

Aus der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Wissenschaftsbereich Geobotanik und Botanischer Garten
(Leiter des Wissenschaftsbereiches: Prof. Dr. sc. R. Schubert)

Vergleichend-ökomorphologische Untersuchungen an Pflanzen-Taxa eines Trocken- und Feuchtbiotops^{1, 2}

Von Friedrich Ebel und Helmut Mühlberg

Mit 3 Tabellen

(Eingegangen am 8. April 1987)

1. Einleitung

Während die bislang am Wissenschaftsbereich Geobotanik und Botanischer Garten der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg durchgeführten vergleichend-morphologischen und -chorologischen Studien zur Aufklärung der Morpho-, Choro- und Ökogenese einzelner mediterran-mitteuropäisch bzw. mitteleuropäisch verbreiteter Verwandtschaftskreise beitragen, wird mit vorliegender Arbeit der Versuch unternommen, den Gesamtartenbestand zweier hinsichtlich ihres Wasserhaushalts stark divergierender Lebensräume einer vergleichenden Wuchsformanalyse mit dem Ziel zu unterziehen, die zwischen den Pflanzen-Taxa und ihren Standortbedingungen bestehenden Beziehungen erkunden zu helfen.

Die Ergebnisse ähnlich gearteter Bemühungen finden sich als „Lebensformspektren“ verstreut in der pflanzensoziologischen Literatur. Die Zuordnung der Sippen zu bestimmten Lebensformen erfolgte hier vielfach nach dem System Raunkiaers (1934), das der Klarheit wegen auf nur einem, allerdings sehr wesentlichen Merkmal, der Lage der Überdauerungsorgane, beruht und deshalb zahlreiche ökologisch bedeutsame Strukturen unberücksichtigt läßt.

Gegenstand unserer morphologisch orientierten Untersuchungen soll also nicht allein die Erkundung der Lebensform im Sinne Raunkiaers, sondern der Wuchsform sein, unter der Meusel (1952) „den Gesamtaufbau einer Pflanze in seinen Beziehungen zum Standort“ versteht.

Bei der Gruppierung der Taxa nach Wuchstypen, die sowohl auf eigenen Beobachtungen als auch auf einer umfangreichen Literaturlauswertung fußt, erweist sich für gewisse morphologische Begriffe eine Definition bzw. Klärung als erforderlich.

Um standortspezifische Strukturen ermitteln zu können, vergleichen wir die Wuchstypenspektren des Trocken- und Feuchtbiotops miteinander. Eine ökologische Ausdeutung der charakteristischen Wuchstypen wird angestrebt. Die sich abzeichnende Wuchstypendifferenzierung zwischen Feucht- und Trockenbiotop wird an speziellen Beispielen innerhalb einiger ausgewählter Verwandtschaftskreise erörtert.

2. Kurzcharakteristik der Untersuchungsgebiete

Die morphologischen Beobachtungen an Trockenrasenpflanzen wurden im NSG „Ochsenburg“ am Südfuß des Kyffhäusers, die an Sumpfpflanzen im NSG „Ostufer der Müritz“ im Gebiet der Specker Seen durchgeführt. Die beiden Untersuchungsgebiete

¹ Herrn Prof. Dr. R. Schubert zum 60. Geburtstag gewidmet.

² Mitteilungen aus dem Botanischen Garten der Martin-Luther-Universität Halle, Nr. 102.

differieren in ihren makroklimatischen Daten, z. B. in der mittleren jährlichen Niederschlagsmenge, der mittleren Jahrestemperatur der Luft und der mittleren Jahresschwankung der Lufttemperatur (Tab. 1). Ökologisch bedeutsame Unterschiede zwischen dem Trocken- und Feuchtbiotop ergeben sich jedoch vor allem hinsichtlich des Reliefs, der Bodentypen und des Mikroklimas, insbesondere des Tages- und Jahresganges der Luft- und Bodentemperatur sowie der Luft- und Bodenfeuchte (Helmecke 1972).

Tabelle 1. Makroklimatische Daten der Untersuchungsgebiete ¹

	Mittl. jährl. Niederschlag [mm]	Mittl. Jahres- temp. der Luft [°C]	Mittl. Schwankung der Lufttemp. [°C]
Waren	594	7,9	18,4
Bad Frankenhausen	497	8,5	18,7
Artern	444	8,7	19,0

¹ Zur Charakterisierung des Makroklimas werden für das NSG „Ostufer der Müritz“ die Daten der Klimastation Waren, für das NSG „Ochsenburg“ die der Klimastationen Artern und Bad Frankenhausen herangezogen. Die Angaben über den Niederschlag basieren auf der Periode 1891–1930 (Reichsamt für Wetterdienst 1939), die Temperaturwerte auf dem Zeitabschnitt 1881–1930 (Waren: Reichsamt für Wetterdienst 1939; Artern und Bad Frankenhausen: Meteorologischer und Hydrologischer Dienst der DDR 1953).

Die Vegetation der Röhrichte, Großseggenriede und Säume von Erlenbruchwäldern siedelt auf überstauten bzw. grundwassernahen Böden aus Feinsand oder sandigem Ton, die teils von einem schwachen Humushorizont überdeckt sind (Tab. 2). Die relative Luftfeuchte dürfte in diesem Lebensraum wesentlich höher und ausgeglichener sein als auf dem stark geneigten (20–35°), südost- bis südwestexponierten grundwasserfernen Xerothermrassenstandort im NSG „Ochsenburg“. Die Vergesellschaftungen des Fumano-Seslerietums, Teucro-Festucetums und Teucro-Stipetums sind hier auf Gipsböden (Ranker) entwickelt, die stellenweise mit Löß überschleiert sind.

Tabelle 2. Analysenwerte eines Bodenprofils am SW-Ufer des Hofsees im Gebiet der Specker Seen

	Karbonatgehalt [%]	pH-Wert KCl	Humusgehalt [%]
Humushorizont (0–6 cm)	0,2	5,25	17,8
Horizont mit hellem feinkörnigem Sand (7–15 cm)	0	6,85	0,23

Da über diese beiden Naturschutzgebiete fundierte pflanzensoziologische (Jeschke 1963), floristische (Hilbig und Werner 1977), soziologisch-pflanzengeographische (Meusel 1939) und ökologisch-soziologische (Helmecke 1967, 1972) Studien vorliegen, dürfte sich im Rahmen unserer Untersuchungen ihre ausführliche Charakterisierung erübrigen. Angaben finden sich auch bei Weinitschke (1980, 1983).

3. Definition der für das Trocken- und Feuchtbiotop nachgewiesenen Wuchstypen

1, 2, 3: Halbstrauch

Ein Halbstrauch stellt einen Übergang vom Gehölz zur Staude dar. Die basalen, verholzten Sproßabschnitte überdauern, die oberen krautigen sterben am Ende der Vegetationszeit ab. Die Bewurzelung kann allo-, allohomo- oder homorhiz sein. Zwerg-halbsträucher zeichnen sich durch einen niedrigen Wuchs aus.

4: Pleiokormstaude

Die Pleiokormstaude ist eine pleiozyklische Pflanze mit dominierender Primärwurzel und zahlreichen, mehr oder weniger gedrunghenen ausdauernden Sproßbasen. Dieser Begriff wurde erstmalig von Meusel, Mühlberg und Werner in Hegis Flora von Mitteleuropa, Bd. 3, T. 2 (1959–1979) angewandt.

5: Pleiokormstaude mit homorhizer Bewurzelung

Bei der Pleiokormstaude mit homorhizer Bewurzelung treten neben der dominierenden Primärwurzel an den mehr oder weniger gedrunghenen Sproßbasen oder an ausläuferähnlichen Sproßachsen sproßbürtige Wurzeln in unterschiedlicher Intensität auf.

6: Pfahlwurzelstaude

Die Pfahlwurzelstaude ist eine pleiozyklische Pflanze mit dominierender Primärwurzel und meist nur einem Sproß mit gedrunghener überdauernder Basis.

7: Pleiokormähnliche Staude mit abgestorbener Primärwurzel

Bei der pleiokormähnlichen Staude mit abgestorbener Primärwurzel treten nur noch sproßbürtige Wurzeln an den gedrunghenen ausdauernden Sproßbasen auf.

8: Rhizomstaude

Die Rhizomstaude ist eine pleiozyklische Pflanze, bei der die basalen ausdauernden Abschnitte der Sprosse mehr oder weniger kurzgliedrig und verdickt, schwach verzweigt und homorhiz bewurzelt sind. Der Begriff „Rhizom“ wird in der Literatur unterschiedlich interpretiert und bedarf deshalb einer weiteren Klärung.

9: Ausläuferstaude

Die Ausläuferstaude ist eine pleiozyklische Pflanze mit langgliedrig-dünnen, kurzlebigen, seltener verholzenden Sproßachsen, die N i e d e r b l ä t t e r tragen und sproßbürtig bewurzelt sind.

10: Kriechtriebstaude

Die Kriechtriebstaude ist eine pleiozyklische Pflanze mit langgliedrig-dünnen, kurzlebigen, seltener verholzenden Sproßachsen, die L a u b b l ä t t e r tragen und sproßbürtig bewurzelt sind.

11: Hypopodialausläuferstaude

Die Hypopodialausläuferstaude ist eine pleiozyklische Pflanze, deren Aufbau durch den mehrfachen Wechsel von homorhiz bewurzelteten Rosetten und blattachselständigen, eingliedrigen, langen, dünnen Sproßachsen geprägt ist.

12: Horststaude

Die Horststaude ist eine pleiozyklische Pflanze mit mehr oder weniger aufrecht wachsenden Sprossen, deren basale gedrunghene, ausdauernde, reich verzweigte und homorhiz bewurzelte Abschnitte zur Isolierung neigen.

13: Knollenstaude

Die Knollenstaude ist eine pleiozyklische Pflanze, bei der die basalen ausdauernden, sproßbürtig bewurzelteten Abschnitte der Sprosse knollig verdickt sind und zur Isolierung neigen.

14: Zwiebelstaude

Die Zwiebelstaude ist eine pleiozyklische Pflanze, bei der die basalen ausdauernden, sproßbürtig bewurzelteten Abschnitte der Sprosse mit fleischigen Niederblättern bzw. fleischigen Blattbasen besetzt sind und sich isolieren.

15: Wurzelsproßstaude

Die Wurzelsproßstaude ist eine pleiozyklische Pflanze mit wurzelbürtigen, homorhiz bewurzelten Sproßachsen, deren im Boden befindliche basale Abschnitte wenige Jahre ausdauern können.

16, 17: Mehrjährig-hapaxanthe Pflanze

Mehrjährig-hapaxanthe Pflanzen schließen nach zwei bis mehreren Jahren ihre Entwicklung mit der Ausbildung einer Infloreszenz ab. Ihre Bewurzelung kann allorhiz oder homorhiz sein.

18: Annuelle Pflanze

Annuelle Pflanzen durchlaufen ihren Entwicklungszyklus innerhalb eines Jahres. Ihre Keimung erfolgt artspezifisch zu bestimmten Jahreszeiten oder ganzjährig.

4. Zuordnung der im Trocken- und Feuchtbiotop vorkommenden Pflanzen-Taxa zu bestimmten Wuchstypen¹

1. Zwerghalbstrauch mit allorhizer Bewurzelung

Trockenbiotop: *Fumana procumbens* A.

Feuchtbiotop: -.

2. Zwerghalbstrauch mit allohomorhizer Bewurzelung

Trockenbiotop: *Helianthemum nummularium* AH, *Teucrium chamaedrys* AH, *T. montanum* AH, *Thymus praecox* AH.

Feuchtbiotop: -.

3. Halbstrauch mit homorhizer Bewurzelung

Trockenbiotop: -.

Feuchtbiotop: *Solanum dulcamara* H.

4. Pleiokormstaude

Trockenbiotop: *Bupleurum falcatum* A, *Pimpinella saxifraga* A, *Artemisia campestris* A, *Alyssum montanum* A, *Arabis hirsuta* A kurzlebig, pleiokormähnlich, *Campanula rotundifolia* A, *Dianthus carthusianorum* A, *Gypsophila fastigiata* A, *Silene otites* A, *Anthyllis vulneraria* A, *Hippocrepis comosa* A, *Medicago lupulina* A kurzlebig, pleiokormähnlich, *Onobrychis arenaria* A, *Oxytropis pilosa* A, *Hypericum perforatum* A, *Salvia pratensis* A, *Stachys recta* A, *Polygala amara* A, *Pulsatilla vulgaris* A, *Reseda lutea* A, *Sanguisorba minor* A.

Feuchtbiotop: -.

5. Pleiokormstaude mit homorhizer Bewurzelung

Trockenbiotop: *Centaurea scabiosa* AH, *Scabiosa canescens* AH, *Medicago falcata* AH, *Hypericum elegans* AH, *Acinos arvensis* AH, *Asperula cynanchica* AH, *Galium boreale* AH, *Galium verum* AH.

Feuchtbiotop: *Lythrum salicaria* AH.

6. Pfahlwurzelstaude

Trockenbiotop: *Hypochoeris maculata* A, *Scorzonera purpurea* A, *Taraxacum officinale* A.

Feuchtbiotop: -.

¹ Die Florenliste des Trockenrasens im NSG „Ochsenburg“ entnahmen wir pflanzensoziologischen Aufnahmen von Helmecke (1967), die der Uferzone der Specker Seen im NSG „Ostufer der Müritz“ der Veröffentlichung von Hilbig und Werner (1977) unter Berücksichtigung eigener Beobachtungen.

7. Pleiokormähnliche Staude mit abgestorbener Primärwurzel

Trockenbiotop: -.

Feuchtbiotop: *Rumex hydrolapathum* H.

8. Rhizomstaude

Trockenbiotop: *Cynanchum vincetoxicum* H, *Aster linosyris* H, *Cirsium acaulon* H, *Leontodon hispidus* H, *Senecio jacobaea* H, *Geranium sanguineum* H, *Anthericum liliago* H, *Asparagus officinale* H, *Polygonatum officinale* H, *Epipactis atrorubens* H, *Plantago lanceolata* H, *P. media* H, *Adonis vernalis* H, *Agrimonia eupatoria* H, *Filipendula vulgaris* H, *Veronica spicata* H, *Thalictrum minus* H.Feuchtbiotop: *Cicuta virosa* H, *Peucedanum palustre* H, *Sium latifolium* H, *Eupatorium cannabinum* H, *Cladium mariscus* H, *Schoenoplectus lacustris* H, *S. tabernaemontanus* H, *Iris pseudacorus* H, *Caltha palustris* H, *Scrophularia umbrosa* H, *Thelypteris palustris* H, *Cardamine pratensis* H.

9. Ausläuferstaude

Trockenbiotop: *Achillea millefolium* H, *Astragalus danicus* H, *Brachypodium pinnatum* H, *Thesium linophyllum* H.Feuchtbiotop: *Sagittaria sagittifolia* H, *Calystegia sepium* H, *Carex acutiformis* H, *C. gracilis* H, *C. riparia* H, *C. rostrata* H, *Equisetum fluviatile* H, *Lathyrus palustris* H, *Lycopus europaeus* H, *Mentha aquatica* H, *Scutellaria galericulata* H, *Stachys palustris* H, *Epilobium palustre* H, *Calamagrostis canescens* H, *Glyceria maxima* H, *Phalaris arundinacea* H, *Phragmites australis* H, *Polygonum amphibium* H, *Potamogeton gramineus* H, *Lysimachia thyrsiflora* H, *L. vulgaris* H, *Ranunculus lingua* H, *Galium palustre* H, *Sparanium erectum* H, *S. minimum* H, *Typha angustifolia* H, *T. latifolia* H, *Urtica dioica* H, *Valeriana dioica* H, *Viola palustris* H.

10. Kriechtriebstaude

Trockenbiotop: *Hieracium pilosella* H, *Sedum sexangulare* H, *Potentilla arenaria* H, *P. tabernaemontani* H.Feuchtbiotop: *Berula erecta* H, *Hydrocotyle vulgaris* H, *Myosotis palustris* H, *Rorippa amphibia* H, *Stellaria palustris* H, *Menyanthes trifoliata* H, *Hottonia palustris* H, *Lysimachia nummularia* H, *Ranunculus repens* H, *Veronica beccabunga* H, *V. scutellata* H.

11. Hypopodialausläuferstaude

Trockenbiotop: -.

Feuchtbiotop: *Hydrocharis morsus-ranae* H.

12. Horststaude

Trockenbiotop: *Avenochloa pratensis* H, *Briza media* H, *Carex humilis* H, *Dactylis glomerata* H, *Festuca cineria* H, *F. valesiaca* H, *Koeleria cristata* H, *Phleum phleoides* H, *Sesleria varia* H, *Stipa capillata* H, *S. pennata* H.Feuchtbiotop: *Carex elata* H, *C. paniculata* H, *C. pseudocyperus* H, *Deschampsia cespitosa* H, *Poa palustris* H.

13. Knollenstaude

Trockenbiotop: -.

Feuchtbiotop: *Alisma plantago-aquatitca* H.

14. Zwiebelstaude

Trockenbiotop: *Allium montanum* H.

Feuchtbiotop: -.

15. Wurzelsproßstaude

Trockenbiotop: *Euphorbia cyparissias* H, *Gentiana ciliata* H, *Ajuga genevensis* H.

Feuchtbiotop: -.

16. Mehrjährig-hapaxanthe Pflanze mit allorhizer Bewurzelung

Trockenbiotop: *Daucus carota* A, *Carduus nutans* A, *Centaurea stoebe* A, *Echium vulgare* A, *Verbascum lychnites* A, *Jasione montana* A.

Feuchtbiotop: -.

17. Mehrjährig-hapaxanthe Pflanze mit homorhizer Bewurzelung

Trockenbiotop: -.

Feuchtbiotop: *Angelica sylvestris* H, *Cirsium palustre* H.

18. Annuelle Pflanze

Trockenbiotop: *Erophila verna*, *Hornungia petraea*, *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium semidecandrum*, *Holosteum umbellatum*, *Cuscuta epithimum*, *Linum catharticum*, *Euphrasia officinalis*, *Melampyrum cristatum*, *Veronica praecox*.Feuchtbiotop: *Ranunculus sceleratus*.5. Untersuchungsergebnisse¹

Die Pflanzen der beiden Lebensräume werden insgesamt 18 Wuchstypen zugeordnet. Unter ihnen sind 7 für den Trocken- (1, 2, 4, 6, 14, 15, 16) und 5 für den Feuchtbiotop (3, 7, 11, 13, 17) spezifisch. 6 Wuchstypen treten in unterschiedlicher Mächtigkeit an beiden Standorten auf (5, 8, 9, 10, 12, 18).

Bei der vergleichend-ökomorphologischen Deutung der beiden Wuchstypenspektren erweist sich der in die Wuchstypengliederung einbezogene Bewurzelungsmodus als wesentlich. So zeigte sich, daß im Trockenrasen der Ochsenburg 36,9% der perennierenden bzw. mehrjährig-hapaxanthen Arten allorhiz, 14,3% allohomorhiz und 48,8% homorhiz bewurzelt sind; von den Taxa der Ufervegetation an den Specker Seen zeichnen sich dagegen 98,5% durch eine sproßbürtige und nur 1,5% durch eine allohomorhize Bewurzelung aus.

Unter den allo- bzw. allohomorhizen Wuchstypen seien vor allem die Zwergsträucher (1, 2), die Pleiokorm- (4, 5) und Pfahlwurzelstauden (6), unter den homorhizen die Ausläufer- (9) und Kriechtriebstauden (10) hervorgehoben.

Das allorhize Wurzelsystem mit seiner tiefreichenden, gelegentlich in Felsspalten vordringenden Primärwurzel entspricht funktionell dem trockenen, relativ festen, aber gut belüfteten Boden. Diese Bodenkonstitution verleiht dem Wurzelsystem bzw. der gesamten Pflanze Standfestigkeit und Dauerhaftigkeit, gleichfalls ermöglicht sie selbst in größeren Tiefen den Gasaustausch. Die Ausläufer- und Kriechtriebstauden, die mit 45% bzw. 17% an der floristischen Zusammensetzung der Ufervegetation der Specker Seen einen hohen Anteil haben (Tab. 3) (vgl. auch Warming und Graebner 1918, S. 501), begegnen beispielsweise dem rasch wirksamen Fäulnisprozeß durch ein intensives Längenwachstum ihrer plagiotropen Sproßachsen verbunden mit einer ständigen Neubildung homorhizer Wurzeln. Der offenbar zu Lasten des Dickenwachstums gehende starke Längenzuwachs der Sproßachsen versetzt sie in die Lage, sich schnell der Veränderlichkeit der Höhe des Wasserstandes bzw. der An- und Ablandung anzupassen, um so ihre Wurzeln in eine für die Atmung optimale Position zu bringen. Bei dieser Deutung darf aber die Möglichkeit der Belüftung der Wurzeln durch aerenchymatische Gewebe nicht vernachlässigt werden.

¹ Die Zahlenangaben in Klammern beziehen sich auf die Numerierung der in den Kapiteln 3 und 4 aufgeführten Wuchstypen.

Tabelle 3. Artenmächtigkeit der nachgewiesenen Wuchstypen

Wuchstyp	Trockenbiotop NSG „Ochsenburg“		Feuchtbiotop NSG „Ostufer der Müritz“	
	Artenzahl	Artenzahl [%]	Artenzahl	Artenzahl [%]
1 Zwerghalbstrauch mit A	1	1,06	0	0
2 Zwerghalbstrauch mit AH	4	4,25	0	0
3 Halbstrauch mit H	0	0	1	1,51
4 Pleiokormstaude	21	22,34	0	0
5 Pleiokormstaude mit H	8	8,51	1	1,51
6 Pfahlwurzelstaude	3	3,19	0	0
7 Pleiokormähnliche Staude mit abgestorbener Primärwurzel	0	0	1	1,51
8 Rhizomstaude	18	19,15	12	18,18
9 Ausläuferstaude	4	4,25	30	45,45
10 Kriechtriebstaude	4	4,25	11	16,66
11 Hypopodialausläuferstaude	0	0	1	1,51
12 Horststaude	11	11,70	5	7,57
13 Knollenstaude	0	0	1	1,51
14 Zwiebelstaude	1	1,06	0	0
15 Wurzelsproßstaude	3	3,19	0	0
16 Mehrjährig-hapaxanthe Pflanze mit A	6	6,38	0	0
17 Mehrjährig-hapaxanthe Pflanze mit H	0	0	2	3,03
18 Annuelle	10	10,63	1	1,51
	94	100,00	66	100,00

Zeichenerklärungen:

A = allorhize Radication

H = homorhize Radication

AH = allohomorhize Radication

F = Feuchtezahl (nach Ellenberg 1974)

Unter Anwendung gleicher morphologischer Prinzipien reagieren zahlreiche Dünen- (Sand-) (Ebel und Werner 1978) und Mullbewohner auf die Mobilität der Bodenoberfläche, jedoch mit dem Ziel, die Photosyntheseorgane dem Licht auszusetzen. Gleichzeitig dürfte die weiche bzw. lockere Bodenstruktur auf die reiche Entfaltung der Ausläuferstauden in Sumpf und Düne Einfluß genommen haben (vgl. auch Warming und Graebner 1918, S. 74). Diese ökomorphologischen Analogien werden besonders augenfällig, wenn man auf Gattungsebene sumpf- und dünenbesiedelnde Sippen gleichen Wuchstyps gegenüberstellt, wie z. B. *Carex acutiformis* – *C. arenaria*, *Calamagrostis canescens* – *C. epigeios*, *Lathyrus palustris* – *L. maritimus*, *Viola palustris* – *V. tricolor* ssp. *curtisii*, *Calystegia sepium* – *C. soldanella*, *Petasites hybridus* – *P. spurius*. Ein Beispiel für überflutungs- bzw. übersandungstolerante Gehölze bietet das Artenpaar *Salix cinerea* – *S. repens*; beide Sippen können sich durch die sproßbürtige Bewurzelung ihrer Stämme bzw. Zweige den sich verändernden Bedingungen anpassen. Daß in der Düne gegenüber dem Feuchtbiotop auch einige Pleiokormstauden (z. B. *Eryngium maritimum*, *Armeria maritima*) zu gedeihen vermögen, hängt möglicherweise zusammen mit der besseren Belüftung des Sandbodens sowie mit seiner Fähigkeit zur raschen Austrocknung, zumindest der oberflächennahen Schichten.

Biologisch bemerkenswert sind gleichfalls die zwischen den Ausläufer- und Kriechtriebpflanzen sowie den Lianen bestehenden ökomorphologischen Beziehungen. Beide Gruppierungen verfügen über ähnliche Strukturen und Verhaltensweisen. Ihre rasch-

wüchsigen, langgliedrigen und dünnen Sproßachsen sind auf eine Stütze angewiesen, die Liane auf einen Baumstamm, eine Felswand oder Böschung, die Ausläufer- und Kriechtriebpflanze auf die Erdoberfläche. Strebt die Liane zum Licht, so manövriert die Ausläufer- und Kriechtriebpflanze ihre Sproßachsen – wie bereits ausgeführt – in eine für die Atmung bzw. Photosynthese vorteilhafte Lage. Derartige Wuchsformbeziehungen lassen sich innerhalb zahlreicher Verwandtschaftskreise nachweisen, und zwar auf der Ebene verschiedener taxonomischer Kategorien, wie Art, Gattung, Unterfamilie und Familie (vgl. hierzu Schenck 1892, S. 61 und 127).

Die engsten Korrelationen zwischen Ausläufern und windenden bzw. spreizklimmenden Trieben liegen vor, wenn sich beide Sproßtypen am Aufbau eines Individuums beteiligen; dieses trifft zu für *Humulus lupulus*, *Cucubalus baccifer*, *Malachium aquaticum*, *Stellaria nemorum*, *Galium palustre* und *Calystegia sepium*. Durch eine beachtliche Variabilität in ihrer Wuchsweise zeichnen sich *Hedera helix*, *Hydrangea petiolaris*, *Clematis vitalba*, *Ficus rostrata* (King, zitiert in Schenck 1892) und *Serjania spec.* (Dünen nördlich von Veracruz, Mexico) aus, werden doch deren Sproßachsen bei Fehlen einer Stütze zu sproßbürtig bewurzelten Kriechtrieben. Die langgliedrigen Triebe von *Ipomoea aquatica* sind sogar imstande, sowohl zu kriechen und zu winden als auch auf der Wasseroberfläche zu schwimmen. Andere *Ipomoea*-Arten gelten entweder als Kriechtriebpflanzen (*I. pes-caprae*, *I. stolonifera*) oder Kletterstauden (*I. cairica*, *I. purga*) bzw. Klettersträucher (*I. setosa*). Eine ähnliche Wuchsformdifferenzierung kann man innerhalb der Gattung *Canavalia* beobachten. *Canavalia maritima*, ein Dünenbewohner, ist eine Kriechtriebpflanze, *C. ensiformis* dagegen eine perennierende oder zweijährige windende Liane.

Innerhalb der Gattung *Polygonum* begegnen uns neben Ausläuferstauden (*P. amphibium*) und Ausläuferstauden mit rhizomartigen Sproßpartien (*P. bistorta*; Wehsarg 1935) auch annuelle Spreizklimmer (*P. perfoliatum*) und Windepflanzen (*P. dumetorum*, *P. convolvulus*) sowie Lianensträucher (*P. aubertii*).

Auf die Ableitung langtriebiger Stauden aus den Gattungen *Asarum* und *Viola* von holzigen Lianen aus der *Aristolochia*- bzw. *Anchietia*-Verwandtschaft verweisen Meusel et al. (1978). Diese morphologischen Zusammenhänge deuten sich auch an zwischen *Linnaea borealis* und *Lonicera*-Lianen, wobei *Lonicera periclymenum* mit ihren sowohl windenden als auch auf bzw. in der Erde kriechenden Sproßachsen eine vermittelnde Stellung einnimmt. *Vinca major* und *V. minor* sowie *Calla palustris* gehören als Kriechtriebstauden lianenreichen Familien an.

Die bultbildenden *Carex*-Arten des Feuchtbiotops und die horstbildenden Gräser des trockenen Lebensraumes werden zwar dem gleichen Wuchstyp (12) zugerechnet, verfügen aber über unterschiedliche Strategien. Während die einen ihren Vegetationskörper zwecks besserer Belüftung ihres homorhizen Wurzelkörpers über die Wasseroberfläche erheben, dienen die der anderen dem Festlegen von Bodenmaterial und der Wasserhaltung.

Beachtung verdienen gleichfalls die mehrjährig-hapaxanthen Pflanzen, die in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte entweder bei der Allorhizie verharren (16) oder im Verlauf der Individualentwicklung zur Homorhizie als ausschließlicher Bewurzelungsart (17) übergehen.

Der mit 10,6 % vergleichsweise hohe Anteil der Annualen an der Artenzusammensetzung des Trockenrasens – im Feuchtbiotop sind es nur 1,5 % (Tab. 3) – macht deutlich, daß ihre Biologie vorzüglich auf die Standortbedingungen abgestimmt ist. Sie sind dazu befähigt, ihren Lebenszyklus während der relativ kurzen Phase eines günstigen Wasserangebots abzuschließen und die Trockenperiode mit ihren Samen zu überdauern. Die in Mitteleuropa vorkommenden feuchte- und trockenheitsliebenden

Einjahrspflanzen sollten ebenfalls hinsichtlich ihres Radicationsmodus vergleichend-morphologisch analysiert werden. Erste Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Feuchte auch bei den Annuellen die sproßbürtige Bewurzelung fördert.

6. Bemerkungen zur Ökomorphologie einiger ausgewählter Verwandtschaftskreise

Apiaceae

Hydrocotyle

Innerhalb der Apiaceae treten Kriechtriebstauden bevorzugt bei den Hydrocotyloideae auf, und zwar bei den mehr oder weniger Feuchtstandorte besiedelnden Gattungen *Hydrocotyle*, *Nautraga*, *Centella*, *Hemiphues* und *Schizeilema*. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß die wenigen Lianen-Taxa der Apiaceae diesem Verwandtschaftskreis angehören: Durch niederliegenden bis spreizklimmenden Wuchs, zeichnen sich *Drusa glandulosa* und *Bowlesia palmata* aus, erstere eine Annuelle der luftfeuchten Lorbeerwälder der Kanaren, letztere der zeitweilig extrem humiden peruanischen Küstenloma (Müller, mdl. 1986). Ähnlich verhalten sich die in Peru vorkommenden Einjahrspflanzen *Bowlesia flabilis* und *B. tropaelitolia* sowie die perennierende *B. lobata* (Mathias und Constance 1962).

Betulaceae

Alnus glutinosa

Durch das Dominieren der Vertikalwurzeln, die bis tief in das Grundwasser vordringen, entsteht bei *Alnus glutinosa* ein glockenförmiger, stelenartiger Wurzelkörper (Köstler et al. 1968), der entfernt an Verhältnisse gewisser Rhizophoraceae erinnert. Das Vorhandensein von Durchlüftungsgewebe in der Wurzel, das Auftreten von Lentizellen an der Stammbasis und oberflächennahen Wurzeln (*Alnus*: Köstler et al. 1968; Rhizophoraceae: Troll 1941, Schubert et al. 1980) sowie der hohe Gerbstoffgehalt der Rinde sowohl bei *Alnus glutinosa* als auch bei gewissen Rhizophoraceae sind im Sinne einer nahezu gleichartigen Anpassung an Naßstandorte zu interpretieren (Gerbstoffgehalt der Rinde von *Alnus glutinosa*: 16–20 %, von *Bruguiera gymnorhiza*: 16,3 % und von *Rhizophora mucronata*: 19,6 %, Hegnauer 1964 und 1973). Bemerkenswert ist gleichfalls die Rotorange- bzw. Rotfärbung der Wurzelrinde bei *Alnus glutinosa* (vgl. Dässler und Urzyncik 1958, zitiert in Hegnauer 1964) und bei der Rhizophoraceae *Bruguiera sexangula*.

Wenn auch manche Fragen der Genese des Wurzelkörpers von *Alnus glutinosa* noch offen sind, so lassen doch unsere Beobachtungen darauf schließen, daß 2–3jährige Jungpflanzen nicht nur allorhiz, sondern oftmals zusätzlich auch schwach sproßbürtig bewurzelt sind. Der sich bei Niederwaldwirtschaft nach dem Abtrieb älterer Schwarz-Erlen bildende Stockausschlag bringt dagegen nur homorhize Wurzeln hervor, wodurch nach dem Verrotten der alten Stubben eine Verselbständigung der nunmehr zu Stämmen herangewachsenen Schößlinge möglich wird. Die Fähigkeit der Schwarz-Erle zu homorhizer Radication fügt sich ein in unsere vergleichenden Betrachtungen.

Campanulaceae

Campanula rotundifolia

Nach unseren an trockenem, gut durchlüftetem, südexponiertem Standort im NSG „Ochsenburg“ gewonnenen Befunde handelt es sich bei *Campanula rotundifolia* um eine Pleiokormstaude. Auf frischeren, schlechter belüfteten Böden bildet diese Sippe – wie wir im Gebiet von Bennstedt (Saalkreis) nachweisen konnten – Ausläufer. Bereits Wehsarg (1935) weist auf diese standortsbedingte Variabilität der Wuchsform von *C. rotundifolia* hin. Sie stützt unsere These von der Herausbildung ausläuferbildender Taxa vornehmlich auf Frisch-, Feucht- und Naßböden.

Dipsacaceae

Scabiosa

Die Wuchsformdifferenzierung innerhalb der mitteleuropäischen *Scabiosa*- (Meusel 1970) und *Succisa*-Arten wird in gewissem Maß auch vom Wasserfaktor geprägt. *Scabiosa ochroleuca* ($F = 3$) und *S. canescens* sind allohomorhize Pleiokormstauden. Ein Rhizom mit langer Lebensdauer besitzt *S. columbaria* ($F = 4 \sim$). Auf feuchten bis nassen Standorten werden die trockenheitsliebenden *Scabiosa*-Arten ersetzt durch die mit kurzlebigen Rhizom ausgestattete *Succisa pratensis* ($F = 7 \sim$) und die Ausläuferstaude *Succisella inflexa* ($F = 10?$).

Fabaceae

Lathyrus

Der in der Uferzone der Specker Seen vorkommende *Lathyrus palustris* soll – basierend auf den Untersuchungsergebnissen von Gluch (1971) – im Rahmen einer ökomorphologischen Reihe diskutiert werden. Das erste Glied dieser Reihe stellt die in den osteuropäischen und südmittelsibirischen Waldsteppen beheimatete allorhize Pleiokormstaude *Lathyrus pisiformis* dar. *L. niger*, eine allohomorhize Pleiokormstaude, ist ebenfalls ein Bewohner trockener Wälder ($F = 3$). An den erst- bzw. zweitgenannten Wuchstyp läßt sich der der allohomorhizen „Pleiokormstaude mit ausläuferartigen Trieben“ (Gluch 1971) anschließen, der durch *L. sylvestris* repräsentiert wird ($F = 4$). Bleiben bei dieser Art die sproßbürtig bewurzelten Ausläufer mit der allorhizen Mutterpflanze in Verbindung, so machen sie sich bei den auf frischen bzw. feuchten Böden vorkommenden Sippen, wie *L. pratensis* ($F = 6$) und *L. palustris* ($F = 8$) selbständig und werden so zu neuen rein homorhiz bewurzelten Individuen.

Eine Differenzierung in trockenheitsliebende Pleiokormstauden und Feuchtstandorte besiedelnde Ausläuferstauden liegt auch bei der Gattung *Lotus* vor, wobei *L. corniculatus* die Feuchtezahl = 4 und *L. uliginosus* die Feuchtezahl = 8~ aufweist.

Hydrocharitaceae

Hydrocharis

Der Wuchstyp der Hypopodialausläuferstaude ist außer bei *Hydrocharis morsus-ranae* auch bei zahlreichen anderen sumpf- und wasserbewohnenden Monocotylen-Sippen, wie z. B. *Limnobium stoloniferum*, *Stratiotes aloides*, *Vallisneria spiralis* (Hydrocharitaceae), *Baldellia ranunculoides* var. *repens*, *Echinodorus* sect. *Tenellus*, *Sagittaria subulata* (Alismataceae), *Hydrocleys nymphoides* (Butomaceae), *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) und *Pistia stratiotes* (Araceae) anzutreffen.

Hypericaceae

Hypericum sect. *Hypericum*

Bei unseren vergleichend-ökomorphologischen Betrachtungen innerhalb der Gattung *Hypericum*, sect. *Hypericum* wollen wir, den Untersuchungen von Hagemann (1983) folgend, von *Hypericum perforatum* ($F = 3$), einer allorhizen Pleiokormstaude, ausgehen. An die Wuchsform dieser Sippe läßt sich sowohl die von *H. elegans* (Pleiokormstaude mit homorhiz bewurzelten ausläuferartigen Trieben) als auch die von *H. maculatum* (homorhize Ausläuferstaude) anschließen. Während die Verlagerung der Überdauerungsorgane in die Erde bei ersterer Sippe als Anpassung an trockene Sommer und schneearme winterkalte osteuropäisch-südsibirische Steppengebiete gedeutet wird, ist sie bei zweitgenannter offensichtlich mit deren weitem Vordringen in die boreale Zone korreliert. Die für *H. maculatum* ($F = 6$) beschriebene Dividuenbildung dürfte aber dem Muster zahlreicher Ausläuferstauden feuchter Lebensräume folgen.

Das der sect. *Elodes* angehörende überschwemmungstolerante *H. elodes* ($F = 9$) bringt neben kriechenden homorhiz bewurzelten auch aufsteigende blühende Triebe

hervor. Wie die auf S. 419 aufgeführten Kriechtriebstaude ist auch das Sumpf-Hartheu als ozeanisch verbreitete Sippe wintergrün.

Lamiaceae

Lycopus, *Mentha*, *Stachys*, *Scutellaria* und *Teucrium*

Die beiden im subkontinentalen-kontinentalen Europa und Westasien verbreiteten *Lycopus*-Arten sind als Bewohner feuchter, nasser Lebensräume Ausläuferstaude. Ein nahezu gleichartiges ökomorphologisches Verhalten zeigt die Gattung *Mentha*. Einige ihrer Arten bilden jedoch neben unterirdischen Ausläufern auch oberirdisch beblätterte Kriechtriebe aus (*Mentha rotundifolia*, *M. pulegium*) (Hegi 1927, Bd. 5, 4), worin sich u. a. ihre Bindung an ozeanisch-subozeanische Klimagebiete äußert. Um eine Kriechtriebstaude dürfte es sich bei der an feuchten Felsen Korsikas siedelnden *M. requienii* handeln, die als Vertreter der sect. Audibertiae über armlütige Scheinquirle verfügt (vgl. S. 419).

Mannigfaltiger in ihren Standorts- und Wuchsverhältnissen stellen sich die Gattungen *Stachys* und *Scutellaria* dar. Sind *Stachys palustris* ($F = 7 \sim$) und *S. sylvatica* ($F = 7$) ufer- bzw. laubwaldbesiedelnde Ausläuferstaude, so begegnet uns in *S. officinalis* ($F = 4 \sim$) eine Rhizomstaude der Trockenwälder und in *S. recta* ($F = 3$) eine Pleiokormstaude der Trocken- und Halbtrockenrasen. Trockene, allerdings konkurrenzarme Standorte werden gleichfalls durch annuelle Arten, wie *S. annua* ($F = 3$), besiedelt. *Mentha micrantha*, eine Einjahrespflanze der südosteuropäischen Steppen, bildet hierzu eine Parallele in ihrer Gattung. Die bereits erwähnte *S. sylvatica* bringt neben Ausläufern auch Kriechtriebe (Troll 1937) hervor und gleicht hierin *Mentha rotundifolia* und *M. pulegium*. Ob die Bildung verdickter Ausläufer bei *Stachys palustris* und *Mentha arvensis* als Anpassung an die Wechselfeuchte ihres Standorts gedeutet werden kann, bedarf noch der Klärung.

Eine ähnlich ökomorphologisch abgestufte Reihe wie für *Stachys* läßt sich auch für die Gattung *Scutellaria* aufstellen, wobei die helophile *Scutellaria galericulata* ($F = 9$) eine Ausläufer-, die waldbewohnende *S. altissima* eine Rhizom- und die trockene, ruhende Feinschuttfuren besiedelnde *S. alpina* eine allohomorhize Pleiokormstaude (Lukasiewicz 1962, Abb. 169) ist. Ausgesprochen xeromorphe Strukturen innerhalb dieses Verwandtschaftskreises treten auf bei Halbsträuchern der ostmediterrano-orientalisch-turkestanischen Gebirge sowie bei dem mexikanischen Dornstrauch *S. suffrutescens*. Da die Gattung *Scutellaria* neben Ausläuferstaude auch einige Lianen-Taxa einschließt, werden auch bei ihr, wie in vielen anderen Verwandtschaftskreisen, die zwischen diesen beiden Wuchstypen bestehenden morphologischen Beziehungen deutlich.

Im Rahmen unserer vergleichenden Betrachtungen soll auch die Wuchsform der Trocken- und Feuchtbiotop besiedelnden mitteleuropäischen *Teucrium*-Arten gegenübergestellt werden. In *Teucrium montanum* ($F = 1$) haben wir einen allo(homo)-rhizen und in *T. chamaedrys* ($F = 2$) einen allohomorhizen Zwerghalbstrauch vor uns; das waldbewohnende *T. scorodonia* ($F = 4$) dagegen ist eine ausläufer- und kriechsproßbildende allohomorhize Pleiokormstaude mit Tendenz zur Dividuenbildung und das feuchtigkeitsliebende *T. scordium* ($F = 8$) eine homorhize Kriechtriebstaude. Die Herausbildung hypogäischer ausdauernder Triebe ging bei *T. chamaedrys* und *T. scorodonia* – ähnlich wie bei *Hypericum maculatum* – offensichtlich einher mit der Eroberung winterkalter Lebensräume durch die mediterran verbreiteten Vorfahren dieser Sippen (vgl. hierzu die Studien zur Morpho- und Chorogenese der Gattung *Teucrium*. Kästner 1979, 1981, 1985, 1986).

Hervorgehoben sei, daß die im NSG „Ochsenburg“ vorkommenden Zwerghalbsträucher aus den Familien der Cistaceae (*Fumana procumbens*, $F = 2$; *Helianthemum nummularium*, $F = 3$) und Lamiaceae (*Teucrium montanum*, $F = 1$; *T. chamaedrys*,

$F = 2$; *Thymus praecox*, $F = 2$) gegenüber den Taxa anderer Wuchstypen unserer Untersuchungsgebiete nur geringe Feuchtezahlen aufweisen.

Onagraceae

Epilobium

Die mitteleuropäischen *Epilobium*-Arten sind Bewohner frischer, feuchter oder nasser Standorte. Einige von ihnen bilden Ausläufer (z. B. *E. palustre*, *E. obscurum*, *E. alsinifolium*), einige Kriechtriebe aus (*E. anagallidifolia*). Ausgesprochene Kriechtriebstaude finden sich innerhalb der Gruppierung der neuseeländischen Sparsiflorae (z. B. *E. nummulariifolium*).

In der Bevorzugung frischer bis feuchter Böden und der Entwicklung von Ausläufern gleichen die mitteleuropäischen *Circaea*-Arten (*C. alpina*, *C. lutetiana*, *C. intermedia*) gewissen *Epilobium*-Arten. Der Wuchstyp der Kriechtriebstaude tritt wiederum bei der tropisch bis temperat verbreiteten Gattung *Ludwigia* auf. Innerhalb dieses Verwandtschaftskreises gibt es Kriechtriebstaude ohne (*Ludwigia palustris*, *L. repens*) und mit Atemwurzeln (*L. helminthorrhiza*, *L. ascendens*). Bei der strauchartigen *L. peruviana*, die in der Röhrichtvegetation der zentralperuanischen Küstenebene als Spreizklimmer wächst (Müller und Gutte 1985), entstehen dagegen die negativ geotropen Atemwurzeln in Art mancher Mangrovegehölze (z. B. *Avicennia nitida*, Schubert et al. 1980) an weit- und flachstreichenden Seitenwurzeln.

Primulaceae

Lysimachia

Die mitteleuropäisch verbreiteten Taxa der Lysimachieae folgen in ihren Wuchsform-Standortsbeziehungen einem einheitlichen Muster. Abgesehen von den beiden annualen *Anagallis*-Arten sind alle Sippen dieses Tribus Besiedler frischer, feuchter oder nasser Böden. *Lysimachia thyrsoflora* ($F = 9$), *L. vulgaris* ($F = 8 \sim$) und *L. punctata* repräsentieren als Ausläuferstaude, *L. nemorum* ($F = 7$) und *L. nummularium* ($F = 6$) als Kriechtriebstaude die gesamte Wuchsformbreite dieser Verwandtschaftsgruppe. In ihrer Struktur schließen sich *Trientalis europaea* und *Glaux maritima* ($F = 7$) dem ersten, *Anagallis tenella* dem zweiten Wuchstyp an.

Das Nebeneinander von Ausläufer- und Kriechtriebstaude liegt, wie oben angeführt, in Abhängigkeit vom Standort auch bei der Gattung *Epilobium* vor. Dabei sei auf die habituelle Ähnlichkeit von *Lysimachia nummularia* und dem neuseeländischen *Epilobium nummulariifolium* verwiesen, die noch durch die einzelnen in den Blattachsen stehenden Blüten bei beiden Taxa unterstützt wird. Dieses Phänomen begegnet uns auch bei regelmäßig beblätterten Kriechtriebstaude in verschiedenen Verwandtschaftskreisen, z. B. bei *Anagallis tenella* (Primulaceae), *Ludwigia palustris* (Onagraceae), *Soleirolia soleirolii* (Urticaceae), *Dichondra repens*, *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae), *Vinca minor*, *V. major* (Apocynaceae), *Hypsela reniformis* (Lobeliaceae) und *Sellieria radicans* (Goodeniaceae). Daß alle aus dieser Gruppierung bekannten, in Mitteleuropa vorkommenden Sippen (*Hydrocotyle vulgaris*, *Ludwigia palustris*, *Anagallis tenella*, *Lysimachia nummularia*, *L. nemorum*, *Vinca minor*, *V. major*, *Veronica filiformis*, *V. beccabunga*, *V. scutellata*) wintergrün sind, hängt vermutlich mit ihrer ozeanischen bzw. subozeanischen Verbreitung zusammen.

Ranunculaceae

Ranunculus

Von den drei im Feuchtbiotop vorkommenden *Ranunculus*-Arten ist *R. repens* eine Kriechtrieb- und *R. lingua* eine Ausläuferstaude, *R. sceleratus* ein Therophyt. Feuchte liebende Kriechtriebstaude begegnen uns mit *R. repens* nicht nur in der sect. *Ranunculus*, sondern auch mit *R. cymbalaria* in der sect. *Auricomus* und mit *R. reptans* in der sect. *Flammula*. *R. repens* ($F = 7 \sim$) findet in der der gleichen Sektion angehören-

den Knollenstaude *R. bulbosus* ($F = 3$) auf Trockenstandorten ein ökomorphologisches Gegenstück. Um zu demonstrieren, daß der Wuchstyp der Ausläuferstaude selbst innerhalb einer Gattung nicht immer an einen Feuchtstandort gebunden sein muß, seien der mittel-osteuropäische *R. illyricus*, der balkanische *R. psilostachys* und der westmediterrane *R. monspeliacus* aus der sect. *Ranunculastrum* aufgeführt. Als Ausdruck ihres trockenen Standorts bzw. ihrer subkontinentalen bzw. mediterranen Verbreitung kommt es an den Ausläufern dieser Taxa jedoch zur Ausbildung von Speicherwurzeln.

Rosaceae und Geraniaceae

Filipendula, *Sanguisorba* und *Geranium*

Filipendula vulgaris ($F = 4 \sim$) und *Geranium sanguineum* ($F = 3$), die im NSG „Ochsenburg“ an trockenem Standort vorkommen, entsprechen auf frischen bzw. feuchten Böden *F. ulmaria* ($F = 8$) und *G. pratense* ($F = 5$) bzw. *G. palustre* ($F = 7$). Alle 5 Taxa sind Rhizomstauden; den trockenheitsliebenden unter ihnen ist jedoch der Besitz von Speicherwurzeln eigen.

Morphologisch stärker differenziert ist das sich ebenfalls in seinen Feuchteansprüchen unterscheidende Artenpaar *Sanguisorba minor* ($F = 3$) und *S. officinale* ($F = 7 \sim$). Das erstere zählt, wie zahlreiche Trockenrasenpflanzen, zu den Pleiokorm-, die letztgenannte zu den Rhizomstauden (vgl. Wehsarg 1935). In der Ausbildung von Speicherwurzeln haben wir aber bei *S. officinale*, ähnlich wie bei *Cirsium tuberosum* ($F = 6 \sim$) und *C. canum* ($F = 8 \sim$) (Jäger 1957), möglicherweise eine Anpassung an wechselfeuchte Standorte zu erblicken.

Rubiaceae

Asperula, *Galium*

Asperula cynanchica bildet, wenn man die Rubiaceae-Taxa der beiden Lebensräume in einer morphologischen Reihe anordnet, als allo(homo)rhize Pleiokormstaude den Ausgang. Ihr folgt *Galium verum*, eine allohomorhize Pleiokormstaude mit ausläuferartigen Trieben. Während bei dieser Sippe die ausläuferartigen Triebe mit der Mutterpflanze zeitlebens verbunden bleiben, kann es bei *G. boreale* zur Bildung von homorhiz bewurzelten Dividuen kommen. Gegenüber den vorgenannten Arten besitzt *G. palustre* nicht verholzte, relativ kurzlebige Ausläufer, deren zarte Konstitution sich in den schlaffen, spreizklimmenden Sproßachsen wiederholt. *G. aparine* zeigt als Annuelle spreizklimmendes Verhalten. In der vorgegebenen Folge der perennierenden Arten nimmt die Feuchtezahl zu: *Asperula cynanchica* ($F = 3$), *Galium verum* ($F = 4$), *G. palustre* ($F = 9$) (vgl. Wuchsformstudien von Mörchen 1965).

Eine Kombination ausläuferartiger und spreizklimmender Triebe gibt es auch bei *Rubia peregrina* (Hegi 1913–1918; Bd. 6, 1). Nach unseren Beobachtungen im Botanischen Garten Halle treten bei *R. fruticosa*, einem Kletterstrauch der Kanarischen Inseln, keine ausläuferartigen Triebe auf.

Scrophulariaceae

Scrophularia

Scrophularia nodosa und *S. umbrosa* sind Rhizomstauden; erstere von beiden besitzt als Waldbewohnerin ($F = 6$) ein langlebiges, letztere als Pflanze nasser Standorte ($F = 10$) ein kurzlebiges (vgl. *Cardamine pratensis*, *Succisa pratensis*), stark zur Dividuenbildung neigendes Rhizom (Mörchen mdl. 1987). Ihre Überdauerung mit geschlossenen bzw. offenen Knospen ist abhängig vom Verlauf der Polargrenze ihres Areals in der temperaten bzw. borealen Zone (Meusel und Mörchen 1977). Gleich einigen anderen helophilen Taxa (*Leersia oryzoides*, *Poa palustris*, *Hypericum tetrapterum*) neigt auch *Scrophularia umbrosa* zur Bildung von sich sproßbürtig bewurzelnden Legtrieben. Gegenüber den beiden meridional bis temperat bzw. meridional bis boreal verbreiteten Arten der sect. *Scorodonia* ist die xerophile *S. canina* (sect. *Tomio-*

phyllum) ($F = 3$) ein allorhizer Halbstrauch (mit begrenzter Lebensdauer) (Mörchen mdl. 1987).

Solanaceae

Solanum

Auch innerhalb der Solanaceae lassen sich Beziehungen zwischen den Wuchstypen der Kriechtriebpflanzen und Lianen (vgl. Danert 1958) postulieren. *Solanum violifolium* und *S. asarifolium* sind Vertreter erstgenannten Wuchstypes. Müller und Gutte (mdl. 1986) fanden *S. repens*, das nach Macbride (1962) vermutlich mit *S. violifolium* identisch ist, in Mittelperu an einer feuchten Ruderalstelle. Die Einzelblüten sind hier allerdings nicht achselständig wie bei *Lysimachia nummularis*, sondern beenden (Danert 1958) das Wachstum jeweils einzelner Sympodialglieder.

S. americanum ist ein Repräsentant der Windepflanzen (Müller mdl. 1986), *S. convolvulus* der Blattstielranker (Troll 1939).

Das Wuchsverhalten von *S. dulcamara* kann aufrecht, spreizklimmend oder windend sein (Darwin, zitiert in Troll 1937). Die für diese Sippe von Rauh (1937) nachgewiesene Wurzelsproßbildung unterstreicht noch die Breite ihres Wuchsformspektrums. Im Röhricht der Specker Seen beobachteten wir *S. dulcamara* als Halbstrauch mit weit auf dem Schlamm Boden kriechenden, sproßbürtig bewurzelten, verholzten Achsen und aufsteigenden, teils windenden, teils spreizklimmenden, in ihren unteren Achsenabschnitten überdauernden Trieben. Häufig sind letztere an ihrer Basis ebenfalls homorhiz bewurzelt.

7. Zusammenfassung

1. Die in einem Trocken- und Feuchtbiotop vorkommenden Pflanzenarten werden unter besonderer Berücksichtigung des Bewurzelungsmodus einer Wuchsformanalyse unterzogen und jeweils einem der 18 in den Untersuchungsgebieten nachgewiesenen Wuchstypen zugeordnet. Durch den Vergleich der Wuchstypenspektren der beiden Lebensräume ist es möglich, standortspezifische morphologische Strukturen zu ermitteln.
2. Von den perennierenden bzw. mehrjährig-hapaxanthen Arten des Trockenbiotops sind 36,9% allorhiz, 14,3% allohomorhiz und 48,8% homorhiz bewurzelt. Im untersuchten Feuchtbiotop dominieren mit 98,5% die sproßbürtig bewurzelten Sippen; nur 1,5% aller pleiozyklischen bzw. mehrjährig-hapaxanthen Taxa zeichnen sich durch eine allohomorhize Radication aus.
3. Während für den Trockenbiotop Zwerghalbsträucher, allorhiz und allohomorhize Pleio-kormstauden sowie Pfahlwurzelstauden typisch sind, treten im Feuchtbiotop Ausläufer- und Kriechtriebstaude als charakteristische Wuchstypen auf. Die mehrjährig-hapaxanthen Pflanzen sind im Trockengebiet allorhiz bewurzelt, im Feuchtbiotop gehen sie im Verlauf der Individualentwicklung zur Homorhizie über. Bemerkenswert ist weiterhin die unterschiedliche Artenmächtigkeit des Wuchstyps der annualen Pflanzen, die im Trockenbiotop mit 10,6% und im Feuchtbiotop nur mit 1,5% vertreten sind. Ökomorphologische Reihen belegen auf Gattungsebene das Prinzip der Abhängigkeit gewisser Wuchstypen vom Wasserfaktor.
4. Durch ökomorphologische Vergleiche wird anhand zahlreicher Beispiele die These belegt, daß innerhalb gewisser Sippen die Ausläufer- und Kriechtriebstaude Beziehungen zu den Lianen aufweisen. Der Wuchstyp der regelmäßig beblätterten Kriechtriebstaude, die nach unserer Kenntnis wohl immer durch wintergrünes Verhalten ausgezeichnet ist, zeigt in Mitteleuropa eine Bindung an ozeanisch-subozeanische Klimagebiete. Der Wuchstyp der Ausläuferstaude begegnet uns nicht nur im Sumpf, sondern mit einer gewissen Mächtigkeit auch auf der Düne. Beispiele für vikariierende Sippen gleichen Wuchstyps werden angeführt.

Dank s a g u n g

Frau Dipl.-Biol. G. Mörchen sowie den Herren Dr. W. Gluch, Dr. P. Gutte, Dr. K. Helmecke, Dr. E. J. Jäger, Prof. Dr. sc. A. Kästner, Dr. K.-H. Krause, Dipl.-Biol. G. Krebs, Ing. F. Kümmel, Dr. sc. J. Miersch, Doz. Dr. sc. G. Müller, Dr. W. Schauer und Dr. K. Werner danken wir für wertvolle Hinweise. Da Beobachtungen auch an Gewächshaus- und Freilandpflanzen des Botanischen Gartens Halle durchgeführt wurden, gebührt gleichfalls den gärtnerischen Mitarbeitern für die erfolgreiche Pflege der artenreichen Sammlungen Anerkennung. Für die Bodenanalyse sind wir Frau H. Schroeder zu Dank verpflichtet. Die Herren Prof. Dr. sc. J. Schuh und Doz. Dr. sc. H. Eble ermöglichten uns dankenswerterweise den Arbeitsaufenthalt an der Biologischen Station „Faule Ort“ im NSG „Ostufer der Müritz“.

S c h r i f t t u m

- Allan, H. H.: Flora of New Zealand. Vol. 1. Wellington 1961.
- Bärner, J.: Die Nutzhölzer der Welt. Bd. 3. Neudamm 1943.
- Böttcher, W., und E. J. Jäger: Zur Interpretation der Verbreitung der Gattung *Sedum* (Crassulaceae) und ihrer Wuchsformtypen. *Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat.* 33 (1984) 1, 127–141.
- Braun-Blanquet, J.: Pflanzensoziologie. 2. Aufl. Wien 1951.
- Danert, S.: Die Verzweigung der Solanaceen im reproduktiven Bereich. *Abh. Dt. Akad. Wiss. Berlin. Kl. Chem., Geol. Biol.* 6 (1957) 1–183. Berlin 1958.
- Dässler, H. G., und H. Urzynecok: Über den Gerbstoff der Schwarzerle (*Alnus glutinosa* Gärt.). *Holz als Roh- und Werkstoff* 16 (1958) 327.
- Ebel, F., und K. Werner: Über Wuchsform, Entwicklung und Rhythmik von *Aetheorhiza bulbosa* (L.) Cass. (Asteraceae). *Flora* 167 (1978) 283–288.
- Ellenberg, H.: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. In: *Scripta Geobotanica*. Bd. 9. Göttingen 1974.
- Encke, F., G. Buchheim und S. Seybold (Hrsg.): Zander – Handwörterbuch der Pflanzennamen. 13. Aufl. Stuttgart 1984.
- Engler, A., und K. Prantl (Hrsg.): Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig 1889–1915.
- Fukarek, F.: Die Vegetation des Darß und ihre Geschichte. Jena 1961 (Pflanzensoziologie 12).
- Gluch, W.: Wuchsformstudien an zentraleuropäischen Fabaceen. II. Die Stauden der Gattungen *Lotus* L. und *Anthyllis* L. *Feddes Repertorium* 79 (1969) 423–443.
- Gluch, W.: Wuchsformstudien an zentraleuropäischen Fabaceen. IV. Die Stauden der Gattungen *Lathyrus* L. und *Vicia* L. *Feddes Repertorium* 81 (1971) 539–575.
- Glück, H.: Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse. Bd. 1–4. Jena 1905–1924.
- Hagemann, I.: Wuchsformenuntersuchungen an zentraleuropäischen *Hypericum*-Arten. *Flora* 173 (1983) 97–142.
- Hanelt, P.: Wuchsformstudien in der Gattung *Euphorbia* L. *Dipl.-Arb.* Halle 1955.
- Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. 1–7. München 1906–1931.
- Hegnauer, R.: Chemotaxonomie der Pflanzen. Bd. 3 u. 6. Basel/Stuttgart 1964, 1973.
- Hejny, S.: Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den slowakischen Tiefebene. Bratislava 1960.
- Helmecke, K.: Soziologisch-ökologische Untersuchungen im Gebiet Ochsenburg-Habichtstal. *Dipl.-Arb.* Halle 1967.
- Helmecke, K.: Ökologische Untersuchungen an Pflanzengesellschaften im NSG „Ochsenburg-Ziegelhüttental“. *Diss. A.* Halle 1972.
- Henschel, W.: Beiträge zur Untersuchung der Wuchsformendifferenzierung bei *Scabiosa* L. mit besonderer Berücksichtigung der Lebensdauer. *Dipl.-Arb.* Halle 1976.
- Hilbig, W., und K. Werner: Zur Flora des Südtails des Naturschutzgebietes „Ostufer der Müritz“ (Mecklenburgische Seenplatte). *Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat.* 26 (1977) 5, 121–146.
- Jäger, E. J.: Über Wuchsform, Wuchsrhythmus und Verbreitung der heimischen Wiesenasteraceen. *Dipl.-Arb.* Halle 1957.
- Jäger, E. J.: Wuchsform und Verbreitung der *Cirsium acaule*-Verwandtschaft in Eurasien. *Flora* 166 (1977) 75–92.

- Jäger, E. J., und G. Mörchen: Morphometrische Untersuchungen zur Fremdfaktorindikation an *Cirsium acaule* und *Euphorbia cyparissias*. *Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat.* **26** (1977) 4, 115–122.
- Jäger, E. J., und Ch. Müller-Urli: Wuchsform und Lebensgeschichte der Gefäßpflanzen Zentraleuropas: Bibliographie. Teil 1: Quellenverzeichnis, Teil 2: Artenverzeichnis. Halle: Univ.- u. Landesbibl. 1981, 1982. (R. Schubert und K. K. Walther (Hrsg.); Terrestrische Ökologie: Sonderh. 1).
- Jeschke, L.: Die Wasser- und Sumpflvegetation im Naturschutzgebiet „Ostufer der Müritz“. *Limnologica* **1** (1963) 475–545.
- Kästner, A.: Morphologisch-anatomische Untersuchungen zur ökomorphologischen Charakterisierung und Gliederung von *Teucrium*. Diss. B. Halle 1977.
- Kästner, A.: Beiträge zur Wuchsformanalyse und systematischen Gliederung von *Teucrium*. III. Wuchsformen und Verbreitung von Arten der Sektionen *Teucropsis* und *Teucrium*. *Flora* **171** (1981) 466–519.
- Kästner, A.: Beiträge zur Wuchsformanalyse und systematischen Gliederung von *Teucrium* L. IV. Wuchsformen und Verbreitung von Arten der Sektion *Isotriodon*. *Flora* **176** (1985) 73–93.
- Kästner, A.: Beiträge zur Wuchsformanalyse und systematischen Gliederung von *Teucrium* L. V. Wuchsform und Verbreitung von Arten der Verwandtschaftskreise von *T. marum* und *T. chamaedrys*, sect. *Chamaedrys*. *Flora* **178** (1986) 111–138.
- Köstler, J. N., E. Brückner und E. Bibelriether: Die Wurzeln der Waldbäume. Hamburg/Berlin 1968.
- Kutschera, L.: Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen. Frankfurt a. M. 1960.
- Lalek, M.: Untersuchungen über die Wuchsformen einiger *Salvia*-Arten (Lamiaceae). *Dipl.-Arb.* Halle 1973.
- Lukasiewicz, A.: Morfologiczno- Rozwojowe Typy Bylin. *Poznańskie towarzystwo przyjaciół nauk. Wydział matematyczno-przyrodniczny, Prace komisji biologicznej.* Poznań **27** (1962) 1, 1–399.
- Lukasiewicz, A.: Rytmika Rozwojowa Bylin. *Poznańskie towarzystwo przyjaciół nauk. Wydział matematyczno-przyrodniczy, Prace komisji biologicznej.* Poznań **31** (1966) 5, 1–33.
- Macbride, J. F.: *Flora of Peru – Solanaceae. Part V b.* *Field Mus. Nat. Hist. Chicago* **13** (1962) Bot. Ser. 13, 3–267.
- Mathias, M., und L. Constance: *Flora of Peru – Umbelliferae. Part V a.* *Field Mus. Nat. Hist. Chicago.* **13** (1962) Bot. Ser. 13, 1–97.
- Melchior, H.: *A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien.* Bd. 2. Berlin-Nikolassee 1964.
- Meteorologischer und Hydrologischer Dienst der DDR (Hrsg.): *Klimaatlas für das Gebiet der DDR.* Berlin 1953.
- Meusel, H.: Die Vegetationsverhältnisse der Gipsberge im Kyffhäuser und im südlichen Harzvorland. *Hercynia* **2** (1939) 1–313.
- Meusel, H.: Über Wuchsform, Verbreitung und Phylogenie einiger mediterran-mitteleuropäischer Angiospermen-Gattungen. *Flora* **139** (1952) 333–393.
- Meusel, H.: Wuchsformreihen mediterran-mitteleuropäischer Angiospermen-Taxa. *Feddes Repertorium* **81** (1970) 41–59.
- Meusel, H., E. J. Jäger und E. Weinert: *Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora.* Bd. 1. Jena 1965.
- Meusel, H., E. J. Jäger, St. Rauschert und E. Weinert: *Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora.* Bd. 2. Jena 1978.
- Meusel, H., und H. Mühlberg: *Silenoideae. Teil I.* In: *Hegi, G.: Ill. Flora von Mitteleuropa.* Bd. 3,2. 2. Aufl. München 1971.
- Meusel, H., und A. Kästner: Zur Wuchsform einiger Veilchenarten. *Phyton* **16** (1974) 127–135.
- Meusel, H., und G. Mörchen: Zur ökogeographischen und morphologischen Differenzierung einiger *Scrophularia*-Arten. *Flora* **166** (1977) 1–20.
- Mörchen, G.: Wuchsformen heimischer Rubiaceen. *Hercynia N. F.* **2** (1965) 352–379.
- Muggendobler, M.: Untersuchungen über die Wuchsform einiger *Helianthemum*-Arten (Cistaceae). *Staatsexamens-Arb.* Halle 1968.
- Müller, G. K., und P. Gutte: Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der Flußauen, Sümpfe

- und Gewässer in der zentralperuanischen Küstenregion. In: G. K. Müller: Beiträge zur geobotanisch-phytotaxonomischen Südamerikaforschung. Wiss. Z. Univ. Leipzig, Math.-Nat. **34** (1985) 410–429.
- Peter, H.: Wurzeluntersuchungen in einigen Niederungswäldern am Südwestrande des Flämings. Staatsexamens-Arb. Halle 1956.
- Rauh, W.: Die Bildung von Hypocotyl- und Wurzelsprossen und ihre Bedeutung für die Wuchsformen der Pflanzen. Nova Acta Leopoldina N. F. **4** (1937) 24, 395–553.
- Raunkiaer, C.: The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford 1934.
- Reichsamt für Wetterdienst (Bearb.): Klimakunde des Deutschen Reiches. Bd. 2. Berlin 1939.
- Rothmaler, W., H. Meusel und R. Schubert (Hrsg.): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Bd. 2: Gefäßpflanzen. 11. Aufl. Berlin 1982.
- Schenk, H.: Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen. T. 1. In: W. Schimper: Botanische Mitteilungen aus den Tropen. H. 4 Jena 1892.
- Schmidt, P.: Zu Wuchsform und Verzweigung der mitteleuropäischen Arten der Gattung *Thymus* L. (Labiatae) – ein Beitrag zur Kenntnis der Morphologie von Zwerghalbssträuchern. In: W. Vent: 100 Jahre Arboretum (1879–1979). Berlin 1980, 167–187.
- Schmidt, R.: Über Wuchsform und Areal differenzierung zentraleuropäischer Senecioneae. 1. Wuchsform und Lebensgeschichte der Senecioniden. Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. **32** (1983) 3, 113–132.
- Schmidt, R.: Über Wuchsform und Areal differenzierung zentraleuropäischer Senecioneae. 2. Wuchsform und Lebensgeschichte einiger Tephroseroiden und Calaloiden. Hercynia N. F. **23** (1986) 193–211.
- Schöpe, D.: Wuchsformenstudien in der Gattung *Veronica*. Staatsexamens-Arb. Halle 1956.
- Schubert, R. (Hrsg.): Lehrbuch der Ökologie. Jena 1984.
- Schubert, R., K. Helmecke, J. Kruse et al.: Ergebnisse der Expedition von Wissenschaftlern der Akademie der Wissenschaften Kubas und der DDR zur Isla de Pinos (Kuba) 1975. IV. Ergebnisse geobotanischer Untersuchungen in den Mangroven an der Playa Herradura bei Bibijagua. Feddes Repertorium **91** (1980) 11–23.
- Schubert, R., E. J. Jäger und K. Werner (Hrsg.): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Bd. 3: Atlas der Gefäßpflanzen. 6. Aufl. Berlin 1987.
- Troll, W.: Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. Bd. 1–3. Berlin-Zehlendorf 1937, 1939, 1941.
- Tutin, T. G., et al.: Flora Europaea. Bd. 1–4. Cambridge 1964–1976.
- Walter, H.: Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. Bd. 1 u. 2. Jena 1964, 1968.
- Warming, E.: Smaa biologiske og morfologiske Bidrag. Botanisk Tidsskrift. Ser. 3, **2** (1877–1879) 52–130.
- Warming, E. und P. Graebner: Eug. Warming's Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 3. Aufl. Berlin 1918.
- Weber, H.: Vergleichend-morphologische Studien über sproßbürtige Bewurzelung. Nova Acta Leopoldina N. F. **4** (1936) 21, 229–298.
- Wehsarg, O.: Wiesenunkräuter. Arbeiten des Reichsnährstandes. Bd. 1. Berlin 1935.
- Wehsarg, O.: Ackerunkräuter. Berlin 1954.
- Weinitschke, H. (Hrsg.): Handbuch der Naturschutzgebiete der Deutschen Demokratischen Republik. Bd. 1 u. 3. 2. Aufl. Leipzig/Jena/Berlin 1980, 1983.
- Wolff, G.: Umbelliferae – Apioideae. Pflanzenreich **43**. Berlin 1910.

Dr. Friedrich Ebel
 Dr. Helmut Mühlberg
 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
 Sektion Biowissenschaften
 Wissenschaftsbereich Geobotanik und
 Botanischer Garten
 Neuwerk 21
 Halle (Saale)
 DDR - 4020