisierte Bedingungen hinsichtlich des Lichtes, der Photoperiode und der Lagerung der Samen gegeben sein (CUMMING 1963, HERRON 1953). Die Keimlinge zeigen ein zunächst langsames, dann rasches Wachstum. Während bei anderen *Chenopodium*-Arten der Unkrautcharakter positiv mit dem Ausmaß der phänotypischen Plastizität der Arten und mit deren Unempfindlichkeit hinsichtlich der Keimbedingungen und im photoperiodischen Verhalten korreliert zu sein scheint, trifft für *Chenopodium botrys* wohl nur das erste zu. Besondere verbreitungsbiologische Anpassungen zeigt die Art nur als Bodenläufer (Chamaeanemochor), wobei in Berlin Verbreitung bis zu 250 m Entfernung beobachtet worden ist. Im Boden sind die Samen anscheinend nicht lange haltbar. Berliner Trümmerböden enthalten nur wenig keimfähiges Saatgut der Art. Die Neubesiedlung kleiner, künstlich von Vegetation befreiter Flächen inmitten stabilisierter Vegetation erfolgt nicht durch *Chenopodium botrys*, sondern durch Rhizompflanzen und durch andere ein- bis zweijährige Arten.

Tabelle 3

Das Unkraut mit vollkommenen (?) Eigenschaften
(aus BAKER 1965).

1. Benötigt keine besonderen Umweltbedingungen zur Keimung.
2. Zeichnet sich durch diskontinuierliche Keimung (unter eigener Kontrolle) und große Langlebigkeit der Samen aus.
3. Keimlinge zeigen schnelles Wachstum.
4. Verbringt nur kurze Zeit im vegetativen Stadium und beginnt dann zu blühen.
5. Erzeugt kontinuierlich Samen, solange die Wachstumsbedingungen dies erlauben.
6. Ist selbstverträglich, aber nicht unbedingt selbstbestäubend oder apomiktisch.
7. Fremdbestäubung kann durch einen nicht spezialisierten Blütenbesucher oder durch den Wind vollzogen werden.
8. Hohe Samenproduktion bei günstigen Umweltbedingungen.
9. Kann Samen in einer sehr weiten Amplitude von Umweltbedingungen erzeugen. Erträgt verschiedene klimatische und edaphische Bedingungen (und zeigt oft Plastizität ihnen gegenüber).
10. Zeigt besondere Anpassungen für Lang- und Kurzstreckenverbreitung.
11. Wenn ausdauernd, besitzt es eine starke vegetative Vermehrung.
12. Wenn ausdauernd, sind sie an den unteren Knoten oder Rhizomen zerbrechlich.
13. Wenn ausdauernd, können abgetrennte Teile regeneriert werden.
14. Kann durch spezielle Einrichtungen konkurrieren: Rosettenbildung, Überwachen, Stoffausscheidungen (aber ohne Bodenmüdigkeit für sich selbst zu schaffen) usw.

Bei der Neubesiedlung keimt *Chenopodium botrys* bereits im dritten Jahr viel seltener als in den Vorjahren, und zahlreiche Keimlinge bilden keine Primärblätter mehr aus. Vom dritten Jahr der Besiedlung an bildet es nur noch Zwergformen aus, von denen nur einige blühen und wenige Samen ausbilden. Gründe

für den Rückgang dürften die oberflächliche Bodenverdichtung und die dadurch bedingten extrem hohen Bodensaugspannungen in Trockenperioden, der zunehmende Lichtentzug (vgl. CUMMING) und die verstärkte Wurzelkonkurrenz sein. Die ökologische Nische der Pionierpflanze ist also u. a. bestimmt durch lange Dauer der Vegetationsperiode, sandige bis kiesige, mäßig feuchte Substrate, hohe Samenproduktion und geringe Konkurrenzkraft.

IV. Zusammenfassung

1. Die in diesem Heft voranstehenden Arbeiten von SUKOPP, DAPPER, ZIMMERMANN-JÄGER, DE SANTO-VIRZO und BORNKAMM über *Chenopodium botrys* werden ausgewertet, um das ökologische Verhalten dieser Art zusammenfassend zu kennzeichnen. Hierbei werden die ökologischen Schlußfolgerungen aus der Verbreitung und Vergesellschaftung der Art mit den ökologischen Meßwerten verglichen und die Korrelationen aller vorhandenen Meßreihen zueinander geprüft.

2. Auf dieser Grundlage wird die ökologische Konstitution folgendermaßen beschrieben: *Chenopodium botrys* ist eine sommerannuelle Pflanze, die spät keimt und auch dann nur ein mäßiges Höhenwachstum zeigt, wenn Wasser ausreichend zur Verfügung steht. Durch stärkere Konkurrenten wird sie auf konkurrenzschwache, sandig-kiesige, mäßig feuchte Standorte verwiesen. Dort erweist sie sich durch große phänotypische Plastizität an stark wechselnde Lebensbedingungen (z. B. hinsichtlich Wasserhaushalt und Licht) gut angepaßt.

Literatur

- BAKER, H. G.: Characteristics and modes of origin of weeds (147—168). In: H. G. BAKER & G. L. STEBBINS (ed.). The genetics of colonizing species. New York a. London 1965. 588 p.
- BORNKAMM, R.: Beiträge zur Ökologie von *Chenopodium botrys* L. V. Gehalt an organischem Stickstoff, Nitrat und Asche. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 108, 56—63 (1971).
- CUMMING, B. G.: The dependence of germination on photoperiod, light quality and temperature in *Chenopodium* ssp. Canad. J. Bot. 41, 1211—1233 (1963).
- DAPPER, H.: Beiträge zur Ökologie von *Chenopodium botrys* L. II. Produktion an Ruderalstandorten. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 108, 26—28 (1971).
- DE SANTO-VIRZO, A.: Beiträge zur Ökologie von *Chenopodium botrys* L. IV. Wasserhaushalt. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 108, 37—55 (1971).
- ELLENBERG, H.: Unkrautgesellschaften als Zeiger für Klima und Boden. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. Bd. I. Stuttgart 1950. 141 S.
- —: Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. Bd. II. Stuttgart 1952. 143 S.
- —: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Einführung in die Phytologie. Bd. IV, 2. Stuttgart 1963. 943 S.

- HERRON, J. W.: Study of seed production, seed identification, and seed germination of *Chenopodium* spp. Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Mem. 320, 1—24 (1953).
- KINZEL, H.: Biochemische Ökologie — Ergebnisse und Aufgaben. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 84, 381—403 (1971).
- NIERHAUS, D., & H. KINZEL: Vergleichende Untersuchungen über die organischen Säuren in Blättern höherer Pflanzen. Z. Pflanzenphys. 64, 107—123 (1971).
- SCHNURBEIN, C. VON: Über den Anteil von Nitrat und Chlorid an der Zusammensetzung des Zellsaftes von Blütenpflanzen. Flora A 158, 577—593 (1967).
- SUKOPP, H.: Beiträge zur Ökologie von *Chenopodium botrys* L. I. Verbreitung und Vergesellschaftung. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 108, 3—25 (1971).
- WELKIE, G. W., & M. CALDWELL: Leaf anatomy of species in some dicotyledon families as related to the C₃ and C₄ pathways of carbon fixation. Canad. J. Botany 48, 2135—2146 (1970).
- ZIMMERMANN-JAEGER, S.: Beiträge zur Ökologie von *Chenopodium botrys* L. III. Substanzproduktion und Wuchsform in Abhängigkeit von Beleuchtungsstärke, Feuchtigkeit und Substrat. Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 108, 29—36 (1971).