Zeitschrift: Botanica Helvetica

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 96 (1986)

Heft: 1

Artikel: Die Bedeutung der Herbarien als Arbeitsinstrument der botanischen Taxonomie : zur Stellung der organismischen Biologie heute

Autor: Ammann, K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-67196

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Botanica Helvetica 96/1, 1986

0253-1453/86/010109-22 $ 1.50+0.20/0
© 1986 Birkhäuser Verlag, Basel

Die Bedeutung der Herbarien als Arbeitsinstrument der botanischen Taxonomie. Zur Stellung der organismischen Biologie heute.

K. Ammann

Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern, Altenbergrain 21, CH-3013 Bern, Schweiz

Manuskript angenommen am 14. April 1986

Abstract

Ammann K. 1986. On the importance of plant collections in plant taxonomy and systematics research. – On the current status of systematics and taxonomy in biological research. Bot. Helv. 96: 109–132.

Some examples are given on how to make use of a plant collection in biological research. Despite their undisputed great value for modern research in systematics and taxonomy there is evidence that often plant collections are not maintained and used in taxonomic research as they should be. This is closely related to the fact that molecular biology in recent years has opened many new fields of research thus regrettably deflecting taxonomy from the mainstream of scientific activity.

Keywords: Taxonomy, Systematics, Herbarium, Collection, Switzerland, Biological Thought.

Einführung

In diesem Beitrag geht es in einem *ersten Teil* darum, die Bedeutung eines modern geführten Herbariums für die systematisch-taxonomische Forschung aufzuzeigen. Es werden einige Anwendungsbeispiele gebracht, die aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit haben können. In einem *zweiten Teil* wird der Frage nachgegangen, weshalb die Herbarien trotz ihrer unbestrittenen Bedeutung und ihrem unschätzbaren Wert heute oft ein Nebendasein fristen: Die organismisch orientierte Biologie (Definition siehe Abschnitt 2.3), in den letzten Jahrzehnten unter dem Eindruck der sich rasant neu entwickelnden Fachrichtungen der strukturell orientierten Biologie etwas in den Hintergrund gedrängt, gewinnt neuerdings wieder vermehrt an Bedeutung angesichts der drängenden Umweltprobleme und auch angesichts wichtiger, noch längst nicht erreichter Forschungsziele botanischer Systematik.

1. Das Herbarium als Arbeitsinstrument vieler biologischer Fachrichtungen

Die Herbarien stehen im heutigen Wissenschaftsbetrieb hier und dort im Geruch des Musealen, Veralteten, erinnern scheinbar nur noch an längst vergangene Zeiten.

Man verbindet mit diesem Begriff etwa auch romantische Erinnerungen an das reich verzierte Leder der Zenturienbändchen mit Goldschnitt, hübsche kleine Sammlungen gepreßter Pflanzen etwa mit dem Titel „Kleine Flora der Schweiz als Anleitung zur Kenntnis der Pflanzenwelt für Damen" (Müller um 1840), die sich im vergangenen Jahrhundert oft im Besitze gebildeter Damen gehobener Kreise fanden.

Modern geführte Herbarien jedoch sind in den Forschungsinstituten unentbehrliche Arbeitsinstrumente geblieben. Eine Forschung in der Systematik, aber auch in vielen anderen biologischen Fachgebieten, wäre ohne diese Sammlungen auch heute noch unvorstellbar. Die hauptsächlichen Gründe, daß dem so ist, seien hier kurz zusammengefaßt:

1.1 Die Herbarien als Vergleichsbasis für die Bestimmung von Pflanzen

Eine Bestimmung kritischer Sippen, oder ganz einfach auch von Arten, die der Bestimmende noch nie gesehen hat, kann nur dann verläßlich werden, wenn anhand von Herbarpflanzen eine Kontrolle durchgeführt wurde. Dazu ist ein relativ kleines Vergleichsherbar von zuverlässig bestimmten, typisch ausgebildeten Pflanzen eine gute Hilfe. In Bern wurde unter der Leitung von M. Welten in den sechziger Jahren am Systematisch-Geobotanischen Institut ein prächtiges Vergleichsherbar aller Schweizer Blütenpflanzen aufgebaut, das in einem Spezial-Schauschrank mit Ziehtafeln untergebracht ist.

In schwierigen Fällen aber ist es erforderlich, die ganze Variabilität der in Frage kommenden Art zu überblicken, was nur anhand möglichst vieler gesammelter Exemplare von verschiedensten Standorten geschehen kann, (vgl. auch Abb. 1–6).

1.2 Die Herbarien als wissenschaftliches Arbeitsinstrument für den Systematiker

Die gepreßten Pflanzen zeigen noch viele Merkmale, die der Systematiker für seine Untersuchungen benötigt. Abgesehen zum Beispiel von Blütenform- und Farb-Merkmalen sind solche der Behaarung, der Blattform, ja sogar der Anatomie der Blätter oft ohne weiteres noch an Herbarpflanzen festzustellen. Für ein rationelles Bearbeiten eines bestimmten Formenkreises ist es so möglich, auf hunderte von Herbar-Aufsammlungen zurückzugreifen; das sehr aufwendige und zeitraubende Sammeln im Felde kann großenteils vermieden werden. Ergänzende Populationsuntersuchungen und ökologische Abklärungen im Felde können auf diese Weise gezielt vorgenommen werden.

Als erstes Beispiel sei die Untersuchung zur Artengruppe von *Bromus commutatus* Schrader und *Bromus racemosus* L. erwähnt (Abb. 1–3). Hier hat sich durch Reihenmessung gezeigt, daß die bisher verwendeten Merkmale der Deckspelzen- und Vorspelzenlänge und der Staubbeutellänge mit Vorsicht zu genießen sind. Aufgrund von Reihenmessungen an diesen Merkmalen an Herbarexemplaren wurde die Artunterscheidung von *B. commutatus* und *B. racemosus,* wie sie seit langer Zeit in den Floren vorgenommen wird, in Zweifel gezogen (Ammann 1981). Auch ein von Scholz (1970) neu gebrachtes Merkmal der Behaarung der Vorspelzen-Außenklappe ist bei näherem Zusehen nicht brauchbar, vor allem dann, wenn es quantitativ dargestellt wird (Anzahl pro 1/15 mm^2). Auch bei diesem Merkmal ergaben Nachmessungen an Herbarexemplaren von Übergangsformen keine klare Unterscheidungsmöglichkeit. Auf Grund der Reihenmessungen an Herbarexemplaren kam der Verfasser deshalb zum Schluß, das Aggregat um *Bromus commutatus* und *racemosus* sei als eine einzige Art mit zwei Unterarten aufzufassen. Neuere zytotaxonomische Untersuchungen von Brogli (1984) haben diesen Befund bestätigt.

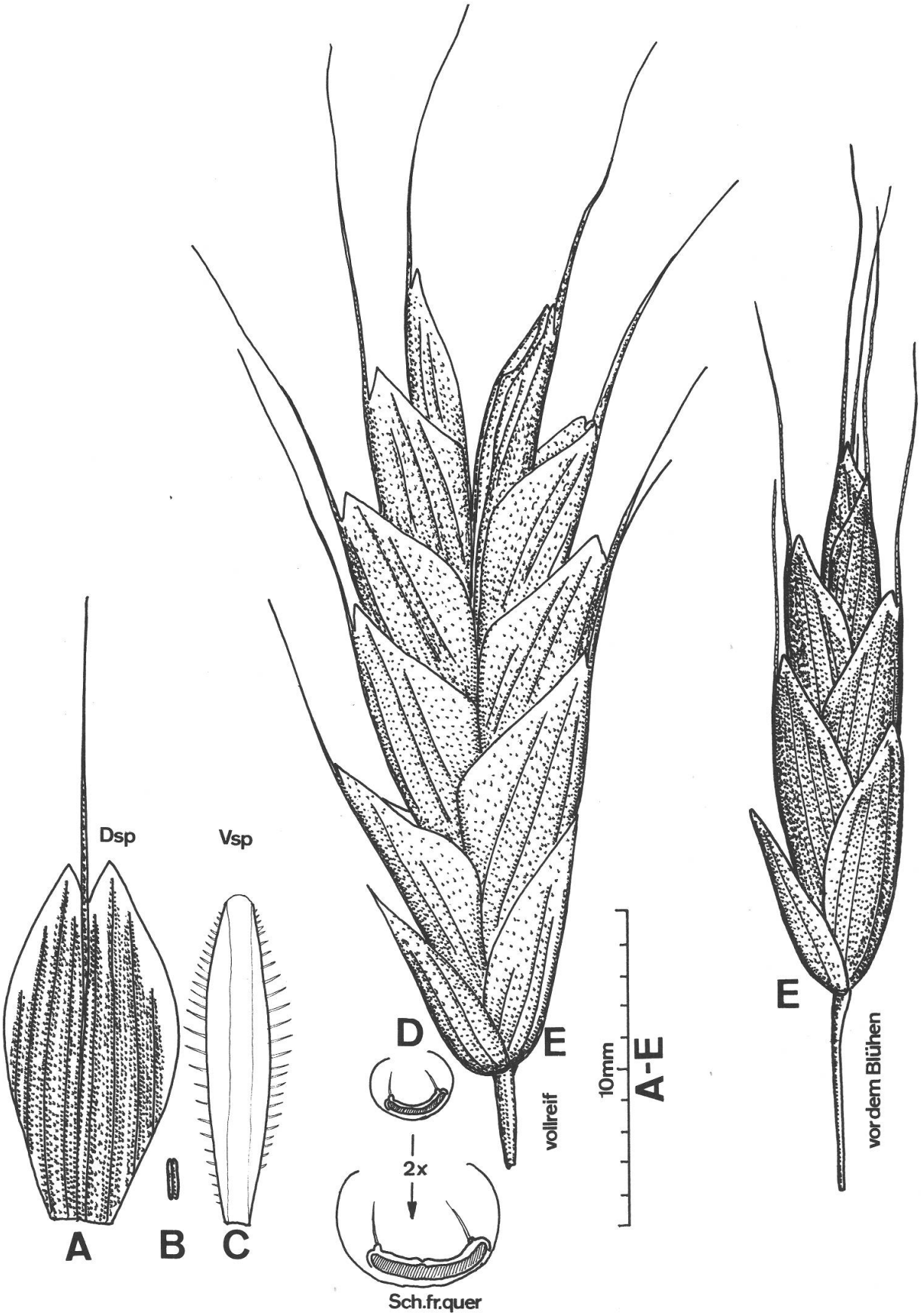

Abb. 1. Ährchen von *Bromus racemosus* L. ssp. *commutatus* (Schrader) Maire et Weiller, gezeichnet nach Herbarexemplaren. A: Deckspelze, B: Antheren, C: Vorspelze, D: Scheinfrucht, E: Ährchen.

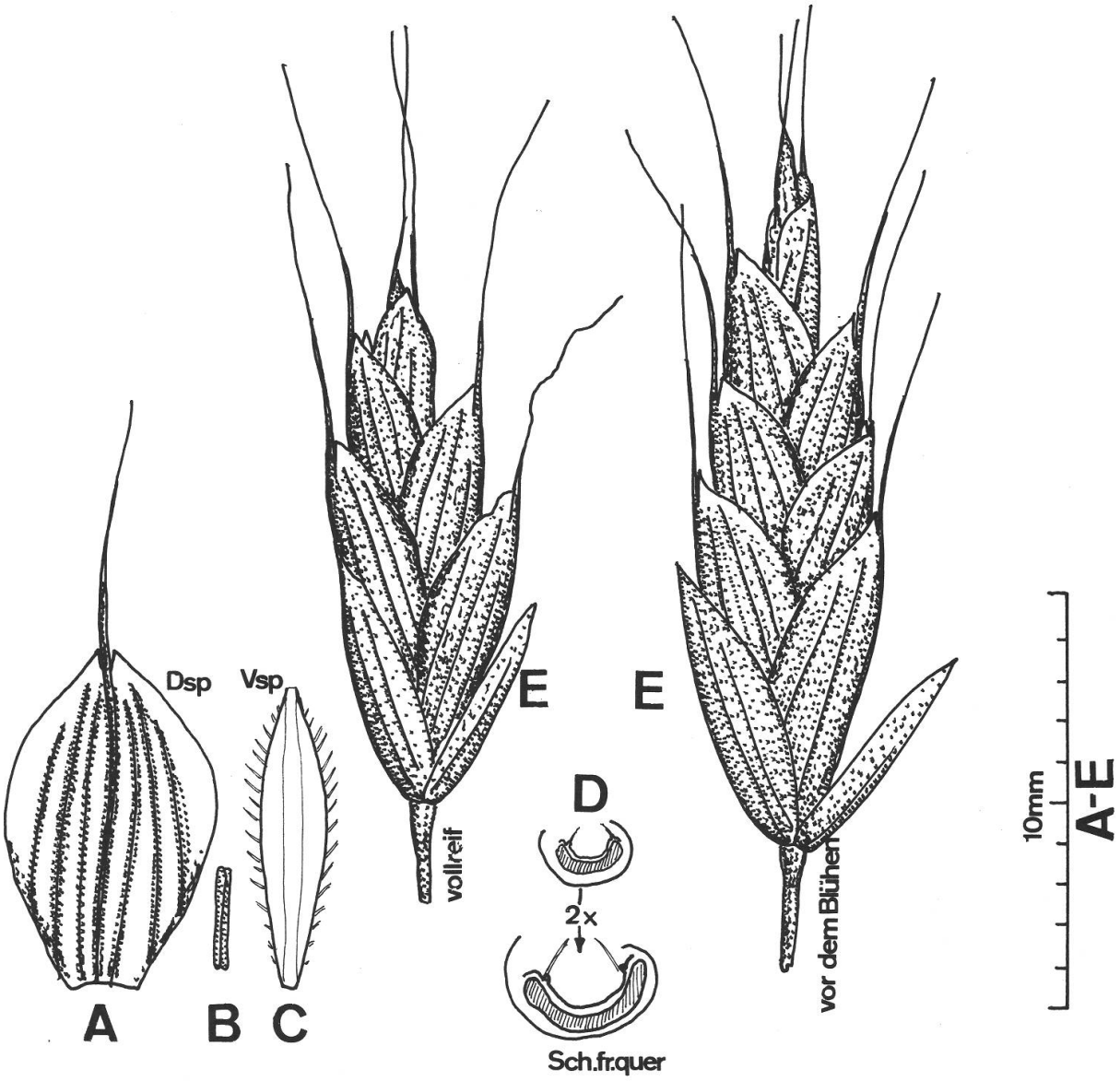

Abb. 2. Ährchen von *Bromus racemosus* L. ssp. *racemosus,* gezeichnet nach Herbarexemplaren. A–E wie in Abb. 1.

Als zweites Beispiel sei das Artenpaar *Bromus secalinus* L. und *Bromus grossus* Desf. gegeben (Abb. 5–7). Diese beiden Arten sind durch eine Reihe von Merkmalen gut voneinander zu trennen; die Messungen an Herbarpflanzen belegen dies: Die Kombination der Grannenlänge mit der Deckspelzenlänge läßt die beiden Sippen schön auseinanderhalten. Dies gelingt jedoch nicht auf Grund der Deckspelzen-Behaarung allein, wie dies etwa in einigen Floren vorgeschlagen wird. Auch dies zeigt das Histogramm mit aller Klarheit. Siehe auch im Abschnitt 1.4 die Verbreitungskarte von *Bromus grossus.*

1.3 Die Herbarien als Ort der Hinterlegung von Typusexemplaren

Will man auf wissenschaftlicher Basis Arbeiten in der Systematik der Blütenpflanzen vorantreiben, kommt man um das Kontrollieren von Typusexemplaren nicht he-

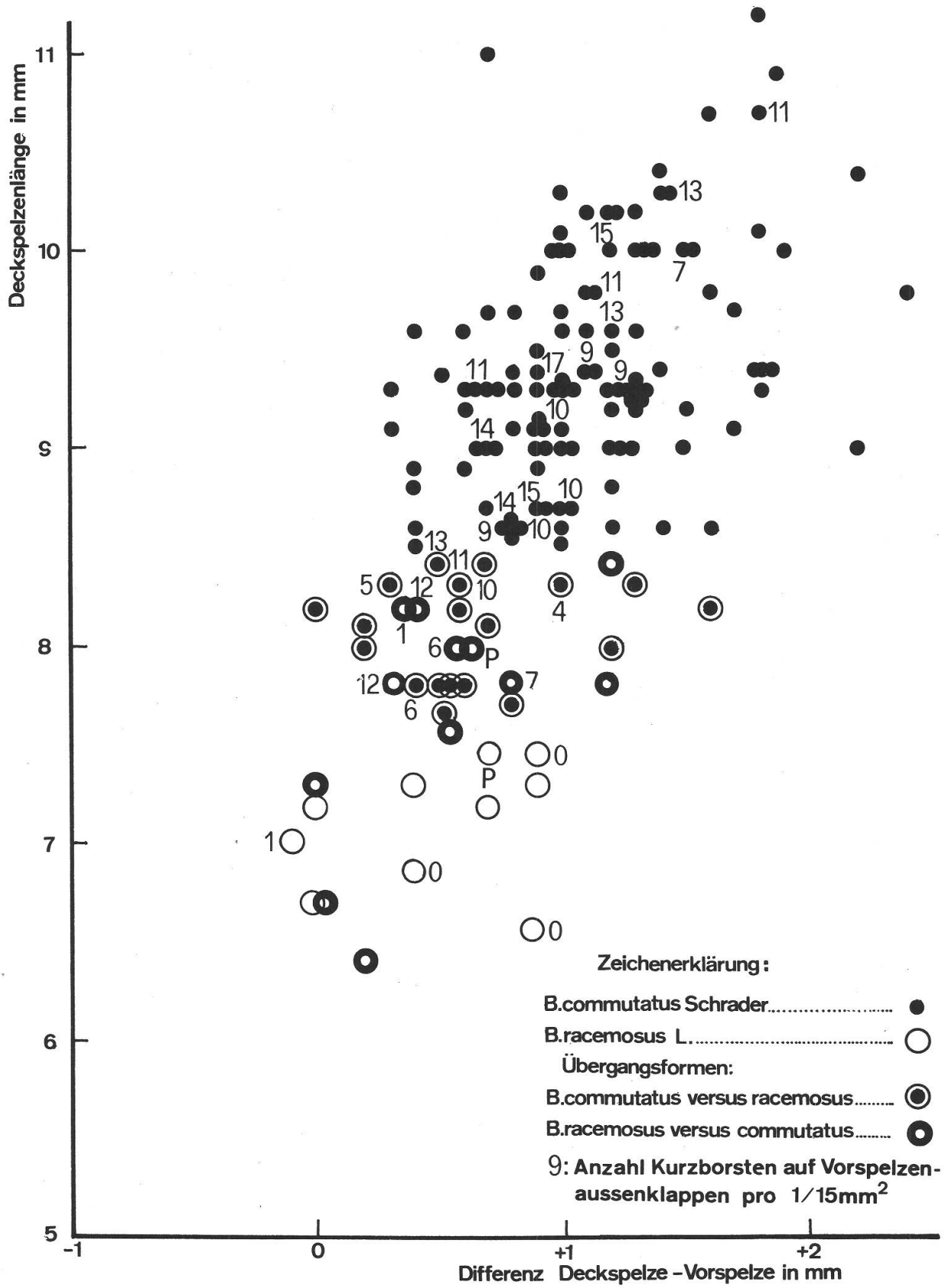

Abb. 3. *Bromus racemosus* ssp. *commutatus* und ssp. *racemosus:* Es sind die folgenden Merkmale dargestellt: Differenz Deckspelzenlänge-Vorspelzenlänge, Anzahl Kurzborsten pro 1/15 mm² Fläche, P = Kurzborsten zu Papillen reduziert. Zeichenerklärung in der Abbildung selbst.

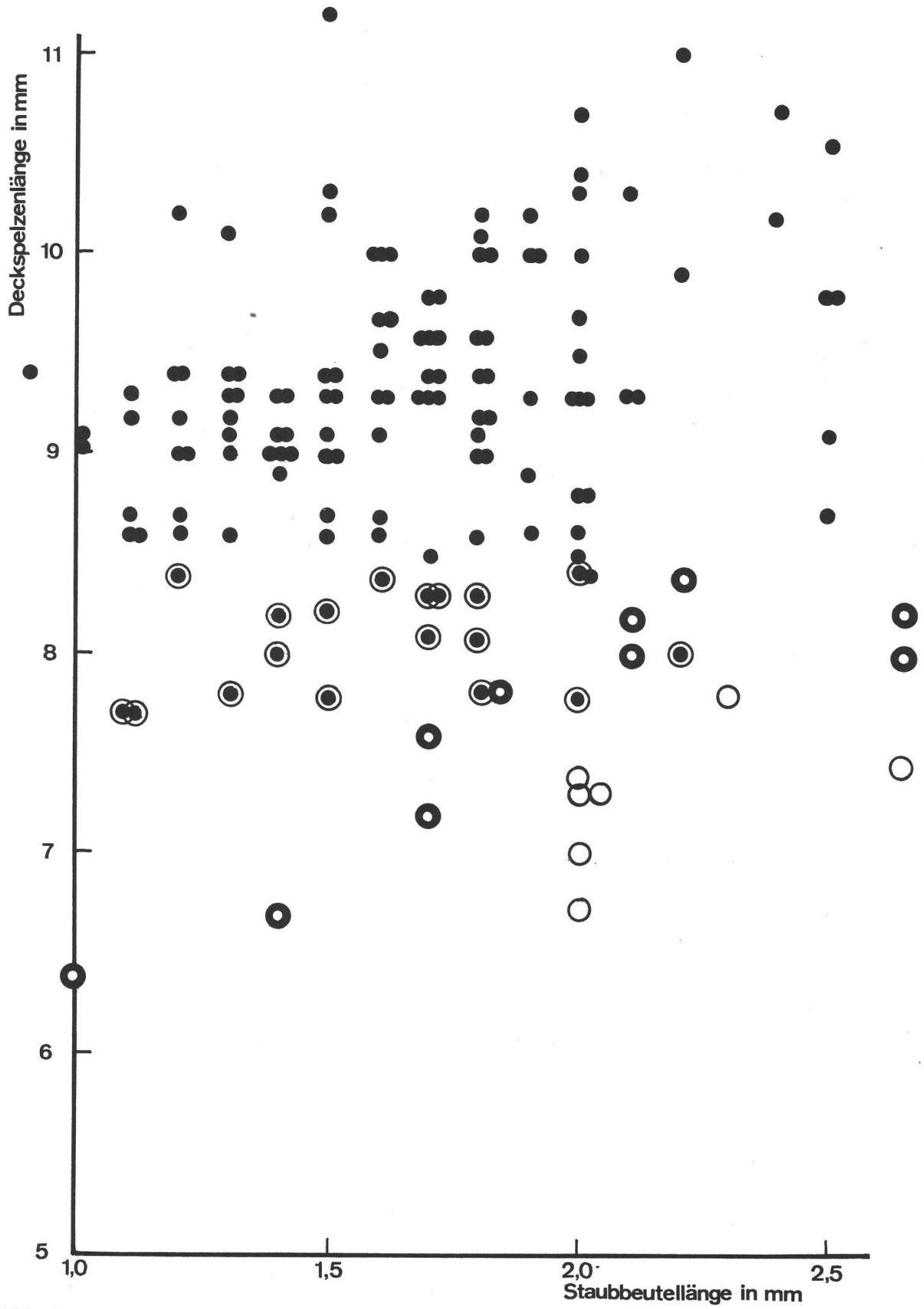

Abb. 4. *Bromus racemosus* ssp. *commutatus* und ssp. *racemosus:* Es sind die folgenden Merkmale dargestellt: Deckspelzenlänge, Staubbeutellänge. Bezeichnung wie in Abb. 3.

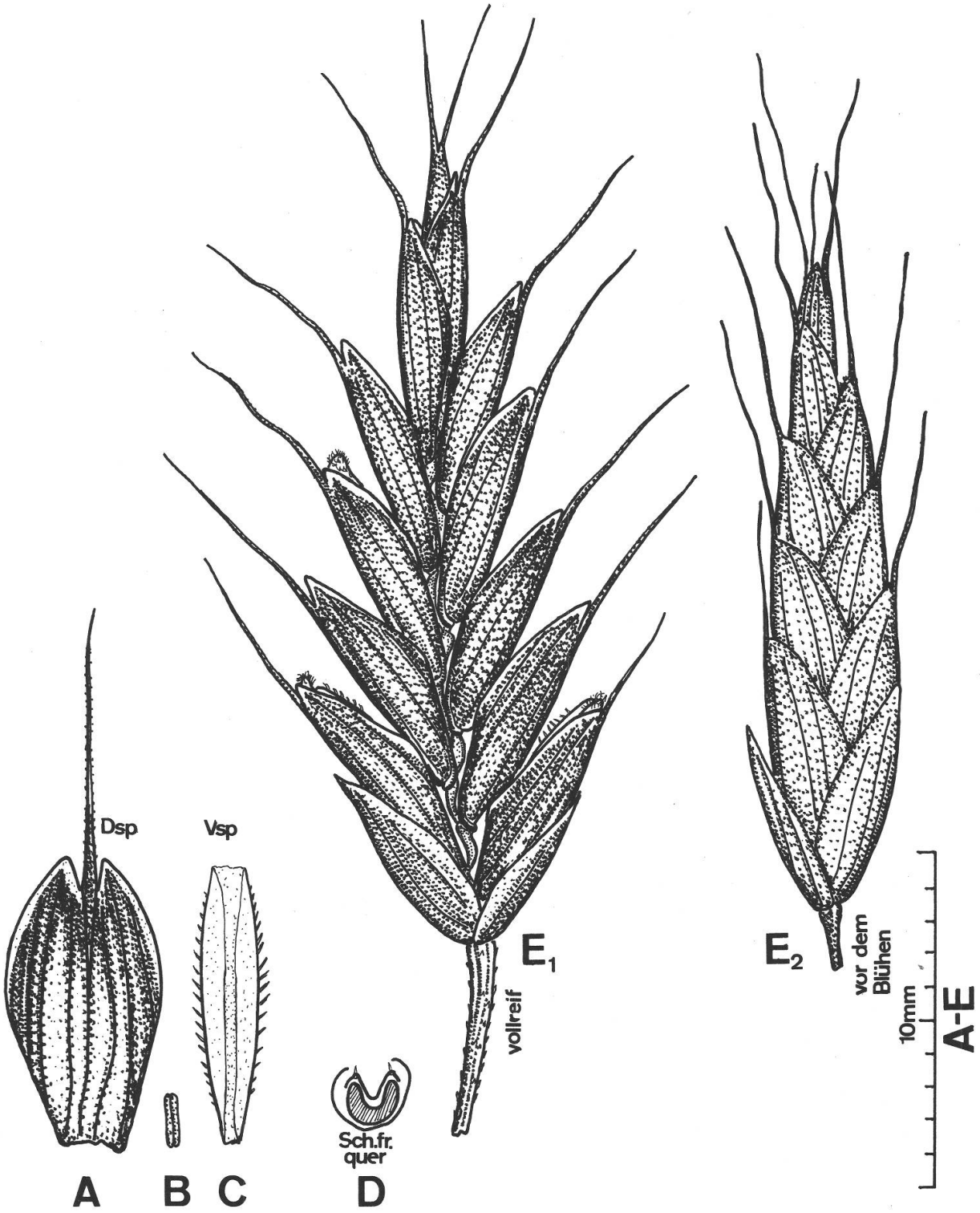

Abb. 5. *Bromus secalinus* L. Ährchen, nach Herbarexemplaren gezeichnet. A–E wie in Abb. 1.

rum. Jeder Botaniker, der eine neue Sippe beschreiben will, ist heute nach strikt gehandhabten Regeln gezwungen, ein Typusexemplar in einem öffentlich zugänglichen Herbarium zu hinterlegen, andernfalls wird die Neubeschreibung nicht als gültig anerkannt. Nur so ist es letztlich möglich, die Arbeit des Autoren von neuen Sippen zu überprüfen.

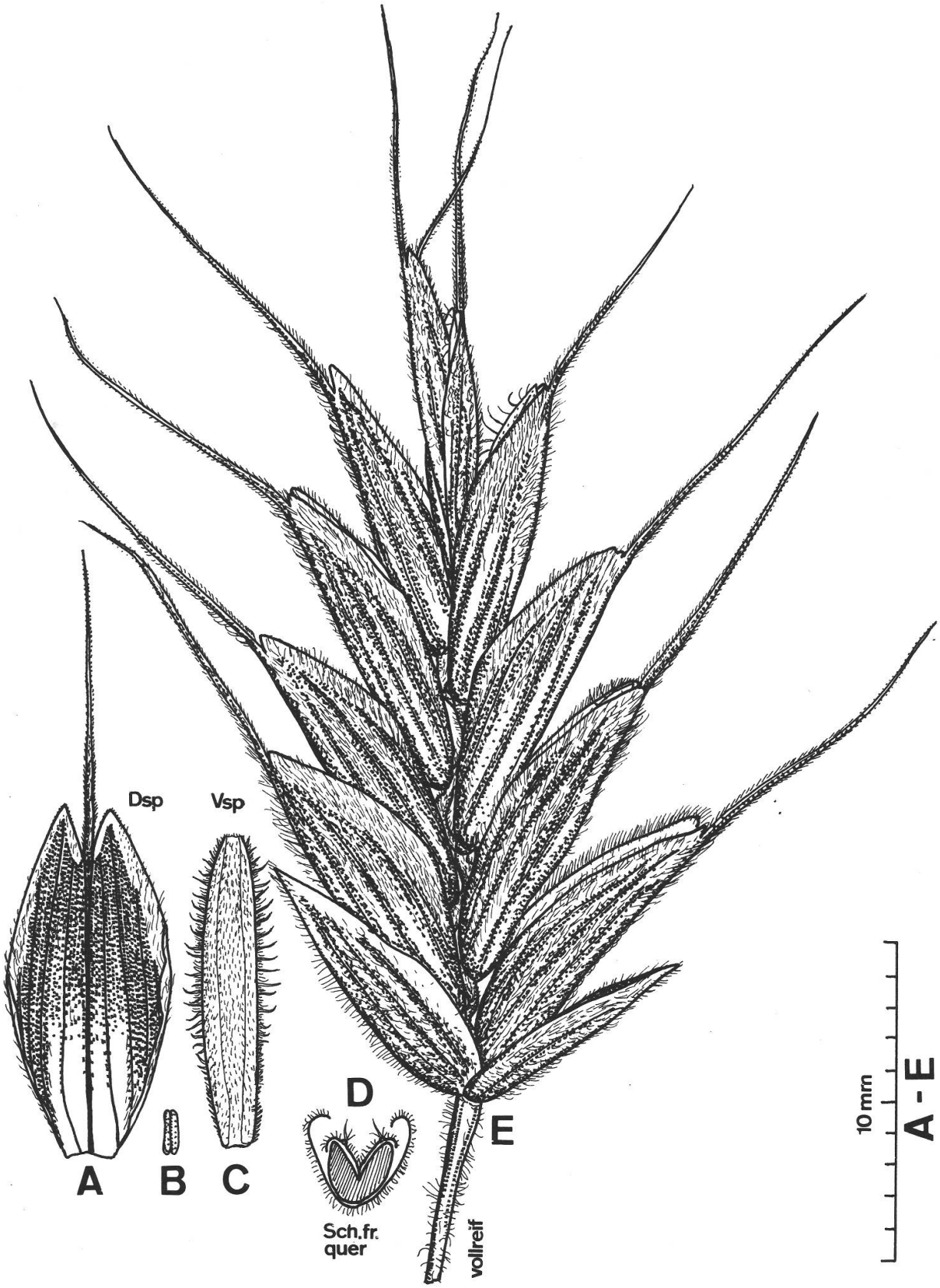

Abb. 6. *Bromus grossus* Desf. Ährchen, nach Herbarexemplaren gezeichnet. A–E wie in Abb. 1.

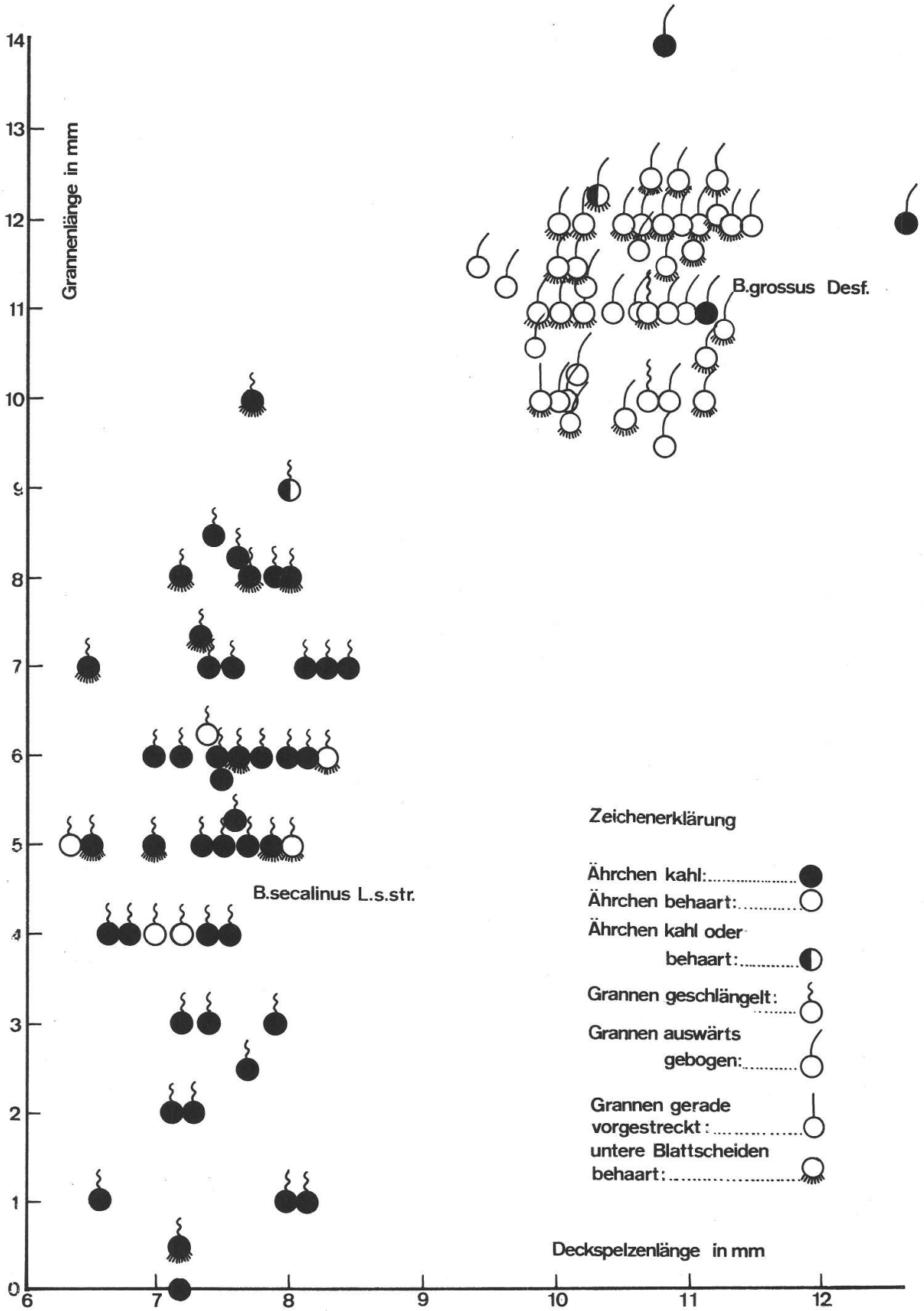

Abb. 7. Histogramm einiger Unterscheidungsmerkmale von *Bromus secalinus* L. und *B. grossus* Desf. Übrige Erklärungen in der Abbildung selbst.

Als Beispiel sei eine neue Art erwähnt, die Clerc 1984 als *Usnea Wirthii* neu beschrieb. Sie zeigt neben einer mediterran-atlantischen Verbreitung auch ein gelbes Pigment im Mark der Stränge; auch hat sie eigenartigerweise Psoromsäure als Flechtenstoff, sehr selten auch Norstictinsäure. Das Holotypus-Exemplar ist im Herbarium Bern hinterlegt, so daß alle Kollegen Clercs in Bern diese neue Art überprüfen können. Es ist anhand dieses Typusexemplares auch möglich, eventuelle Nachuntersuchungen zu tätigen: z. B. ist die Natur des gelben Pigmentes nicht geklärt, auch können vielleicht mit noch feineren Untersuchungsmethoden noch weitere, charakteristische Flechtenstoffe gefunden werden.

Ein weiteres Beispiel zeigt, daß es sich lohnen kann, Material derselben Art auch an anderen Herbarien zu hinterlegen: Der Holotypus von *Buellia leptocline* (Flotow) Körber ist in Berlin während des zweiten Weltkrieges verbrannt. Glücklicherweise hat Scheidegger (in Vorbereitung), der die gesteinsbewohnenden Sippen dieser Flechtengattung monographisch bearbeitet, eine weitere Probe derselben Art im Herbarium in Wien gefunden. Da sie von Flotow, dem Autoren von *B. leptocline,* gesammelt und betimmt wurde, kann sie als Neotypus-Exemplar verwendet werden. Wäre diese Probe zusammen mit dem verbrannten Holotypus gesammelt worden, wäre eine Lectotypifizierung möglich geworden. Diese oft etwas komplizierten, aber in den meisten Fällen Klarheit schaffenden Regeln sind in einem regelmäßig ergänzten Werk zusammengefaßt: Internationaler Code der botanischen Nomenklatur 1983.

1.4 Die Herbarien als wertvolles Archiv verschwundener oder aussterbender Pflanzen

Die Verbreitung vieler verschwindender Arten kann meist nur noch anhand von alten Herbarbelegen einigermaßen rekonstruiert werden. Besonders Arten, die ehemals in unseren heute artenarmen Kultursteppen ihren Standort hatten, auch Arten, deren Verbreitung mit der menschlichen Kultur zusammenhingen und heute beispielsweise durch die Perfektion der Saatgutreinigung stark zurückgingen, finden sich praktisch nur noch in den Herbarien. Als Beispiel sei die Karte von *Bromus grossus* Desf. angeführt. Die von Bromus secalinus durch eine Reihe von guten Merkmalen abtrennbare Art (Vgl. Abschnitt 1.2, 2. Beispiel) wurde im Rahmen der Kartierung der Schweizer Flora zusammen mit etwa 10% der übrigen Schweizer Flora aus den wichtigsten Herbarien der Schweiz ausgezogen (Welten und Sutter 1984). Der Atlas hat dadurch an Vollständigkeit gewonnen; die Verbreitungskarten ergeben oft ein verständlicheres Bild. Die Karte von *B. grossus* ist dafür ein Extrembeispiel: Sie wurde für den Atlas vorbereitet durch den Verfasser, alle Belege wurden verifiziert und in nicht wenigen Fällen mußte die Bestimmung korrigiert werden: Eine Anzahl Belege mußte aus der Fundliste von *B. grossus* gestrichen und *B. secalinus* zugerechnet werden. Die Karte zeigt, ergänzt durch Nachträge, die ehemals weite Verbreitung einer heute fast verschwundenen Unkrautpflanze der Getreidefelder. Vergleicht man mit der Karte von Imhof und Spiess (1981) der mittleren, nicht auf Meeresspiegel reduzierten Julitemperaturen, so fällt eine gewisse Korrelation der ehemaligen Vorkommen mit jenen Zonen auf, die über 18 °C liegen. Die Fundortsangaben bestätigen auch ein fast vollständiges Fehlen der Art oberhalb der collinen Stufe. Zu diesem Thema des nachgewiesenen Artenrückganges vergleiche man auch die Arbeit von Ruoss und Clerc (1986). Die Autoren weisen anhand von alten Herbarfunden einen sehr ernst zu nehmenden Rückgang von gewissen Großflechtenarten im Gesamtgebiet der Alpen nach. Fast unglaublich wirken die durch Herbarfunde zweifelsfrei belegten Vorkommen von Rentierflechten im Bremgartenwald bei Bern: Diese Flechten fehlen heute gänzlich im Schweizer Mit-

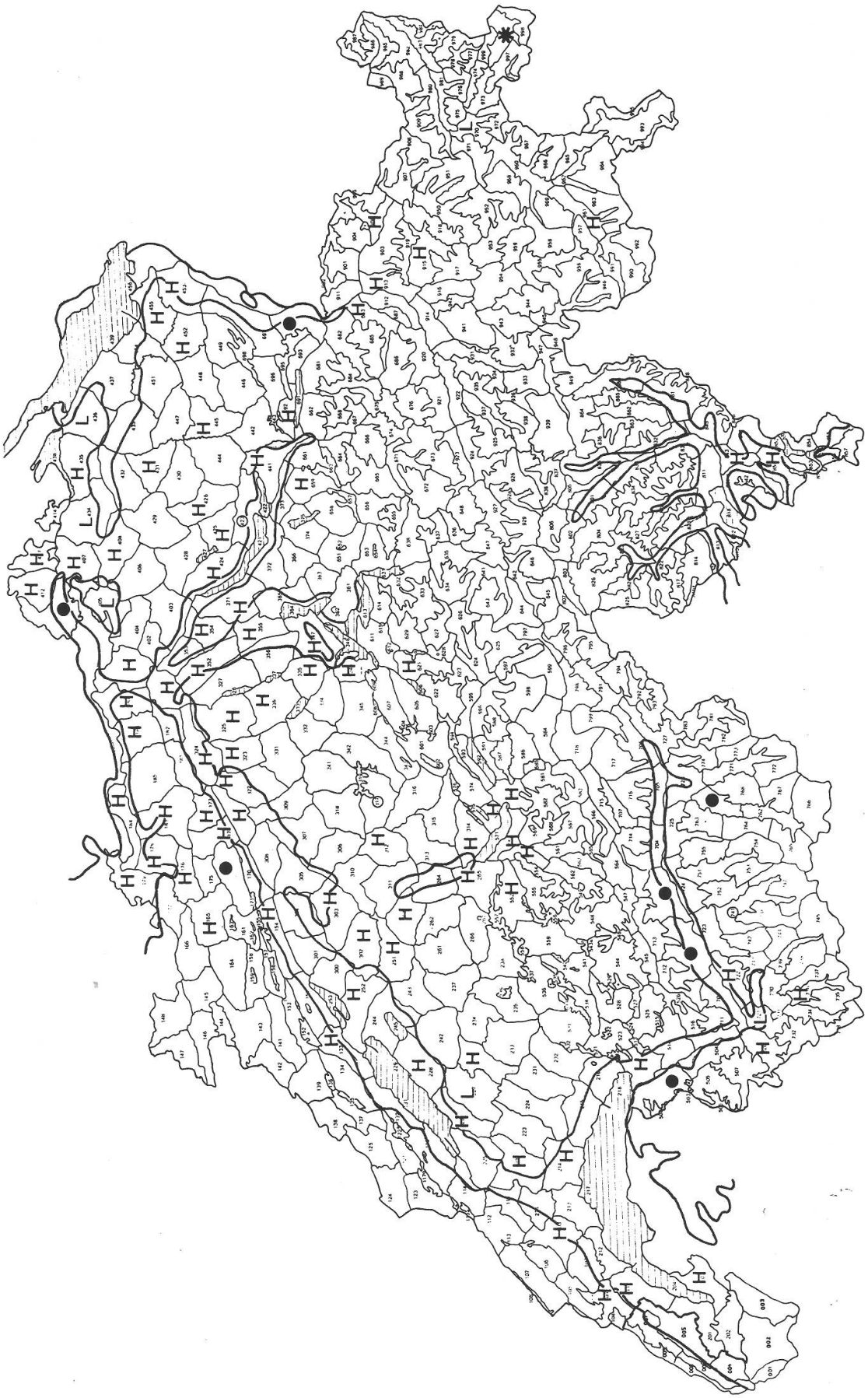

Abb. 8. Die Verbreitung von *Bromus grossus* Desf. in der Schweiz. Ammann in Welten und Sutter (1982). Mit Nachträgen aus den letzten Jahren. H: Herbarbelege. Kreise und Punkte: In der Inventarisierung der Siebziger Jahre lebend festgestellt. Stern: Nachtrag seit Publikation des Atlanten. Dicke Linien: 18 °C-Isotherme der mittleren, auf Meeresspiegel reduzierten Juli-Temperaturen.

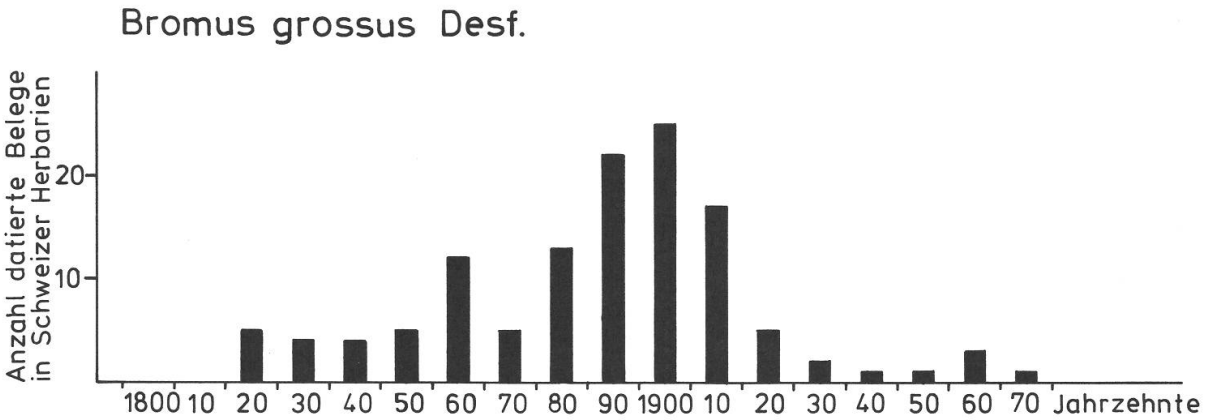

Abb. 9. Das Vorkommen und Verschwinden von *Bromus grossus* Desf. in der Schweiz im 19. und 20. Jahrhundert anhand von datierten Herbarfunden. Ausgezogen wurden die wichtigsten Herbarien der Schweiz.

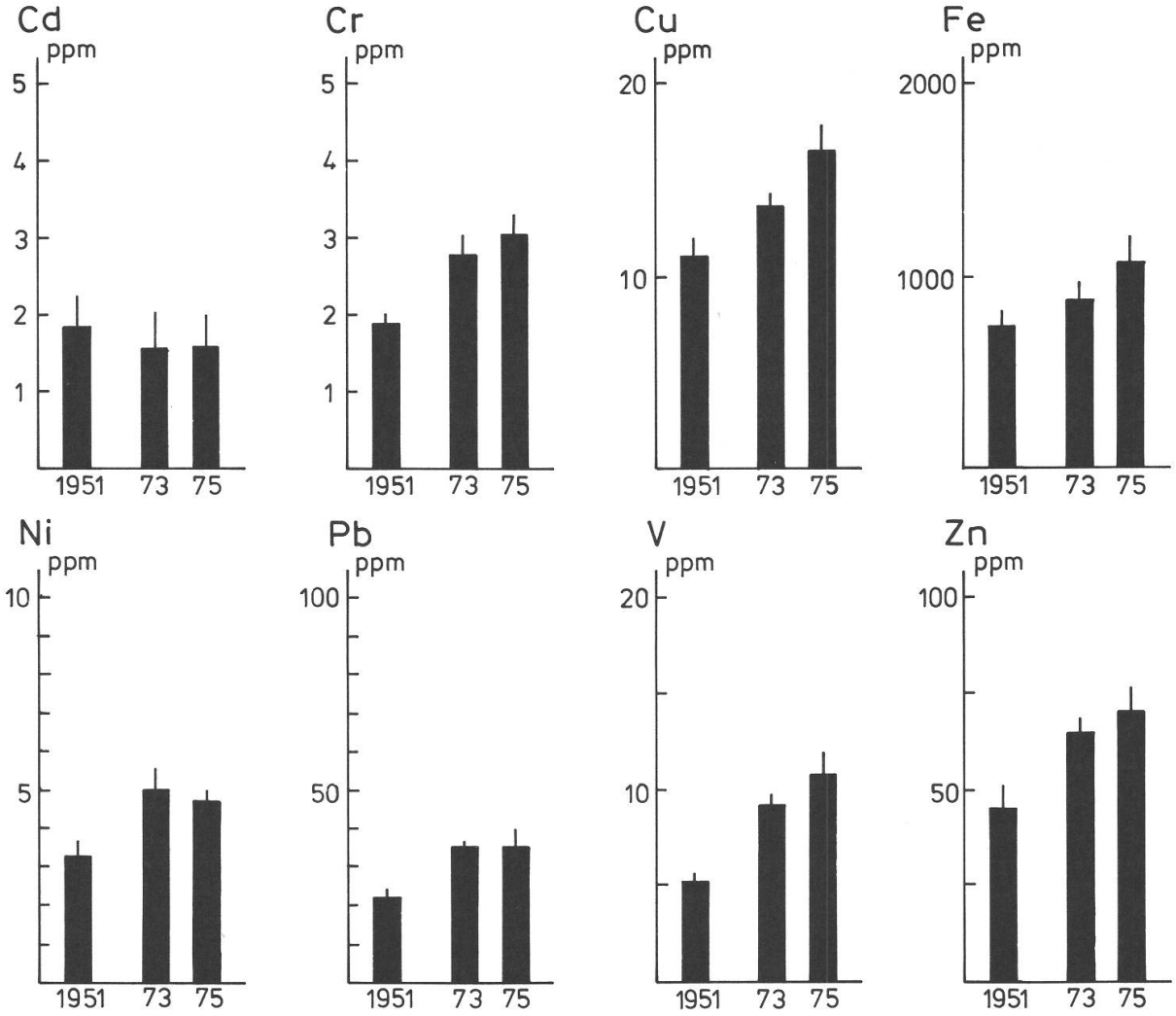

Abb. 10. Zunahme der Schwermetallgehalte in dänischen Moos-Herbarproben nach Rasmussen (1977), umgezeichnet.

telland. Biotopverlust, aber auch der generell stark angestiegene Nährstoffeintrag durch die verschmutzte Luft dürften die Hauptverantwortung tragen.

Darüber hinaus ist es möglich, die gesammelten Pflanzen als Archivmaterial für nachträgliche Messungen zu verwenden, so geschehen z. B. in Dänemark, wo man den Schwermetallgehalt von speziell für spätere Messungen herbarisierten Moosarten analysieren konnte. Dabei stellte man in einem ländlich abgelegenen Teil Dänemarks fest, daß im Vergleich zu weiteren Proben aus den Jahren 1971 und 1975 der Gehalt an verschiedenen Schwermetallen eindeutig zugenommen hatte: Die Zunahme betrug von 1950 bis 1973 für Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, V und Zn 23–76% (Durchschnitt 47%), von 1950 bis 1975 sogar 42–108% (Durchschnitt 61%). Für Cu, Fe und V war eine signifikant beschleunigte Zunahme in den beiden Jahren vor 1975 gemessen worden (Rasmussen 1977).

Die Herbarien sind also eigentliche, im übrigen noch viel zu wenig genutzte Archive, aus denen unter bestimmten Bedingungen auch die Spurenstoffgehalte in Pflanzen früherer Zeiten abgelesen werden können. Die so ermittelten Schadstoffwerte in alten Pflanzen sind als besonders aussagekräftig zu betrachten, da sie ein Resultat der gesamten damals auf die Pflanze wirkenden Umweltbedingungen darstellen. Zudem fällt bei den epiphytischen Kryptogamen der Einfluß des Substrates größtenteils weg.

Auch sind besonders älteste Herbarien wertvoll als Archive nicht nur alter, verifizierbarer Standortsangaben, sondern auch als Dokumente vergangener wissenschaftlicher Anschauung: Sie lassen über gepreßte Pflanzen eruieren, welchen Artbegriff die Botaniker früherer Jahrhunderte hatten, welche Pflanzen sich hinter den schönen Holzschnitten der Kräuterbücher wirklich verbergen. So ist zum Beispiel das Herbarium von Felix Platter aus der Zeit um 1530 so angelegt, daß neben einer sorgfältig gepreßten Pflanze immer noch eine Abbildung beigegeben ist, sei es eine Seite aus einem alten Kräuterbuch (z. B. Brunfels), sei es ein Originalaquarell des Dürer-Schülers Hans Weiditz, die als Vorlagen zu dem Brunfelsschen Herbarium vivae eiones . . . dienten (Rytz 1933 und Koreny 1985).

Die Herbarien sind wohl ganz allgemein als wertvolle Archive gepreßter Pflanzen anerkannt. Dennoch scheint es mir notwendig, die Bedeutung dieser Sammlungen in der heutigen Zeit wieder einmal zu unterstreichen. Oft genug fristen sie im heutigen Wissenschaftsbetrieb ein Nebendasein, das ihrem wirklichen Wert nicht gerecht wird; die Gründe dazu müssen tiefer liegen, sie sind in einem gewandelten Biologieverständnis und in einem veränderten Bild der Wissenschaft ganz allgemein zu suchen. Es ist deshalb wichtig, auf diesen ganzen Problemkreis der Stellung der organismisch orientierten Biologie kurz einzugehen.

2. Die Stellung der systematisch-taxonomisch orientierten Forschung in der modernen Biologie

Es ist heutzutage leider notwendig geworden, den Wert und die Bedeutung der organismisch orientierten Biologie (Begriffsklärung siehe Abschnitt 2.3.) wieder einmal festzuhalten. Wir leben in einer Zeit, in der sich die biologische Forschung in einem Maße vom Organismischen, vom Morphologischen, vom Ganzheitlichen weggewandt hat, die zu Bedenken Anlaß gibt. Gerade heute ist es aber sicher notwendig, die Forschung in systematisch, aber auch morphologisch orientierter Biologie voranzutreiben. Dafür sprechen die folgenden, u.a. auch tief im Erkenntnistheoretischen wurzelnden Gründe und Feststellungen.

2.1 Ungenügender Stand der Forschung

Die Erforschung auch der einheimischen Blütenpflanzen, von den Kryptogamen ganz zu schweigen, ist bei weitem nicht abgeschlossen: Noch werden wichtige Korrekturen im System der Blütenpflanzen erwartet, die Systematik hat mit dem Einbezug von modernen Untersuchungsmethoden große Fortschritte gemacht, und in den allermeisten Fällen sind wir von abschließenden Sippenumgrenzungen, dem auch nur groben Erfassen der Kleinsippen, weit entfernt.

Es wäre ein dringendes Bedürfnis, Unterscheidungsmerkmale vieler Sippen nachzuprüfen: Sie werden zwar in der Mehrheit der Fälle einer Überprüfung standhalten, Korrekturen sind jedoch noch viele zu erwarten. Man vergleiche dazu die Abb. 1–6 und das Vorwort unserer Landesflora von Hess und Landolt Bd. 1 1967, wo es S. 20 heißt: „Jedenfalls sind die Probleme zahlreich und vielgestaltig, Arbeit genug für Jahrzehnte ... Der Abschnitt Bemerkungen bei jeder Pflanzenbeschreibung zeigt, wie unrichtig die Ansicht ist, unsere Flora sei so weitgehend erforscht, daß nur noch unwesentliche Details abzuklären seien."

Es verwundert nicht, daß auch im engeren Fachgebiet der Klassifikation der Blütenpflanzen auf Gattungs- und Familienebene noch in den letzten Jahren grundlegende Neuerungen erarbeitet wurden, daß weitere solche zu erwarten sind: Die Anwendung neuer Methoden, das Zusammenarbeiten mit strukturell orientierten Biologen trägt seine Früchte (Ehrendorfer et al., ed. 1981, vgl. auch das folgende Kapitel). Damit soll aber nicht gesagt werden, wichtige Durchbrüche in der Forschung seien ausschließlich mit neuen Methoden zu schaffen. Als Beispiel dafür seien die Ergebnisse von Endress (1967) genannt, die er mit den üblichen Methoden der Blütenhistologie erarbeitete. Er entdeckte die nahe Verwandtschaft zwischen den Hamamelidaceen und den Betulaceen mit dem wichtigen Bindeglied *Corylopsis,* das seinerseits deutlich zu den Rosales weist. Damit fand Endress ein neues Argument für die Ansicht der Monophylie der Angiospermen.

Ein weiteres schönes Beispiel, wie mit sorgfältigen und ausgedehnten morphologischen Beobachtungen (ein Lebenswerk!) wichtige neue Erkenntnisse gewonnen werden können, lieferte Nelson (1954, 1962, 1968, 1976): Durch eine Vielzahl von Einzelbeobachtungen belegt er in seinen blütenmorphologischen Untersuchungen bei vielen Gruppen des Blütenpflanzensystems parallele Entwicklungstendenzen und erklärt sie durch korrelative, physiologische, das Gleichgewicht regulierende Prozesse. Nelsons Arbeiten bringen wichtige Erkenntnisse zur Biologie der Evolution aus morphologischer Sicht, dies Jahre vor der heutigen Zeit, in der strukturell orientierte Biologen ebenfalls die Evolution als einen Vorgang zu betrachten beginnen, der nicht von Genomen allein, sondern von rückgekoppelten Systemen, Mutationen von Steuerungsprozessen und Regulatorgenen beeinflußt wird.

2.2 Gebrauch moderner Methoden in der Systematik

Wichtige Impulse wurden der Systematik durch das Einführen moderner Untersuchungsmethoden vermittelt. In vielen Gebieten der biologischen Mikromorphologie (Palynologie, Diatomeensystematik usw.) hat z. B. die Elektronenoptik neue Formenwelten zutage gefördert, die zum Teil zu eigentlichen neuen Nomenklaturen der Morphologie, zu Neugruppierungen der Taxa ganz allgemein geführt hat.

Standardisierte Mikrochemische Methoden haben z. B. in der Lichenologie in bisher kaum überschaubaren Artengruppen zu neuer Klarheit der Unterteilung verholfen.

Methoden der multivariaten Statistik, die mit der unerhörten Beschleunigung elektronischer Rechenverfahren erst ermöglicht wurden, gaben der organismischen Forschung und z.B. auch der Ökologie ein Arbeitsinstrument in die Hand, das auch ein kompliziertes Vielfaktorensystem behandeln läßt. Was früher für Außenstehende zu Unrecht wenig überzeugend mit der „Erfahrung" des Taxonomen, des Pflanzensoziologen umschrieben werden mußte, kann heute oft mathematisch nachvollzogen werden. Dennoch bleibt das Urteil des erfahrenen Taxonomen bei monographischen Bearbeitungen entscheidend wichtig.

2.3 Erkenntnistheoretisches zur organismisch orientierten Biologie

Vorerst ein Wort zur Begriffsklärung:

1. Unter *organismisch orientierter Biologie* sei hier eine „beobachtende" Biologie im Sinne von Mayr (1984) verstanden, die sich mit der Vielfalt, dem „Speziellen" in der belebten Natur beschäftigt: Es zählen dazu etwa die Disziplinen der Systematik, der Ökologie, der Verhaltensforschung, der Evolutionsbiologie mit ihren vielfältigen einzelnen Fachgebieten, für deren vollständige Aufzählung hier der Raum fehlt (vgl. Abb. 11). Der ganze Bereich der Ökologie, der Ethologie u.ä. wird etwa auch, je nach Auffassung, als ökosystemare Biologie und als Verhaltensbiologie abgetrennt.
2. Unter *strukturell orientierter Biologie* fassen wir hier Disziplinen einer im Sinne von Mayr (1984) vorwiegend „funktional" verstandenen Biologie zusammen, die sich mit den molekularen Strukturen der Lebewesen beschäftigen, die sich mit den für alle oder doch viele Lebewesen gültigen biologischen Gesetzmäßigkeiten befassen.

In einer Übersicht sind diese Anschauungen graphisch verständlich gemacht (Abb. 11).

Methodisch gesehen haben sich besonders in den letzten Jahren die Grenzen der botanischen Disziplinen verwischt. Auch ist es kaum noch gerechtfertigt, die biologischen Wissenschaften in sogenannt „beschreibende" und „experimentelle" zu unterscheiden und womöglich noch wertend zu stufen: Der organismisch orientierte Biologe hat mit der multivariaten Statistik, mit der elektronischen Datenverarbeitung u.ä. Arbeitsinstrumente in die Hand bekommen, die es ihm erlauben, mit den vielen Parametern seiner Studienobjekte und ihrer Umwelt besser umgehen zu können. Er betrachtet die Natur als die Experimentatorin, hat bei seinen Experimenten mit vielen Parametern zu rechnen, darf aber sicher sein, daß er sich mit seinen Forschungen in der „Realität" natürlicher Bedingungen bewegt, auch wenn er die „Wirklichkeit" nie durchschauen kann. Dies wird auch in Zukunft die Crux des Feldbiologen bleiben: er sieht sich nicht nur der Umweltzerstörung gegenüber, kann sie so genau wie kaum sonst jemand verfolgen, sondern er spürt auch die Ohnmacht des Analysierenden so vielen Faktoren gegenüber. In Vitro-Experimente auf der anderen Seite können zwar auf wenige Parameter eingeschränkt werden, der Forscher kann mit einer gewissen Leichtigkeit, um nicht zu sagen Experimentierlust, die Natur nachahmen. Liegt nicht in dieser Arbeitsweise auch eine gewisse Versuchung, indem der Experimentator nicht Ohnmacht, sondern Macht erleben kann? Dennoch kranken aber die Schlußfolgerungen zu seinen Experimenten an notgedrungen eingeschränkten Gesamtbedingungen, die nicht mehr jenen der natürlichen Umwelt entsprechen.

Es geht hier nicht darum, die eine Arbeitsweise gegen die andere auszuspielen, sondern vielmehr scheint es mir notwendig, dem unberechtigten Anspruch der strukturell orientierten Biologie entgegenzutreten, mit dem experimentellen Ansatz allein wissenschaftlich und reproduzierbar zu arbeiten. Treffend hat sich dazu auch Mayr (1984)

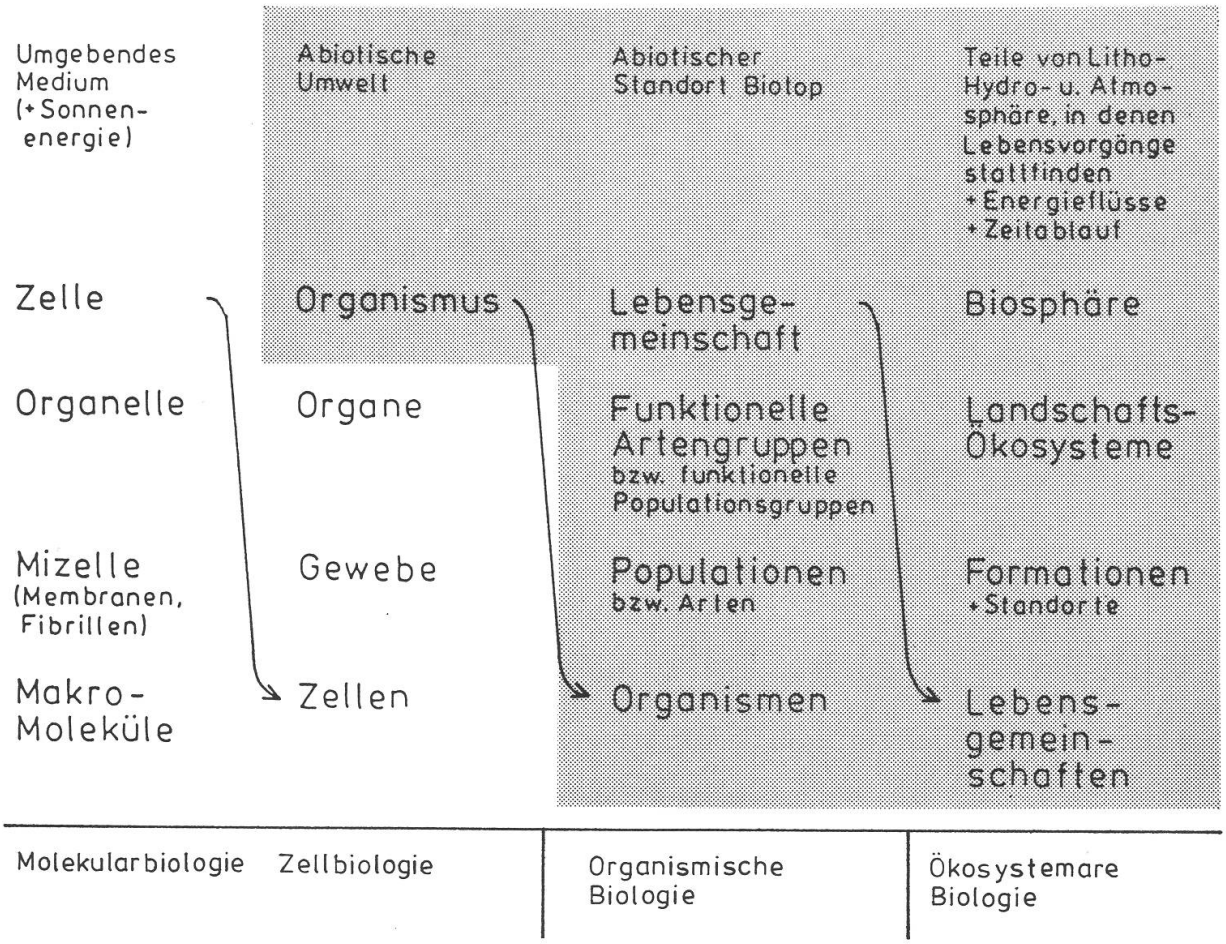

Abb. 11. Die wichtigsten Fachrichtungen der biologischen Wissenschaften, parallelisiert nach dem hauptsächlich dazugehörenden Studienobjekt, geordnet nach dem hierarchischen Aufbau von Lebensgemeinschaft, Organismus und Zelle und ihrer jeweiligen Umwelt. Nach Gigon (1974), verändert. Organismisch orientierte biologische (inkl. ökosystemare) Fachrichtungen gerastert.

S. 25 ff geäußert: „In wissenschaftsphilosophischen Werken, die aus der Feder von Physikern stammen, wird das Experiment häufig als *die* Methode der Naturwissenschaft bezeichnet. Das ist nicht richtig, denn in manchen naturwissenschaftlichen Gebieten, wie etwa der Evolutionsbiologie und der Ozeanographie, sind andere, streng wissenschaftliche Methoden von großer Bedeutung. Jeder Zweig der Wissenschaft erfordert seine eigenen, ihm angemessenen Methoden. Für Galilei, den Erforscher der Mechanik, waren Messen und Quantifizieren von allergrößter Bedeutung. Für Aristoteles, der sich mit lebenden Systemen und der Vielfalt der Organismen befaßte, waren die Analyse der Vorgänge, die wir heute als teleonomische Prozesse bezeichnen, sowie das Aufstellen von Kategorien die bevorzugten Methoden. In der Physiologie und anderen funktionalen Wissenschaften ist der experimentelle Ansatz nicht nur eine geeignete Methode, sondern auch nahezu die einzige, die zu Resultaten führt.“ Und S. 26: „Die moderne Evolutionsbiologie, Verhaltensforschung und Ökologie haben überzeugend bewiesen, daß diese weitgehend beobachtenden Wissenschaften alles andere als deskriptiv sind.“ Und S. 27: „Das Beobachten hat in der Biologie wahrscheinlich mehr Einsichten hervorgebracht als alle Experimente zusammen.“

Es ist in den letzten Jahren ein erfreulicher Trend zurück zu einer ausgeglicheneren Naturanschauung festzustellen. Auch in der Physik setzt sich wieder mehr eine ganzheitliche Betrachtungsweise durch, das Interesse an der eigentlichen Vielfalt der Naturphänomene nimmt zu. „Nach unserer Auffassung löst sich die Wissenschaft heute vom Newtonschen Mythos, weil sie die Vielfalt und die Zeit wiederentdeckt hat. Sie kann daher die Natur beschreiben, ohne die Relevanz von Vielfalt und Zeit zu verneinen. Auf diese Weise wird erneut ein kultureller Dialog zwischen Natur- und Geisteswissenschaften möglich" (Prigogine und Stengers 1981, S. 62). Auch Mayr (1984) kommt auf S. 63 in seiner geschichtlichen Betrachtung des biologischen Denkens zu ähnlichen Feststellungen: „Eine Philosophie der Biologie muß eine Betrachtung aller wichtigen spezifisch biologischen Begriffe einschließen, nicht nur die der Molekularbiologie, Physiologie und Entwicklungsbiologie, sondern auch jene der Evolutionsbiologie (etwa natürliche Auslese, einschließlich Fitneß, Anpassung, Fortschritt, Abstammung), der Systematik (Arten, Kategorie, Klassifikation), Verhaltensforschung und Ökologie (Konkurrenz, Nutzung von Ressourcen, Ökosystem)."

Es soll hier der Gegensatz zwischen den beiden Biologien, zwischen der experimentellen und vergleichenden Methode, nicht zu sehr kultiviert werden; dazu Mayr (1984), S. 26: „Der Unterschied zwischen beiden Methoden ist im Grunde nicht so groß, wie er auf den ersten Blick scheinen mag. Bei beiden Methoden werden Daten gesammelt, und bei beiden spielt die Beobachtung eine entscheidende Rolle (obgleich der Experimentator gewöhnlich nicht erwähnt, daß seine Ergebnisse der Beobachtung der durchgeführten Experimente zu verdanken sind)".

Beide, der organismisch wie der strukturell orientierte Biologe, sind, auf Grund der oben beschriebenen gegenseitigen Erkenntnislücken, bei der Lösung vieler Forschungsaufgaben aufeinander angewiesen und müssen zusammenarbeiten.

2.4 Die Sippenbasis als eine der unentbehrlichen Gundlagen für die biologische Forschung

2.4.1 Die Sippenbasis als Anschauungsweise biologischer Forschung allgemein

Die gesamte biologische Forschung wird auch weiterhin auf einer genauen Sippen-Basis aufbauen müssen; sie stellt ein wichtiges Fundament biologischer Anschauung dar. Gerade die ganzheitliche Sicht des Systematikers und auch des Morphologen liefert in der Biologie Erkenntnisaspekte, die neben jenen der molekularen, biophysikalischen und physiologischen Sicht unabdingbar sind (Abb. 12). Allerdings sei vor einer zu streng sektoriell getrennten Sicht gewarnt: Gerade in den Übergangsbereichen und Kombinationsmöglichkeiten siedeln erfolgversprechende Lösungsansätze für die heutigen Umweltforschungsprobleme.

Die Systematik ist zu Unrecht bei einigen stukturell orientierten Biologen in den Geruch gekommen, als veraltete Wissenschaft sich nur um die scheinbar bereits zur Hauptsache erforschten Klassifikationen der Lebewesen zu kümmern. Die organismische, ganzheitliche Sicht des Systematikers erschließt biologische Erkenntnisräume, die weit über das einfache Einteilen der Arten hinausgeht. Zu Fragen der Evolution, der Biogeographie, der Genetik, der Umweltwissenschaften kann auch die organismisch orientierte Biologie Gewichtiges beitragen. Man kann mit Fug behaupten, die eigentliche Forschungsaufgabe der biologischen Systematik gehöre zu den schönsten und größten, die es in den Naturwissenschaften gibt.

Wir müssen uns vor Augen halten, daß ganz fundamentale Fragen der Evolutionsforschung wie die folgende noch nicht gelöst sind: Es gibt ungefähr 300 000 Blüten-

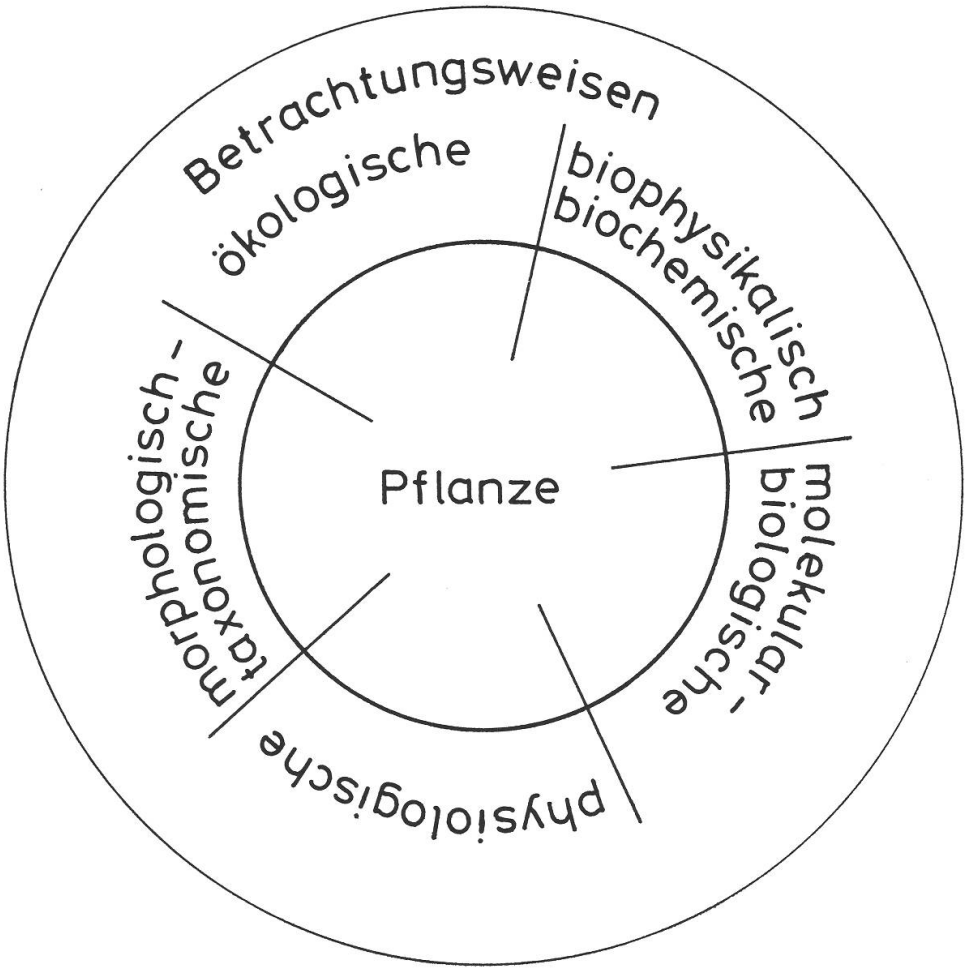

Abb. 12. Die verschiedenen Betrachtungsweisen, die zu einem vollständigen naturwissenschaftlichen Bild eines Lebewesens beitragen können.

pflanzenarten; weshalb haben sich denn eigentlich im gleichen Zeitraum nicht tausend oder eine Milliarde Arten entwickelt? Es ist nicht bekannt, bis zu welchem Grad physikalische Eigenschaften unserer Erde die bisher bekannt gewordenen biologischen Kräfte der Evolution beeinflussen (Wilson 1985).

Die Diskussion um die Artkonzepte ist nicht abgeschlossen; als Beispiel sei das Symposium "Species concepts in Bryophytes: Traditional and innovative approches" erwähnt (Miller 1985).

2.4.2 Die Systematik als Basis für die biologischen Umweltwissenschaften

Wenn es uns gelingen soll, mit der Natur wieder in Frieden zu leben, müssen wir unsere Umwelt als Mitwelt begreifen lernen (Altner et al. 1984), d.h. wir müssen auch den Schritt von der Umweltforschung zur Mitweltforschung vollziehen. Die Berücksichtigung der Interessen der Mitwelt bedingt aber, daß wir Ernst machen mit dem Eingehen auf die Vielfalt der Arten, der Wirkungsgefüge: Mit Meier-Abich (in Altner et al. 1984) ist deshalb auch zu fordern, daß zur Versöhnung mit der Schöpfung auch ein Respekt vor ihren Lebensgemeinschaften und der Vielfalt der Arten gehört. Die organismisch orientierte Biologie in der Umweltforschung hat deshalb einen wichtigen

Platz einzunehmen. Dies fordert auch Zoller (1981): „Solange an den Hochschulen nichts dafür unternommen wird, die Erkenntnisse der Molekulargenetik, der Biochemie, der Mikrobiologie und Zellphysiologie usw. von einer höheren Integrationsstufe aus kritisch zu überprüfen, um daraus neue Arbeitshypothesen zu gewinnen, so lange können die immensen Finanzmittel, die von den biologischen Instituten verschlungen werden, für die Probleme des Umweltschutzes gar nicht in dem Maße nützlich sein, wie sie es ohne Zweifel sein könnten. Eine intensive, gegenseitig sich ergänzende Zusammenarbeit zwischen den biologischen Teildisziplinen der verschiedenen Integrationsstufen und Kategorien ist deshalb eine der dringlichsten Forderungen, die wir in allernächster Zukunft an die Hochschulen zu stellen haben."

Aus dem großen Aufgabenfeld der organismisch orientierten Biologie innerhalb der Umweltwissenschaften können hier nur drei Schwerpunkte herausgegriffen werden:

1. *Artenschutz, Genpools.* – Wie schon im Abschnitt 1.4. mit Beispielen belegt, befindet sich die biologische Systematik in einem tragischen Wettlauf mit dem Aussterbe-Prozeß der Arten. Immer mehr Arten verschwinden für immer; damit aber geht Erbgut definitiv verloren, das für die Züchtung neuer Kulturpflanzen vielleicht wichtig gewesen wäre. Man hat deshalb längst begonnen, ganze Museen mit lebenden Pflanzen einzurichten, in denen für zukünftige Menschengenerationen Erbgut erhalten bleiben soll. Die FAO (Food and Agricultural Organization der Vereinigten Nationen) hat ein internationales Netzwerk von Samenbanken aufgezogen, in denen tausende von Samenproben bei –20 °C und 5% Feuchtigkeit in den meisten Fällen für hunderte von Jahren lebensfähig erhalten werden können. Präzise Artbestimmungen sind auch hier von erster Wichtigkeit. Durch gezielten Artenschutz soll auch verhindert werden, daß wertvolles Erbgut von Wildsorten verloren geht, das für das Erzielen von züchterischen Fortschritten bei wichtigen Weltwirtschaftspflanzen unentbehrlich bleibt (Prance und Elias 1976, Zippelius 1983).
2. *Die Art als Basis der Vegetationsanalyse.* – Die Schule Zürich-Montpellier, mit ihrem Begründer Braun-Blanquet, hat weltweit Erfolge vorzuweisen, die sich auch im Bereich der angewandten Wissenschaften sehen lassen können. Sie geht von einer Ansprache möglichst aller Arten eines Bestandes aus, wobei im besten Falle je nach Fragestellung auch einige wenige Kryptogamengruppen mit einbezogen werden. Die auf dieser Basis erfaßten, in ein hierarchisches System einfügbaren Vegetationseinheiten lassen sich reproduzierbar kartieren. Diese Vegetationskarten stellen eine eigentlich unentbehrliche Grundlage für Entscheidungen in Naturschutz und Landschaftsplanung dar. Leider fehlt diese Grundlage oft, dies nicht zuletzt auch deshalb, weil es an genügend ausgebildeten Biologen fehlt, die die Kartierungen durchführen könnten. Immerhin befindet sich eine pflanzensoziologische Grundlagenkartierung der Schweiz in einem größeren Maßstab in Vorbereitung, bei der rund 150 verschiedene Vegetationseinheiten auf der Basis eines Kilometer-Rasters EDV-gerecht aufgearbeitet wurden (Béguin, Hegg und Zoller 1975). Ein Atlas schutzwürdiger Vegetationstypen der Schweiz ist in Vorbereitung, in Zusammenarbeit mit der Abteilung Natur- und Heimatschutz des Bundesamtes für Forstwesen. Sein Inhalt stellt eine wichtige Basis und Entscheidungshilfe für landesplanerische Vorgänge dar.
3. *Bioindikation.* – Die heute drängenden Umweltprobleme können nur dann sinnvoll gelöst werden, wenn auch eine ökologisch-erdwissenschaftliche Forschung voll zum Zuge kommt. Die Bioindikation mit verschiedensten Pflanzengruppen erlebt einen neuen Aufschwung (vgl. z. B. Lang 1975), es werden neue, auf genauen Inhalts-Analysen basierende Monitoring-Methoden einerseits, an Umweltdaten geeichte Bioindikations-Methoden anderseits entwickelt (Wanner et al. 1985). Auch hier wiederum

stellt eine klare Sippengliederung und Sippenkenntnis für den einzelnen Forscher eine unverzichtbare Größe dar: Die Existenz von Ökotypen und Kleinsippen und deren Kenntnis kann oft von entscheidender Wichtigkeit sein. Angesichts tausender teils noch unbekannter Luftschadstoffe gewinnt das Studium der ganzheitlichen Wirkung auf Bioindikatoren gegenüber den sehr aufwendigen physico-chemischen Einzelmessungen zunehmend an Bedeutung.

Es fehlt in den meisten europäischen Ländern, so auch in der Schweiz, ein langfristiges Monitoring, das gebietsbezogen die kriechenden Veränderungen unserer Umwelt ergründet. Ökosystemare Untersuchungen dieser Art erheischen optimale Artenkenntnisse möglichst vieler systematischer Gruppen von Lebewesen dieser Dauer-Beobachtungsflächen (Lehmann 1985). Die Systematik hat hier noch ein weites und dringend zu beackerndes Arbeitsfeld vor sich.

2.5 Die Systematik als wichtige Stütze biologischen Unterrichts

Das oben im dritten Abschnitt Gesagte würde allein schon genügen, der organismisch orientierten Biologie auf allen Unterrichtsstufen das notwendige Gewicht zu geben. Es ist zu hoffen, daß auch der Naturschutz in der Biologieausbildung fester Fuß faßt, denn gerade in den letzten 10 bis 15 Jahren sind die Anliegen des Naturschutzes in weiten Bevölkerungskreisen zunehmend als wichtiger erkannt worden. Parallel dazu haben sich die fachspezifischen wissenschaftlichen, technischen und rechtlichen Grundlagen des Naturschutzes enorm erweitert, man denke nur an Begriffe wie Synökologie, Ökosystemschutz, Biotopkartierung, Biotopschutz, Biotopgestaltung, Landschaftsplanung, Rote Listen, durch intenationale Abkommen geschützte Pflanzen, usw. Ein gewisser Grundstock an Artenkenntnis ist bei aller konkreter Naturschutzarbeit vorauszusetzen; nur er ermöglicht auch ein „sich Zurechtfinden in der Landschaft", ein Arbeiten aufgrund konkreter Anschauung, zu der synökologische und biozönologische Fragestellungen unbedingt gehören (Stodte 1984, Zucchi 1984).

Dieser Sachverhalt wird auch durch eine Vernehmlassung des sehr aktiven Naturschutzbundes Bayerns bestätigt, der sich ausführlich zu den Ausbildungsanforderungen äußerte, die er an seine Mitarbeiter stellt: „Im Rahmen der Vorlesungen und Übungen zur Botanik und Zoologie sollte neben dem notwendigen physiologischen und anatomischen Grundwissen vor allem der Artenkenntnis im Hinblick auf die praktische Arbeit vor Ort breiter Raum gewährt werden" (Weiger 1984).

Auch das vom Bundesamt für Umweltschutz 1980 in Auftrag gegebene Gutachten über „Bedürfnisse und Möglichkeiten für die Förderung der Umwelterziehung an den schweizerischen Hochschulen und Höheren Technischen Lehranstalten" kommt zu ähnlichen Schlüssen: „Wir dürfen nicht darüber hinwegsehen, daß unsere Umwelt fortwährend verarmt, daß laufend ganze Gruppen von Tieren- und Pflanzenarten aussterben . . ." (Leibundgut 1985). Die Umweltwissenschaften haben nach diesem Gutachten auch in der Schweiz in Unterricht und Forschung noch eindeutigen Nachholbedarf; daß hier auch die organismische Biologie mit eingeschlossen ist, versteht sich von selbst.

Auch Zoller (1981) fordert klar, der organismischen Biologie im Unterricht ein stärkeres Gewicht zu geben: „Infolge schwerwiegender Irrtümer im Unterrichtskodex der Biologie wird nach wie vor der entscheidende Ausbildungs- und Bildungsauftrag der Biologie verkannt, zum Beispiel die elementare Tatsache, daß diejenigen, welche die Aufgabe haben, die gefährdete Biosphäre zu retten, unbedingt die Kenntnis der Einzelorganismen benötigen. Die Voraussetzung zum gezielten, verantwortungsbewußten Handeln gegenüber der Umgebung beruht keineswegs nur auf der Fähigkeit zur ratio-

nalen Kritik und zum kausal-analytischen Experimentieren; mindestens so wichtig ist ein vertieftes, ästhetisches Erleben des Lebendigen auf der Endstufe der Weisheit."

3. Schlußfolgerungen

Die Herbarien können mit Recht als wichtiges Forschungsinstrument betrachtet werden. Es genügt deshalb nicht, sie gut zu verwalten, nachzuführen, die Neueingänge einzuordnen, vielleicht gar Computerdokumentationen herzustellen. Es gilt vielmehr, sie auch aktiver Forschung in der Systematik verfügbar zu machen, sie als wertvolles Arbeitsinstrument solcher Forschung auch tatsächlich auszunützen.

In den letzten Jahren sind Anstrengungen unternommen worden, der Systematik wieder vermehrt Auftrieb zu geben. Es haben sich neben verdienten Systematikern wie Merxmüller (1981) auch große Wissenschaftsorganisationen wie der Europäische Wissenschaftsrat und die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen spezieller Arbeitsgruppen mit dem gegenwärtigen Zustand der Forschung in biologischer Systematik auseinandergesetzt (vgl. dazu Fricker und Ottosson 1977, Heywood und Clark 1982 und auch Kubitzki 1984). Sie alle empfehlen dringend eine vermehrte Unterstützung taxonomischer Forschung auch in europäischen Ländern.

Zeichen eines neuen Aufschwungs der Systematik ist es auch, daß in den USA allein in den letzten 15 Jahren 94 neue öffentliche Herbarien gegründet wurden (Landolt 1985, Edwards S. R. et al. 1985). Auch eines der größten Schweizer Herbarien, jenes der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich scheint in seinem Fortbestand vorderhand nicht mehr bedroht; allerdings wäre zusätzlich zu wünschen, daß es durch eine voll unterstützte aktive Forschung weiterhin auch seiner Bedeutung entsprechend ausgeschöpft werden kann.

In der Schweiz läßt sich schon aus dem simplen Größenvergleich mit anderen europäischen Herbarien eine Verpflichtung ablesen, diese wertvollen Archive auch in der Forschung zu nutzen. Im weltweiten Vergleich schneidet die kleine Schweiz sehr gut ab. Stellt man auf den reinen Größenvergleich ab, ist aus der untenstehenden Graphik (Abb. 13) sofort ersichtlich, daß wir mit den größten und berühmtesten Herbarien mithalten können. Dies vor allem dank Genf und Zürich, aber auch Lausanne, Neuenburg, Basel und Bern tragen dazu bei. Die Erfahrung im Auszug der Herbarien in der Kartierung der Schweizer Flora hat gezeigt, daß gerade auch die scheinbar kleinen Sammlungen wesentlich zum Verbreitungsbild der Arten beitragen konnten. Besonders wertvoll sind auch die zahlreichen, in der Schweiz geführten Privatherbarien: Sie enthalten oft sehr schön gesammeltes Material, die Etiketten verraten oft eine detaillierte Orts- und Sachkenntnis.

Es sei schließlich nicht verschwiegen, daß ungehemmtes Sammeln von seltenen Pflanzenarten heute zu Recht verpönt ist. Diese Arbeit soll nicht als Aufruf zu undifferenziertem Raffen großer Herbarbestände mißverstanden werden. Eine Population seltener Arten wird aber nicht nur dadurch geschont, daß man das Pflücken oder Ausgraben von Herbarexemplaren unterläßt, sondern auch durch den Verzicht auf das Zertrampeln der oft sehr fragilen Biotope, und wohl am wirksamsten durch einen integralen Biotopschutz.

Den folgenden Personen bin ich zu Dank für Anregungen und Durchlesen des Manuskriptes verpflichtet: M. Bolliger, P. Clerc, A. Gigon, E. Landolt, P. Lehmann, G. Lang, E. Ruoss, C. Scheidegger und H. Zoller.

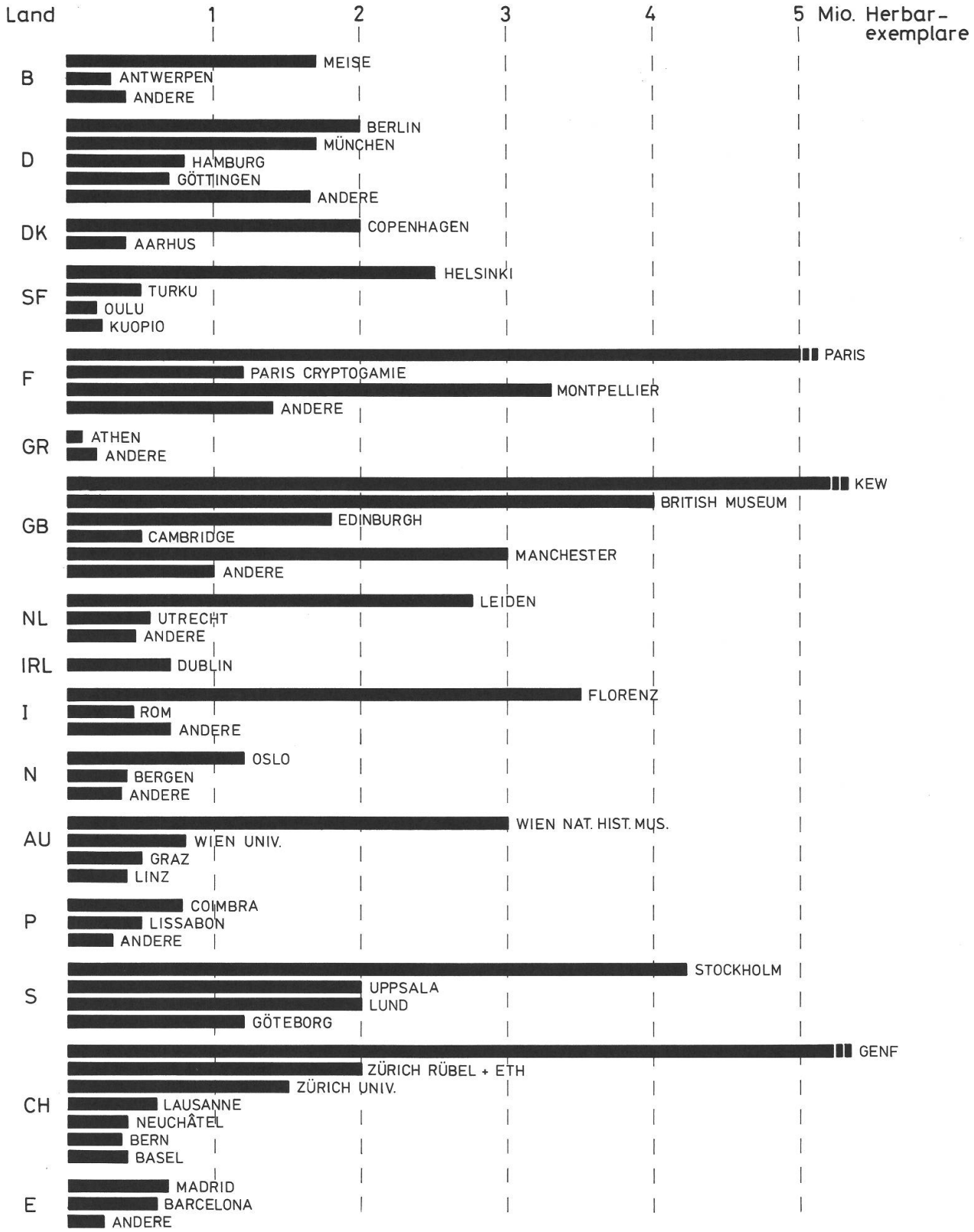

Abb. 13. Die Größe der wichtigen europäischen Herbarien. Zusammengestellt nach Ländern aus Heywood und Clark (1982).

Literatur

Altner G., G. Liedke, K. Meyer-Abich, K. Müller und U. Simonis 1984. Manifest zur Versöhnung mit der Natur. Die Pflicht der Kirchen in der Umweltkrise. Neukirchener Verlag, 30 pp.

Ammann K. 1981. Bestimmungsschwierigkeiten bei europäischen *Bromus*-Arten. Bot. Jahrb. Syst. 102: 459–469.

Béguin C., O. Hegg und H. Zoller 1975. Landschaftsökologisch-vegetationskundliche Bestandesaufnahme der Schweiz zu Naturschutzzwecken. Verh. Ges. f. Ökologie, Tagung 1974 in Erlangen: 245–251. Junk The Hague.

Brogli B. 1985. Karyosystematische Untersuchungen an Pflanzen der Walliser Segetalflora. Lizentiatsarbeit Universität Bern. 127 pp.

Clerc P. 1984. *Usnea wirthii* – A new species of lichen from Europe and North Africa. – Saussurea 15: 33–36.

Edwards S. R., G. M. Davis and L. I. Nevling Jr. 1985. The Systematics community. Educational background for curators, sources of funding, distribution of declined funding, and degrees granted per discipline per year. 161 tables of data, 275 pp. Association of Systematics Collections c/o Museum of Natural History, University of Kansas, Lawrence, Kansas 66045.

Ehrendorfer F. und R. Dahlgren 1981 (ed.) New evidence of relationships and modern systems of classifications of the angiosperms. Proceedings of a symposium held on 22 August, 1981, during the XIII International Botanical Congress in Sydney, Australia. Nordic J. Bot. 3: 1–155.

Endress P. 1967. Systematische Studie über die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Hamamelidaceen und Betulaceen. Inaugural-Dissertation. Bot. Jahrb. 87: 431–525.

Fricker P. und M. O. Ottosson (ed.) 1977. Taxonomy in Europe. ESRC-Review 13: 1–95 (vgl. auch Final Report unter Heywood et al.).

Gigon A. 1974. Ökosysteme; Gleichgewichte und Störungen. Aus Leibundgut H. (hg.) Landschaftsschutz und Umweltpflege. Huber, Frauenfeld, 368 pp.

Hess H. E., E. Landolt und R. Hirzel 1967. Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete Band 1. Birkhäuser, Basel und Stuttgart.

Heywood V. H. and R. B. Clark, 1982. Taxonomy in Europe. Final report of the european science research councils' ad hoc group on biological recordings, systematics and taxonomy. North Holland Publ. Comp. Amsterdam, New York, Oxford. European Science Foundation ESRC-Review 17 – Strasbourg. Siehe auch Preliminary Report unter Fricker.

Imhof E. und E. Spiess, 1981. Schweizer Weltatlas. Lehrmittelverlag des Kantons Zürich.

Internationaler Code der Botanischen Nomenklatur, 1983. Adopted by the thirteenth international botanical congress, Sydney, August 1981. Regnum Vegetabile III. Junk The Hague, Boston.

Koreny F. 1985. Albrecht Dürer und die Tier- und Pflanzenstudien der Renaissance. Prestel München, 278 pp.

Kraus O. und K. Kubitzky 1982. Biologische Systematik. Im Auftrag der Deutschen Forschungsgemeinschaft unter Berücksichtigung der Ergebnisse eines DFG-Rundgesprächs sowie der ESRC Interim and Final Reports „Taxonomy in Europe". Mit wesentlichen Beiträgen von Peter Ax, Ernst-Josef Fittkau, Ernst Mayr, Hermann Merxmüller, Günther Osche, Karl-Heinz Schleifer und Gerhard Wagenitz. Denkschrift, Verlag Chemie.

Landolt E. 1985. 125 Jahre Herbarium ETH. ETH Zürich. Bulletin der ETH Zürich Nr. 190.

Lehmann P. 1985. Auswirkungen der anthropogenen Luftbelastung auf den Menschen und seine natürliche und kulturelle Umwelt. Forschungsstand, Forschungslücken, Abdeckung der Bedürfnisse. Im Auftrag der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, unter der Leitung der Arbeitsgruppe zum Studium der Auswirkungen der Luftverschmutzung.

Lehmann P. 1986. Die Stellung der organismischen Biologie im Wandel der Biologie an schweizerischen Hochschulen. Im Auftrag der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Umweltforschung als interner Arbeitsbericht verfaßt. 42 pp.

Leibundgut H. 1985. Stand und Ziele der Ausbildung über Umweltprobleme. Zusammenfassung eines BUS-Gutachtens. Schweiz. Z. Forstwesen 136: 705–723.

Mayr E. 1984. Die Entwicklung der biologischen Gedankenwelt. Vielfalt, Evolution und Vererbung. Springer Berlin, 766 pp.

Merxmüller H. 1981. Möglichkeiten und Probleme systematischer Forschung an botanischen Instituten und Museen. Bot. Jahrb. Syst. 102: 39–52.
Miller N. 1985. Symposium Species concepts: Traditional and innovative approaches. Bryologist 88: 171–222.
Müller Fr., um 1840. Kleine Flora der Schweiz als Anleitung zur Kenntniß der Pflanzenwelt für Damen. Enthaltend eine Auswahl von Gewächsen, welche in den Gewässern, Sümpfen, Wiesen, Heiden, Gebüschen und Wäldern, Bergen und Alpen bis zu den Regionen des ewigen Eises, im Schweizerlande gefunden werden. Gesammelt, geordnet und herausgegeben von Fr. Müller, Botaniker in Bern.
Nelson E. 1954. Gesetzmäßigkeiten der Gestaltwandlung im Blütenbereich. Verl. Nelson, Chernex, 302 pp.
Nelson E. 1962. Gestaltwandel und Artbildung erörtert am Beispiel der Orchidaceen Europas und der Mittelmeerländer, insbesondere der Gattung *Ophrys.* Mit einer Monographie und Ikonographie der Gattung *Ophrys.* Verl. Nelson, Chernex, 250 pp., 58 Taf.
Nelson E. 1968. Monographie und Ikonographie der Orchidaceen-Gattungen *Serapias, Aceras, Loroglossum, Barlia.* Folge zu „Gestaltwandel und Artbildung erörtert am Beispiel der Orchidaceen Europas und der Mittelmeerländer, insbesondere der Gattung *Ophrys*". Verl. Nelson, Chernex, 79 pp., 36 Taf.
Nelson E. 1976. Monographie und Ikonographie der Orchidaceen-Gattung *Dactylorhiza.* Folge zu „Gestaltwandel und Artbildung erörtert am Beispiel der Orchidaceen Europas und der Mittelmeerländer". Verl. Speich, Zürich, 127 pp., 86 Taf.
Prance G. T. und T. S. Elias 1976. Extinction is forever. Threatened and endagered species of plants and their significance in ecosystems and in the future. Proceedings of a symposium held at the New York Botanical Garden, May 1976. New York Bot. Garden. 3rd printing 1978, 437 pp.
Prigogine I. und I. Stengers, 1981. Dialog mit der Natur. Neue Wege naturwissenschaftlichen Denkens. Piper, 314 pp.
Rasmussen L. 1977. Epiphytic bryophytes as indicators of the changes in the background levels of airborne metals from 1951–75. Environmental Pollution 14: 37–45.
Ruoss E. und P. Clerc 1986. Bedrohte Flechtenrefugien im Alpenraum. Tagungsband „Graz" der Gesellschaft für Ökologie (GfÖ), im Druck.
Rytz W. 1933. Das Herbarium Felix Platters. Ein Beitrag zur Geschichte der Botanik des XVI. Jahrhunderts. Verh. Natf. Ges. Basel 44.
Scheidegger C. (in Vorbereitung). Die saxicolen Sippen der Gattung *Buellia* im Alpenraum. Diss. Univ. Bern.
Stodte G. 1984. Berufliche Anforderungen an Qualität und Ausbildung aus der Sicht der Naturschutzverwaltung. Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 35: 15–26.
Wanner H., K. Ammann, C. Berlincourt, P. Filliger, R. Herzig, L. Liebendörfer, R. Rickli und M. Urech, 1986. Urban meteorology and air pollution in Biel-Bienne (Switzerland). Proc. Internat. Symposium on Climatology, February 20 and 21, 1986 in Freiburg im Breisgau.
Weiger H. 1984. Vorstellungen der privaten Träger von Naturschutz und Landschaftspflege (private Verbände) über berufliche Qualifikationen und Ausbildungsinhalte. Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 35: 32–38.
Welten M. und Sutter R. 1982. Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Bd 1+2 Birkhäuser, Basel.
Wilson E. O. 1985. Time to revive systematics. Science 230, Nr. 4731, 13. Dezember. Editorial.
Zippelius A., (ed.) 1983. Dörfliche Vegetation im Freilichtmuseum. Erhaltung gefährdeter dörflicher Pflanzengesellschaften und historischer Nutzpflanzenkulturen. Internationales Symposium im Rheinischen Freilichtmuseum in Kommern, 6. 1981. Schriftenreihe „Aus Liebe zur Natur" 3: 1–136.
Zoller H. 1981. Die Vegetation als Mittel zur Erziehung einer umweltbezogenen Bevölkerung. Ber. int. Symp. int. Ver. Veg.kde. „Vegetation als anthropo-ökologischer Gegenstand. Rinteln 5.–8. April 1971. Cramer Vaduz., 431–451.
Zucchi H. 1984. Überlegungen zum Thema „Artenkenntnis" in der Aus- und Weiterbildung von Biologen. Aus dem Fachbereich Biologie/Chemie der Unitversität Osnabrück. Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 35: 89–94.