Tuexenia 28: 7–22. Göttingen 2008.

Ökologie und Verbreitung endemischer Gefäßpflanzen in Europa

– Carsten Hobohm –

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden erste Auswertungsergebnisse einer Liste von für Europa endemischen Gefäßpflanzen-Sippen vorgestellt. Die mit Sicherheit noch nicht vollständige Datei umfasst bislang 5534 Sippen (162 Sammelarten, 4575 Arten, 797 Unterarten). Weniger als die Hälfte aller endemischen Sippen (44 %) sind nur in einer einzigen Region innerhalb Europas zu finden. Die an Endemien reichste Familie ist die der *Asteraceae* (19 %). Ein erheblicher Anteil der endemischen Gefäßpflanzen Europas besiedelt Berge und Gebirgslandschaften mit Felsen, Blöcken bzw. Steinen und tendenziell höheren pH-Werten in den südlicheren Regionen Europas. 80 % der Endemien sind in den Offenland-Ökosystemen des terrestrischen Bereiches zu finden, 11 % in Wäldern, 5,4 % in Küsten-Ökosystemen und 3,6 % in den Süßwasser-Ökosystemen. Verbreitung, Ökologie und Bindung der Sippen an bestimmte Vegetationseinheiten werden in einen größeren evolutionsbiologisch-ökologischen Kontext gestellt und diskutiert.

Abstract: Ecology and distribution of the endemic vascular plants of Europe

This paper presents first results of the analysis of a list of vascular plants endemic to Europe. The list comprises 5534 taxa (162 species groups, 4575 species, and 797 subspecies). 44 % of the endemics occur only in one region of Europe. The richest family is *Asteraceae* (19 % of all European endemics). Many endemics tend to be (somewhat) calcicole and occur in stony or rocky landscapes of (southern) mountain areas. 80 % belong to open terrestrial ecosystems, 11 % are forest species, 5.4 % live in coastal or saline habitats, and 3.6 % inhabit freshwater ecosystems. Distribution, ecology and characteristic vegetation of the endemics are discussed in the context of evolutionary and ecological processes.

Keywords: Endemics, quantitative analysis, ecosystem functions, ecological and evolutionary times.

1. Einleitung

Über EU-Richtlinien (FFH-RL), internationale Vereinbarungen (Convention on Biological Diversity), Absichtserklärungen (Potsdam-Initiative) und nationale Gesetze haben europäische Nationen ihr Bemühen um die Erhaltung der globalen Artenvielfalt zum Ausdruck gebracht. Für den europäischen Raum ergibt sich daraus vor allem eine besondere Verantwortung für den Umgang mit Sippen, die auf diesen Raum beschränkt sind (vgl. FONTAINE et al. 2007). Die folgenden Analysen sollen auch dazu dienen, über das Auffinden dieser Taxa in Pflanzengesellschaften und Landschaften praktische Naturschutzbestrebungen zu unterstützen.

Fragen der Verbreitung europäischer Gefäßpflanzen-Sippen sind auf der Basis einer großen Zahl moderner Floren inzwischen recht zuverlässig und umfassend zu beantworten. Für die allermeisten Sippen ist auch unstrittig, ob bzw. für welchen Raum innerhalb Europas sie endemisch sind. Allerdings gibt es auch eine Reihe von Sippen, deren systematisch-taxonomischer Rang oder deren Verbreitung nur ungenügend bekannt sind (vgl. u. a. WELK 2002: 153 ff., 303 ff., OPSTAL et al. 2000: 18).

Da eine zur numerischen Analyse geeignete Liste endemischer Gefäßpflanzen für das europäische Gebiet bislang noch nicht vorlag, wurde an der Univ. Flensburg mit der Erarbeitung einer entsprechenden Datenbank begonnen. Diese Liste ist niemals fertig und bedarf einer steten Nachbesserung. Systematische Auffassungen unterliegen einem kontinuierlichen Wandel, Areale verändern sich z. B. durch Nutzungs- und Klimaänderungen und immer wieder sind kleinere Wissenslücken festzustellen. Darüber hinaus werden auch für den europäischen Raum noch neue Gefäßpflanzen-Sippen beschrieben (vgl. z. B. KRUMBIEGEL 2006, TAN & GREGORIS 2001, KUHBIER 1978 u. v. a. m.). Die hier vorgelegten Analysen sind insofern und auch aus den folgend dargelegten methodologischen Gründen als vorläufig zu betrachten.

2. Untersuchungsgebiet und Abkürzungen für die Regionen

Die Grenzen Europas werden auch innerhalb der Gemeinschaft von vegetationskundlich und biogeographisch arbeitenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern nicht einheitlich definiert. Unterschiede in der Grenzziehung bestehen vor allem an den südlichen und östlichen Rändern des Kontinents (Kaukasus, östliches Mittelmeer, Zypern, Vorderasien, Nordafrika; vgl. BOHN 2003: 66, JÄGER & WERNER 2002: 58, TUTIN et al. 1996a: xxii). Weniger strittig ist die Grenzziehung im Atlantik. So werden Island und die Azoren üblicherweise zu Europa gerechnet, Grönland, der Madeira-Archipel und die Kanaren dagegen nicht. Der Madeira-Archipel wird biogeographisch zumeist zu Afrika gerechnet. Für eine biogeographische Zuordnung ist aber nicht allein die Nähe zu einem Kontinent entscheidend, sondern vor allem die Komposition und Herkunft der Arten.

Für die Frage, welche Regionen in die eigenen Analysen einbezogen werden sollten, welche auszuklammern wären, waren sowohl praktische Erwägungen (die meisten Floren beziehen sich auf politische Räume) als auch physisch-geographische und biogeographische Aspekte ausschlaggebend. Das Untersuchungsgebiet ist im Wesentlichen deckungsgleich mit dem europäischen Raum, wie er in Flora Europaea (TUTIN et al. 1996a: XLV) abgegrenzt ist. Diese Übereinstimmung betrifft auch die Grenzziehung der Regionen innerhalb Europas. Lediglich im Atlantik (Madeira-Archipel) und im Mediterranraum (östliches Mittelmeer, Zypern) wurde eine etwas abweichende Begrenzung vorgenommen. Für beide zusätzlich aufgenommenen Gebiete kann festgestellt werden, dass der mediterrane Anteil der entsprechenden Floren einen erheblichen Anteil ausmacht (vgl. auch POTT et al. 2003: 16 ff. und die dort angeführte Literatur zu Fragen der Biogeographie des einst so genannten und heute biogeographisch kaum mehr aufrecht zu erhaltenden „Makaronesien").

Innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden die folgenden 41 Regionen unterschieden (alphabetische Reihung der Kürzel):

Albanien (**Al**), Österreich (mit Liechtenstein, **Au**), Azoren (**Az**), westliche Balkan-Halbinsel von Slovenien bis Mazedonien, inkl. Kroatien, Bosnien-Herzegowina, Serbien und Montenegro (**Balk**), Belgien und Luxemburg (**BeLu**), Balearen (**Bl**), Großbritannien (mit den Orkneys und Isle of Man, ohne Nord-Irland und Kanal-Inseln, **Br**), Bulgarien (**Bu**), Korsika (**Co**), Kreta (mit Kasos, Saria, Karpathos, Gavdhos, **Cr**), Zypern (**Cy**), Tschechische Republik und Slowakei (**CzSl**), Dänemark (ohne Färöer; **Da**), Färöer (**Fa**), Finnland (**Fi**), Frankreich (mit Kanalinseln und Monaco, ohne Korsika, **Fr**), Deutschland (**Ge**), Griechenland (ohne Kreta und benachbarte Inseln, **Gr**), Ungarn (**Hu**), Island (**Ice**), Irland (inkl. Nord-Irland, **Ir**), Italien (ohne Sardinien und Sizilien, mit San Marino, **It**), Portugal – Festland (**Lu**), Madeira (mit Porto Santo, Deserta Bugio, Selvagem Grande, Selvagem Pequena, Ilheu de Fora und assoziierten Inseln; vgl. PRESS & SHORT 1994, **Ma**), Niederlande (**Ne**), Norwegen (ohne Spitzbergen und Jan Mayen, **No**), Polen (**Po**), Rumänien (**Ro**), ehem. Russland – baltischer Teil (**Rs** (**B**), vgl. Fedorov 2003: XIII ff. auch für die übrigen Regionen des ehemaligen Russland), ehem. Russland – zentraler Teil (Rs (**C**), ehem. Russland – östlicher Teil (**Rs** (**E**)), ehem. Russland – Krim (**Rs** (**K**)), ehem. Russland – nördlicher Teil (Rs (**N**)), ehem. Russland – westlicher Teil (**Rs** (**W**)), Sardinien (**Sa**), Spitzbergen-Archipel (mit Björnöya und Jan Mayen, **Sb**), Sizilien und Malta (**SiMa**), Spanien – Festland (mit Gibraltar und Andorra, **Sp**), Schweden (mit Öland und Gotland, **Su**), Schweiz (**Sw**), europäischer Teil der Türkei (**Tu**).

3. Material und Methoden

3.1. Berücksichtigung von Sippen und Floren

Als zweifellos wichtige Kategorie der biologischen Systematik und der Naturschutzpraxis wurden Arten berücksichtigt und gelistet – und zwar Arten, wie sie in den Floren praktisch unterschieden werden. Das heißt auch, dass das biologische Artkonzept nicht stringent anzuwenden war. Dadurch ergibt sich das theoretische Problem der klaren Abgrenzung zu den Sammelarten auf der einen Seite und zu den Unterarten auf der anderen Seite. Taxa, die in der einen Flora als Arten geführt werden, können in einer anderen als Unterarten angeführt sein. Ebenso verhält es sich mit Arten und Sammelarten. Um diese vielleicht niemals endende Diskussion zu umgehen, wurde versucht, die endemischen Arten und Unterarten in enger Anlehnung an Flora Europaea (TUTIN et al. 1996a–e) gleichberechtigt zu listen. Insbe-

sondere bei den Apomikten wurden Kleinarten – wie üblich – in größeren Gruppen (species groups) zusammengefasst. Aufgrund der sehr schlechten Erfassung der *Rubus*-Sippen in vielen Regionen Europas konnten die Endemiten dieser Gattung bislang nicht berücksichtigt werden.

Die Lage und unterschiedliche Größe der Regionen innerhalb des Europäischen Kontinents birgt Schwierigkeiten beim Vergleich und in der Interpretation der Daten.

Von einer auch nur annähernd ausgeglichenen Erfassungsintensität kann in einem so großen Gebiet generell nicht ausgegangen werden. Darüber hinaus sind die nationalen und regionalen Floren ganz unterschiedlich alt und aktuell. Um auch noch ein drittes Problem, nämlich das der unterschiedlich engen bzw. weiten Art- und Unterartbegriffe, zu minimieren, war es notwendig, eine übergreifende Flora zugrunde zu legen. Die einzige gebietsübergreifende Flora, die dem Anspruch der relativen Gleichbehandlung auf wissenschaftlich hohem Niveau gerecht wird, ist die Flora Europaea (TUTIN et al. 1996a–e). Sie ist die Grundlage der vorliegenden Untersuchung; sämtliche in dieser Flora aufgeführten Endemiten wurden in die eigene Datenbank übertragen. Drei weitere großräumige Floren, die mit dieser insbesondere hinsichtlich der Weite des Art- und Unterartbegriffes harmonieren, sind die Flora alpina (AESCHIMANN et al. 2004), Flora Iberica (CASTROVIEJO et al. 1986 ff.) und die Flora für den europäischen Teil des ehemaligen Russlands (FEDOROV 1999 ff.).

Um genauere Standortsangaben und Auskünfte über die Vergesellschaftung der Endemiten zu erlangen, war es darüber hinaus notwendig, weitere nationale und regionale Publikationen auszuwerten. Die wichtigsten waren BOLOS & VIGO (1984 FF.), BONAFÈ BARCELÓ (1977 FF.), CORDES et al. (2006), DANTON & BAFFREY (1995), DOMAC (2002), DUELL (2006), FISCHER & FALLY (2000), FOURNIER (1990), FRANQUINHO & COSTA (1996), GAMISANS & MARZOCCHI (1996), HAEUPLER (1983), HENDRYCH (1982), HESS et al. (1984), HOBOHM (2004), HOHENESTER & WELß (1993) zu Vergleichszwecken, JÄGER & WERNER (2005), JAHN & SCHÖNFELDER (1995), KAJAN (2003), LANGER & SAUERBIER (1997), LESOUEF (1986), LE SUEUR (1984), LID (1985), MEIKLE (1977, 1985), MEJDEN et al. (2005), MOLERO-MESA, J. & PEREZ-RAYA, F. (1987), MOSSBERG et al. (1997), NICOLIC (2005), OBERDORFER (2001), OPSTAL et al. (2000), PAWLOWSKI, B. (1969), PIGNATTI (1982), PRESS & SHORT (1994), PRESTON et al. (2002), SCHÄFER (2005), SCHÖNFELDER & SCHÖNFELDER (1994), STACE (1991, 1999), STRASSER (2002, 2006), STRID & TAN (1997, 2002), TAN & GREGORIS (2001), TSINTIDES & KOURTELLARIDES (1998), VIEIRA (1992), VINEY (1994, 1996), WEEDA et al. (1985 ff.), WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), YILDIZ & SALIH (2006).

Eine auf diese Weise erarbeitete Liste muss sich zwangsläufig eines eher konservativen Art- und Unterartbegriffes bedienen. Es lässt sich um der Vergleichbarkeit willen nicht vermeiden, dass modernere systematische Auffassungen, die beispielsweise bei einzelnen Sippen für einzelne Regionen zu sehr stark aufspaltenden Taxonomien geführt haben, nicht berücksichtigt werden können. Denn dann ließen sich Sippenzahlen in den verschiedenen Regionen Europas nicht mehr direkt miteinander vergleichen. Dieses Vorgehen führt aber auch dazu, dass die auf einzelne Regionen bezogenen Zahlen häufig kleiner sind, als wenn die Sippen beispielsweise aus nationaler Sicht gezählt werden. So gehen z. B. GROOMBRIDGE & JENKINS (2002: 297) für Deutschland von 6 endemischen Gefäßpflanzenarten aus, während das BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2004: 110) 16 Arten und 11 Unterarten sowie 15 subendemische Sippen (ohne *Rubus*- und *Sorbus*-Sippen) benennt. Bei einigen der hier gelisteten Sippen ist der taxonomische Rang allerdings noch zu klären. Auch bei der vorliegenden Liste ist deshalb davon auszugehen, dass die Zahlen aus der jeweiligen nationalen oder regionalen Sicht eher als Minimalangaben zu betrachten sind.

3.2. Geographischer Vergleich und die Berechnung des Index of Endemicity (nach Bykow 1979)

Bei der geographischen Analyse ist zu beachten, dass die Diversität endemischer Sippen am Arealrand nicht direkt mit derjenigen im Zentrum zu vergleichen ist; der Ural, obgleich bekanntermaßen reich an Mikroarealophyten sensu HAEUPLER (1983), kann bei der hier vorgenommenen Analyse aufgrund der europäischen Grenzlage hinsichtlich der Vielfalt der

für Europa endemischen Sippen nicht direkt mit den Alpen oder Pyrenäen verglichen werden, da viele der dort zu findenden Arten mit einem sehr kleinen Verbreitungsareal auch im westasiatischen Grenzgebiet leben und deshalb nicht für Europa endemisch sind.

Der Index of Endemicity nach Bykow (BYKOW 1979, MAJOR 1994: 120 ff., HOBOHM 2000a: 19 f.) gibt Auskunft darüber, ob ein Endemitenanteil (in % der Gesamtartenzahl) als durchschnittlich, als ungewöhnlich hoch oder niedrig einzuschätzen ist. BYKOW (a. a. O.) geht von der einfachen Beobachtung aus, dass der Endemitenanteil global mit der Fläche ansteigt. Auf kleinen Flächen, beispielsweise einzelnen Bergen, sind zumeist keine oder nur sehr wenige Arten zu finden, die auf diese Gebiete beschränkt sind. Je größer ein Gebiet ist, umso größer kann auch das Areal einer Art, die für dieses Gebiet endemisch ist, sein. Global betrachtet sind 100 % der Arten endemisch (hier stößt der Begriff an die Grenze des inhaltlich Sinnvollen).

Für die Berechnung der Endemitenanteile werden nur diejenigen Endemiten berücksichtigt, die auch tatsächlich auf die jeweilige Region beschränkt sind. Es können deshalb nicht alle Sippen, die für Europa endemisch sind, bei der Berechnung des Index of Endemicity für die einzelnen Regionen zugrundegelegt werden. Die Formel zur Berechnung lautet:
Bykow-Index of Endemicity $I = e_f / e_n$, wenn $e_f > e_n$ bzw. $I = - e_n / e_f$, wenn $e_f < e_n$. Dabei ist e_f der empirisch zu ermittelnde, tatsächliche Endemitenanteil in % der Gesamtartenzahl und e_n der zu erwartende Endemitenanteil in %; letzterer ist zu berechnen durch $\log e_n = 0{,}373 \times \log \text{Fläche} - 1{,}043$ (Fläche in km^2, Konstanten wurden empirisch ermittelt).
Zur Berechnung dieses Wertes werden also lediglich der Endemitenanteil und die Fläche eines Gebietes benötigt.
Der Bykow-Index ist ein integrales Maß für die räumliche Abgeschiedenheit und die klimatisch-ökologische Kontinuität einer Region. Er ist umso höher, je isolierter eine Region ist und je weniger diese von Vulkanausbrüchen, Klimawandel und anderen die ökologischen Bedingungen verändernden Prozessen betroffen ist.

Wenn die These zutreffen sollte, dass Inseln höhere Endemitenanteile haben als Festlandsregionen, die ökologisch einigermaßen vergleichbar sind (sich also z. B. in der entsprechenden Klimazone befinden), dann lässt sich dies über die Berechnung des Bykow-Index abschätzen, nicht aber durch den direkten Vergleich der Endemitenanteile; denn dann dürfte man nur Regionen vergleichen, die auch gleich groß sind. Für einige der oben definierten Regionen konnten Berechnungen auf der Basis bereits publizierter Endemitenanteile durchgeführt werden. Zusätzlich wurden Werte für Teilgebiete bzw. übergreifende Regionen (Inseln, Gebirge) innerhalb Europas ermittelt. Dazu wurden über die o. g. Floren hinaus weitere Quellen genutzt (BURGA et al. 2004: 46, 263, 291, GROOMBRIDGE & JENKINS 2002: 296 ff., HOBOHM 1999, HOBOHM 2000b: 22 f., NAU 2003, WIRTH 2001). Für Gotland (Schweden) und die Serra da Estrela (Portugal) wurden Berechnungen auf der Basis eigener Geländeerkundungen und Zählungen (unter Berücksichtigung von LID 1985 und MOSSBERG et al. 1997 bzw. JANSEN 2002, sowie Jansen, Nijmegen, mdl. Mitt.) durchgeführt.

3.3. Höhenstufen, Standorte, Vegetationseinheiten

Wesentliches Ziel der Untersuchung war es herauszufinden, in welchen Gebieten, innerhalb welcher Höhenstufen, in welchen Vegetationseinheiten und auf welchen Standorten sich endemische Gefäßpflanzen innerhalb Europas konzentrieren. Dabei waren die von PIGNATTI (seit 1978) formulierten und die in HOBOHM (2005: 383 f.) zusammengetragenen Hypothesen forschungsleitend.

Besonderes Augenmerk sollte auf ökologische und pflanzensoziologische Aspekte gelegt werden. Leider stellte sich bereits nach wenigen Voruntersuchungen heraus, dass eine fundiert ökologische und pflanzensoziologische Zuordnung der Endemiten bislang nur in Ausnahmefällen möglich ist. Die Vegetationseinheiten Europas wurden entsprechend vier großen Formationsgruppen bzw. deren Übergangsbereichen zugeordnet (vgl. Abb. 1). Ist eine Sippe in mehreren der so definierten Gruppen von Vegetationseinheiten zu finden, so wurde sie entsprechend mit zwei halben oder drei Drittel-Frequenzen den Hauptgruppen zugeordnet.

<table>
<tr><td rowspan="2">Küstenvegetation und Binnenland-Salzstellen (Salzwiesen, Strände, Küstendünen, Kliffs etc.)</td><td rowspan="2">Küstenheiden, Marschen etc., Einfluss von Salz- oder Brackwasser höchstens gering</td><td rowspan="3">Vegetation des terrestrischen Offenlandes (inkl. der Felslandschaften, Heiden, lichten Gebüsche, Hecken etc.)</td></tr>
<tr><td>Ästuarien, feuchte Dünentäler etc.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Vegetation von Still- und Fließgewässern</td><td>amphibische und Feuchtvegetation Röhrichte, Moore, Sümpfe etc.)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">nasse und feuchte Wälder, Kontakt zu Gewässern</td><td>Baumgruppen, Olivenhaine, Weidewald, dunkle Gebüsche</td></tr>
<tr><td>Wälder (licht oder schattig)</td></tr>
</table>

Abb. 1: Gruppen von Habitaten und Übergängen.

Fig. 1: Groups of habitat types and transitions.

4. Ergebnisse

4.1. Allgemeiner Überblick

Die Liste der endemischen Gefäßpflanzen umfasst nach Auswertung der oben genannten Floren aktuell 5534 Sippen. Diese Zahl setzt sich zusammen aus 162 Sammelarten, 4575 Arten und 797 Unterarten. Europa ist damit deutlich reicher an endemischen Gefäßpflanzen als bislang angenommen worden war (3500 endemische Gefäßpflanzenarten nach DAVIS et al. 1994: 39). Nach eigenen, auf Zählungen basierenden, konservativen Schätzungen sind mindestens ein Drittel der europäischen Gefäßpflanzen für Europa endemisch.

Sechs Pflanzenfamilien beherbergen mehr als die Hälfte aller für Europa endemischen Sippen (*Asteraceae* 19 %, *Caryophyllaceae* 7 %, *Brassicaceae* 7 %, *Poaceae* 6 %, *Scrophulariaceae* 6 %, *Fabaceae* 5 %). Der Reichtum innerhalb der Familie der Korbblütengewächse steht sicherlich im Zusammenhang mit der überwiegenden Anemochorie auf der einen Seite (relativ geringe Ausbreitungsengpässe) und einer ganz überwiegenden Insektenbestäubung auf der anderen Seite (Möglichkeiten der ökologischen Einnischung und genetischen Isolation).

4.2. Regionen – Festland und Inseln

Für 5513 Sippen liegen Angaben zur geographischen Verbreitung vor. Tabelle 1 sowie die Abbildungen 2 bis 4 geben Auskunft über Verteilung und absolute Zahlen von Gefäßpflanzensippen in den verschiedenen Regionen Europas. Etwa 44 % aller endemischen Sippen sind nur in einer einzigen der 41 Regionen zu finden. Die am weitesten verbreitete Art ist *Draba muralis*. Diese Art kommt in 32 Regionen Europas vor (vgl. Abb. 2). Spanien, die Balkan-Staaten (Ex-Jugoslawien), Italien, Frankreich und Griechenland beherbergen jeweils etwa ein Fünftel bis über ein Viertel aller für Europa endemischen Sippen. Nur wenige Sippen sind dagegen beispielsweise auf Spitzbergen, den Färöern oder Island zu finden.

Bei einem Vergleich der Angaben in HENDRYCH (1982: 343 ff., nicht 337 f.!) und der Zahlen in GROOMBRIDGE & JENKINS (2002: 295 ff.) mit den eigenen Analyseergebnissen (vgl. Tab. 1) ist zu berücksichtigen, dass die Gebiete nicht in jedem Fall dieselben Teilgebiete (z. B. Inseln) umfassen und deshalb z. T. nicht direkt miteinander vergleichbar sind. Die Angaben in GROOMBRIDGE & JENKINS (a. a. O.) beziehen sich auf Nationen, allerdings ohne Überseedepartments, denn sonst wären die Zahlen u. a. für Großbritannien, Frankreich und

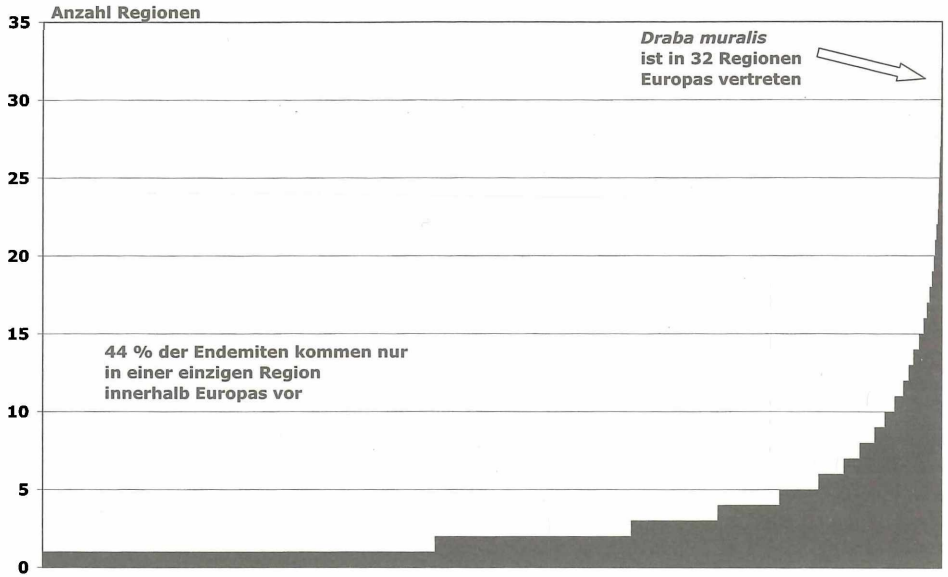


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung von endemischen Gefäßpflanzen in den Regionen Europas (5513 Taxa).

Fig. 2: Frequency distribution of endemic vascular plants over European regions (5513 taxa).

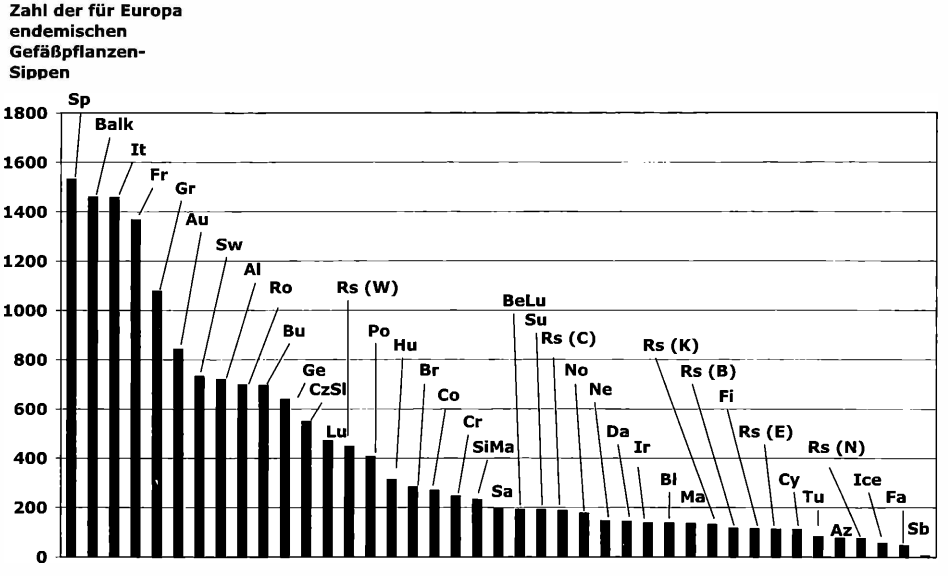


Abb. 3: Endemitenvielfalt der Gefäßpflanzen in den verschiedenen Regionen Europas; Abkürzungen in Kapitel 2 (5513 Taxa)

Fig. 3: Diversity of endemic vascular plants in different regions of Europe; abbreviations in chapter 2 (5513 taxa)

die Niederlande viel zu niedrig. Einige der hier veröffentlichten Zahlen (Bulgarien, Italien, Slowakei, Ungarn, vgl. Tab. 1, 4. Spalte) sind erstaunlich groß und nur schwerlich nachvollziehbar. Der hohe Wert für Spanien bezieht sich mit einiger Sicherheit auf die gesamte Nation inklusive Balearen und Kanaren. Während die eigenen Angaben in Tabelle 1 (Spalten 1 und 2) sich auf Arten, Unterarten und Artengruppen beziehen, hat HENDRYCH (vgl. Spalte 3) sich ausschließlich auf Arten konzentriert. Die Gebiete sind in diesem Fall direkt vergleichbar, da auch HENDRYCH (1982: 335) sich bei seinen Analysen eng an Flora Europaea angelehnt hat. Die Zahlen in Spalte 3 sind folgerichtig zumeist kleiner als jene in Spalte 2. Wo dies nicht der Fall ist, werden unterschiedliche Auffassungen des taxonomischen Ranges endemischer Sippen augenscheinlich. So bezieht sich z. B. die Zahl 5 für Norwegen auf *Antennaria nordhageniana* plus 4 offensichtlich meist apomiktische, tri- oder tetraploide *Sorbus*-Sippen, die alle hybridogen aus denselben Elternarten enstanden sind (vgl. HENDRYCH 1982: 343, BORGEN 1987: 151ff.). In letzter Konsequenz könnte man mehr als doppelt so viele, zumeist für Norwegen endemische, apomiktische *Sorbus*-Sippen unterscheiden, die alle im biologischen Sinne „gute" Arten sind.

Aufgrund der geographischen Separation sind Inseln in Bezug auf die Gesamtzahl der Arten und Unterarten (Endemiten plus Nicht-Endemiten) generell artenärmer als ökologisch und flächenmäßig vergleichbare Festlandsregionen (vgl. KREFT et al. 2007: 26, HOBOHM 2000: 80 ff.). Sippen, welche Inseln erfolgreich kolonisiert haben, bilden gemeinsam den Pool für Artbildungsprozesse und dieser wächst mit der Zuwanderung einerseits und der Radiation andererseits. Für Artbildungsprozesse wiederum ist genetische Isolation eine wichtige Voraussetzung. Die Insellage bewirkt also üblicherweise zweierlei: eine Reduktion der Zuwanderungsmöglichkeiten und die Stimulation von Artbildungsprozessen. So ist zu erklären, dass der Endemitenanteil (Zahl der endemischen Taxa geteilt durch die Gesamtzahl der Sippen) bei weit vom Festland entfernten Inseln sehr groß sein kann. Dies bedeutet aber nicht automatisch, wie man eventuell intuitiv zu meinen geneigt wäre, dass auf Inseln im Vergleich mit Festlandsregionen tatsächlich mehr Endemiten (in größeren Konzentrationen) vorkommen, denn ein großer Endemitenanteil kann rein rechnerisch auch durch eine sehr niedrige Gesamtartenzahl zustande kommen.

Tabelle 2 ermöglicht einen Vergleich der Endemitenanteile von Inseln und Festlandsregionen über den Bykow-Index. Alle Werte, die für Inseln bzw. Archipele berechnet wurden, liegen höher als vergleichbare Werte von benachbarten oder zumindest klimazonal ähnlichen Festlandsregionen innerhalb Europas. Der höchste Wert wurde für eine kaum als Insel zu bezeichnende Klippe der Balearen berechnet. Auf dieser leben insgesamt nur acht Gefäßpflanzensippen, von denen eine, *Euphorbia margalidiana*, weltweit nur hier vorkommt (vgl. KUHBIER 1978, HOBOHM 1999). In der Tabelle folgen die weit vom Festland entfernten Inselgruppen Madeira-Archipel und Azoren, die als vulkanische Erhebungen ozeanischen Ursprungs sind. Ebenfalls positive Werte wurden für einige kontinentale Inseln im Mediterranraum, für Griechenland und die Sierra Nevada berechnet. Beim Vergleich der Werte von Inseln der gemäßigten und nördlichen Breiten (Großbritannien, Färöer, Island, Gotland) fällt auf, dass auch diese durchweg höher sind als die entsprechender oder sogar weiter südlich liegender Festlandsregionen. Der im Vergleich mit Deutschland, Belgien, Luxemburg und Dänemark relativ hohe Wert für Schweden ist dadurch zu erklären, dass die an kalkhaltigen Substraten reichen Inseln Öland und Gotland mit einigen endemischen Sippen Teil dieser Nation sind und der Bykow-Index dadurch insgesamt relativ groß wird.

4.3. Höhenstufen und die Bedeutung von Felsen, Blöcken und flachgründigen Gesteinsböden

Die Frage der Koinzidenz endemitenreicher Gebiete mit Berg- und Gebirgslandschaften wurde bereits früh von RIKLI (1946: 1028 ff.) diskutiert (vgl. auch HENDRYCH 1982: 339, BORGEN 1987: 165, GARCIA-BARROS et al. 2002: 109). Abb. 4 zeigt die Ober- und Untergrenzen der Höhenverbreitung für all jene Sippen, von denen entsprechende Angaben gefunden wurden (1771). In diese Graphik wurde die 340 m-Höhenlinie eingefügt, da 340 m

Tab. 1: Verbreitung der in Europa vorkommenden endemischen Gefäßpflanzen
1. und 2. Spalte nach Auswertung der eigenen Datenbank, 3. Spalte nach Auswertung der Angaben in HENDRYCH (1982: 343 ff.), Spalte 4 nach Angaben in GROOMBRIDGE & JENKINS (2002: 295 ff.), nähere Erläuterungen im Text.

Tab. 1: Distribution of the endemic vascular plants of Europe
First two columns according to the own data bank, column 3 after analysis of HENDRYCH (1982: 343 ff.), column 4 according to GROOMBRIDGE & JENKINS (2002: 295 ff.), see text for further explanations.

Regionen	Europa-Endemiten (Sammelarten, Arten, Unterarten)	Endemiten der Region (Sammelarten, Arten, Unterarten)	Stenochore Arten (Hendrych 1982: 343 ff.)	Endemische Sippen (Groombridge & Jenkins 2002: 295 ff.)
Al, Albanien	719	23	25	24
Au, Österreich	843	25	19	35
Az, Azoren	75	45	35	k.A.
Balk, Balkanstaaten	1459	156	90	k.A.
BeLu, Belgien, Luxemburg	193	0	k.A. (0)	Be: 1, Lu: k.A.
Bl, Balearen	136	53	42	k.A. (zu Sp)
Br, Großbritannien	284	24	14	16 (UK, ges. Nat.)
Bu, Bulgarien	697	63	37	320
Co, Korsika	268	37	32	k.A. (zu Fr)
Cr, Kreta	245	150	106	k.A. (zu Gr)
Cy, Zypern	112	108	k.A.	k.A.
CzSl, Tschechien, Slovakei	549	7	5	Sl: 92, Cz: k.A.
Da, Dänemark	143	1	1	1
Fa, Färöer	47	1	1	1
Fi, Finnland	112	1	k.A. (0)	k.A. (0)
Fr, Frankreich	1368	94	56	133 (ges. Nation)
Ge, Deutschland	639	8	2	6
Gr, Griechenland	1077	419	226	742
Hu, Ungarn	312	5	3	38
Ice, Island	56	4	1	1
Ir, Irland	139	0	2	k.A. (0)
It, Italien	1459	170	96	712 (ges. Nation)
Lu, Portugal	471	74	44	150 (ges. Nation)
Ma, Madeira	134	121	k.A.	k.A.
Ne, Niederlande	146	0	k.A. (0)	k.A. (0)
No, Norwegen	177	2	5	1
Po, Polen	407	3	6	3
Ro, Rumänien	698	46	31	41
Rs (B)	115	1	k.A. (0)	k.A.
Rs (C)	187	13	5	k.A.
Rs (E)	112	14	9	k.A.
Rs (K)	130	64	46	k.A.
Rs (N)	74	4	3	k.A.
Rs (W)	448	32	10	k.A.
Sa, Sardinien	196	27	25	k.A. (zu It)
Sb, Spitzbergen	5	0	1	k.A.
SiMa, Sizilien, Malta	231	59	35	k.A. (Si zu It)
Sp, Spanien	1531	537	249	941 (ges. Nation)
Su, Schweden	191	5	3	1
Sw, Schweiz	733	8	15	1
Tu, Türkey	82	4	5	k.A.
gesamt	5534 (nicht additiv)	2408 (additiv)	1285 (additiv)	3260 (additiv)

Tab. 2: Bykow-Endemismus-Index, berechnet für einige Insel- und Festlandsregionen in Europa (Quellen und Erläuterungen siehe Text)

Tab. 2: Bykow`s index of endemicity, calculated for some islands or archipelagos and mainland regions in Europe (sources and explanations see text)

Regionen	Fläche in km^2	End.anteil E/S * 100 in %	Bykow-Index of Endemicity
Al, Albanien	28748	0,8	-2,3
Alpen (zu Fr, Au, Sw u.a.)	200000	7	-1,2
Ätna (zu Si)	1570	1,4	-1
Au, Österreich	83855	0,8	-7,7
Az, Azoren	2330	5,3	3,3
Bl, Balearen	4992	3,5	1,6
Br, Großbritannien	219081	1,2	-7,4
Bu, Bulgarien	110910	1,8	-3,9
Co, Korsika	8680	1,6	-1,7
Cr, Kreta	8800	8,3	3,1
Cy, Zypern	9250	5,4	2
Da, Danmark	43075	0,1	-70,3
Fa, Färöer	1399	0,4	-3,2
Fi, Finnland	338145	0,1	-115,2
Fr, Frankreich	535285	2,1	-5,9
Ge, Deutschland	356840	0,2	-44,7
Gotland (zu Su)	3140	0,1	-19,7
Gr, Griechenland	123157	8,7	1,2
Hu, Ungarn	93030	0,2	-31,2
Ice, Island	102820	1,1	-6,3
It, Italien	251445	3,1	-3
Lu, Portugal	88777	2,5	-2,6
Ma, Madeira	815	9,9	8,9
No, Norwegen	323758	0,1	-88,2
Po, Polen	312685	0,1	-80,4
Pyrenäen (zu Sp, Fr)	30000	5,7	-1,3
Ro, Rumänien	238391	1,4	-6,5
Sa, Sardinien	24090	1,4	-2,9
Serra da Estrela (zu Lu)	1010	0,5	-2,4
Ses Margalides (zu Bl)	0,005	12,5	996
Sierra Nevada (zu Sp)	2000	4	2,6
SiMa, Sizilien, Malta	25672	2,7	-1,5
Sp, Spanien	402313	10,7	-1
Su, Schweden	440940	0,3	-39,7
Sw, Schweiz	41285	0,3	-14,7

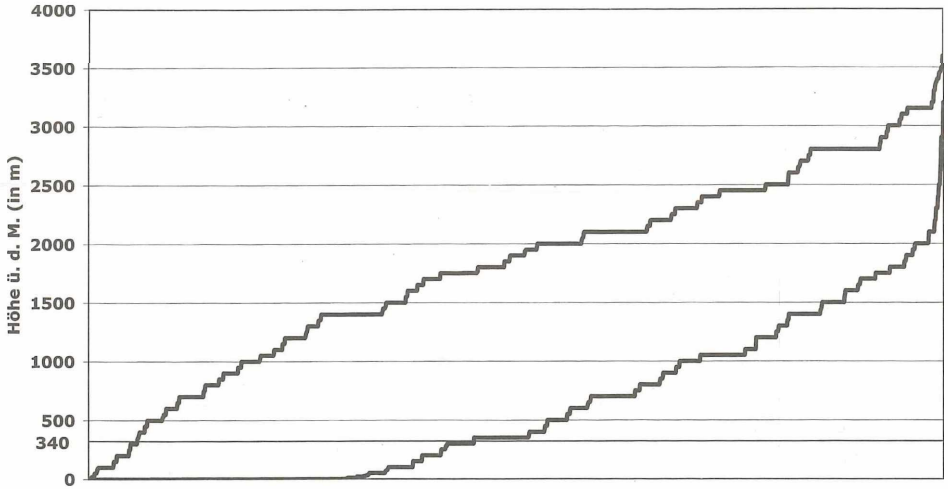


Abb. 4: Minimale und maximale Höhen der Verbreitung von 1771 endemischen Gefäßpflanzen in Europa (aufsteigend angeordnet).

Fig. 4: Altitudinal distribution range (minimum, maximum) of 1771 endemic vascular plants of Europe (increasing order).

ü. d. M. nach KONDRACKI & SCHLÜTER (2003: 68) die mittlere Höhe von Europa darstellt. Die Abbildung zeigt, dass der ganz überwiegende Teil der Sippen (94 %) auch oder ausschließlich in Höhen oberhalb von 340 m zu finden ist. Immerhin 45 % aller Sippen kommen zumindest in Teilpopulationen auch unterhalb dieser mittleren Höhe vor.

Für 4362 der endemischen Sippen konnten Angaben zum Standort bzw. zur Gesellschaftsbindung gefunden werden. Für die Hälfte von ihnen (50,5 % aller ökologisch charakterisierten Sippen) ist ein Hinweis auf Felsen, Steine, Kliffs oder Mauern in ihrer Umgebung zu finden.

Welche evolutionsbiologische oder ökologische Bedeutung aber haben nun Granit-, Kalk-, Schiefer-, Serpentinit-Felsen (u. a.) bzw. Steine an der Oberfläche von Hügeln, Schuttfluren, Rasen oder alpinen Matten? Für Felsstandorte gilt zunächst dasselbe wie für alle anderen Wuchsorte auch: Relevant für das Pflanzenwachstum sind hinreichende Substratstabilität und die Möglichkeit zu wurzeln, die Verfügbarkeit von Wasser, Luft und Licht, ein angemessener Boden-pH, Nährstoffe und einiges mehr. Von Steinen, Blöcken oder Felsen profitieren Pflanzen daher nur indirekt – über die Bereitstellung windgeschützter Lagen, von Spalten und Rissen, über Feinerde, welche sich dort ansammelt, über die Verwitterungsprodukte einschließlich der dadurch freigesetzten Minerale, über die Konkurrenzarmut bzw. positive Interaktionen mit vergesellschafteten Arten usw.

Steinige und felsige Landschaftseinheiten sind vor allem in Hanglagen zu finden, weil Erosionsvorgänge wie Abbrüche, Rutschungen, Solifluktion und Auswaschungen immer wieder dazu führen, dass feineres Material nach bergab transportiert wird und gröberes Material an der Oberfläche erscheinen kann oder stehen bleibt. Felsige und steinige Ökosysteme repräsentieren unterschiedlichste Klimazonen und Habitate, die in Warmzeiten weiter oben und in Kaltzeiten weiter unten zu finden sind. Für Pflanzen heißt ein Klimaumschwung stets, dass sie mit der für sie genehmen Umwelt mitwandern müssen und dies bedeutet an Berghängen deutlich kürzere Wegstrecken als in der Ebene. Aus diesem Grunde sind die Standorte von Felslandschaften und solche über Festgestein im Sinne einer relativen Standortskonstanz als vergleichsweise langlebig einzustufen.

4.4. pH-Werte, Basiphyten und Acidophyten

Einige Großräume der Erde mit sehr sauren Substraten sind reich an endemischen Gefäßpflanzen-Sippen. Dazu gehören u. a. das südwestliche, mediterranoide Australien, die Capensis und auch Amazonien. Der Mediterranraum ist dagegen eine Region, in der jüngere, nährstoff- und basenreichere Substrate vorherrschen. Und auch diese Region wird zu den Biodiversity Hotspots der Erde gezählt (vgl. HOBBS et al. 1995: 12 ff., WEISCHET 1990: 59 FF., MITTERMEIER et al. 1999: 218 ff., 254 ff.).

Betrachtet man nur jene Endemiten innerhalb Europas, für die Hinweise zur Bevorzugung basischer oder saurer Substrate vorliegen (1320 Sippen), so zeigt sich, dass auf eine acidophytische Art etwa 4 bis 5 Basiphyten kommen (244 zu 1076). Dieser Befund passt sehr gut zu den Ausführungen von EWALD (2003: 357 ff.), der die Frage analysiert, warum es in der zentraleuropäischen Flora so viele Basiphyten gibt. Während allerdings in Zentraleuropa mit seinen Urgesteinsformationen, Mooren, Geestlandschaften, Heiden, auch begünstigt durch die Aufforstung von Nadelgehölzen, saure Bodenoberflächen offensichtlich überwiegen, ist dies für das gesamte Europa nicht festzustellen. Nach PÄRTEL (2002: 2364) nehmen die pH-Werte auf der Nordhalbkugel tendenziell zu den höheren Breiten und den ehemals vergletscherten Gebieten ab, während in den südlicheren Breiten (beispielsweise im Mediterranraum) basische pH-Werte vorherrschen. Und die zentral-, süd- und südosteuropäischen Räume, in denen oder in deren Nähe sich auch die meisten Refugialräume befunden haben mögen, beherbergen den überwiegenden Teil der Endemiten.

Allerdings sind auch die Endemiten der weiter im Norden gelegenen Gebiete nicht selten Basiphyten. Von den 263 (ausschließlich bzw. auch) im hohen Norden (Färöer, Skandinavien bis Nord-Russland) vorkommenden Sippen, sind 44 „gute" Basiphyten und nur 30 Acidophyten, wenngleich in diesen Landschaften saure Substrate vorherrschen. Und auch unter den wenigen Sippen, die auf das nördliche Europa beschränkt sind, bevorzugen z. B. *Festuca pohleana* (Rs (N)), *Artemisia oelandica* (Gotland, Su), *Festuca oelandica* (Öland und Gotland, Su), sowie *Papaver laestadianum*, *Dactylorhiza pseudocortigera* (No, Su) und *Silene uralensis* ssp. *apetala* (Fi, No, Su) eher basische Substrate. Auch hier gibt es offensichtlich ein „calcareous riddle" sensu EWALD (2003). Eine mögliche Erklärung ist die Inselhaftigkeit der kleinräumigen Kalkgebiete innerhalb einer ansonsten ausgedehnten Decke saurer Substrate, die die genetische Isolation fördert und eine Ausbreitung erschwert. Darüber hinaus verwittern Kalkgesteine in aller Regel zu flachgründigen Böden mit einer Reihe von Sonderstandorten, während aus sauren Gesteinen oft tiefgründige Böden mit einer weniger differenzierten Oberfläche hervorgehen (Dierschke in lit.). Eine andere mögliche Erklärung wäre, dass der europäische Species-Pool viel mehr Basiphyten als Acidophyten beinhaltet (zur Verbreitung von Endemiten und zur Lage möglicher Refugialräume in Nordeuropa vgl. BORGEN 1987, DIERSSEN 1996: 56 FF., JONSELL 1990).

Geht man der Frage nach, wie häufig ein Hinweis auf felsige oder steinige Standorte mit einer Zuordnung zur Bodenreaktion kombiniert ist, so kann man feststellen, dass dies viel häufiger bei den Basiphyten als bei den Acidophyten der Fall ist. Bei den Basiphyten gibt es in 71 % aller Fälle einen Hinweis auf Steine, Felsen, Blöcke etc., bei den Acidophyten nur in 45 % der Fälle. Dieser Befund könnte dadurch zu erklären sein, dass es in Europa mehr saure Substrate ohne Felsen oder Steine gibt als dies bei den basischen Substraten der Fall ist. Er unterstützt damit die These, dass Kalklandschaften standörtlich reicher sind als Silikatlandschaften.

4.5. Vegetationseinheiten

RIKLI (1946: 1033) war möglicherweise der erste, der der Frage nach den Vegetationseinheiten, in denen endemische Gefäßpflanzen gehäuft vorkommen, ein kleines Kapitel gewidmet hat. Unter dem Stichwort „Soziologische Isolierung" beschreibt er für den südeuropäisch-nordafrikanisch-vorderasiatischen Raum den Reichtum der Felsflora an Endemiten. Er nennt Garigues, Steppen und Wüsten, sowie Strandvegetation explizit als mehr oder weniger endemitenreiche Vegetationseinheiten und gibt Beispiele endemischer Arten, die in

diesen Lebensräumen vorkommen. Die eigene Zuordnung zu großen Gruppen von Vegetationseinheiten ergab, dass etwa 80 % der Endemiten in den verschiedenen Offenland-Ökosystemen des terrestrischen Bereiches zu finden sind. Ungefähr 11 % der Sippen haben eine sehr enge Bindung an Wälder. Küsten-Ökosysteme und Binnenland-Salzstellen beherbergen 5,4 % und in den Süßwasser-Ökosystemen sind 3,6 % der Sippen zu finden.

Damit ist die Situation in Europa eine deutlich andere als beispielsweise in den feuchten Tropen, wo die überwiegende Zahl der Endemiten Waldarten (insbesondere Bäume, Kletterpflanzen und Epiphyten) sind (vgl. WHITMORE 1993: 54 ff.).

Diese Verteilung wirft einmal mehr die Frage nach der Evolution der Gefäßpflanzen in Europa und damit nach der Wanderungsbiologie und Wanderungsgeschichte der Gefäßpflanzen, Megaherbivoren und des Menschen im Zusammenhang mit den Vorstößen und dem Abtauen der Gletscher und der jüngeren Nutzungs- und Waldgeschichte auf.

Zu den auch in Mitteleuropa vorkommenden Bewohnern des terrestrischen Offenlandes gehören z. B. – neben vielen Sippen der Felsfluren, Steinschutt- und Geröllgesellschaften – die für Europa endemischen Arten *Dianthus carthusianorum, Erucastrum gallicum, Galeopsis segetum, Galium anisophyllon, Gentiana clusii, Lepidium heterophyllum, Lilium bulbiferum, Malva alcea, Potentilla tabernaemontani* und *Thymus serpyllum*, um nur einige zu nennen. Die hohen Konzentrationen endemischer Gefäßpflanzen-Sippen in den verschiedenen Offenland-Ökosystemen der südlicheren bzw. mittelmeernahen Berg- und Gebirgslandschaften könnte auf die unmittelbare Nähe zu Rückzugsgebieten während vergangener Klimaepochen bzw. auf die relative standörtliche Konstanz dieser Landschaften hindeuten (vgl. HENDRYCH 1982, PAWLOWSKI 1969).

Der vergleichsweise geringe Anteil von Waldarten unter den Endemiten weist auf die relative Unbeständigkeit von Waldökosystemen in Europa hin. Die Ausbildung großflächiger Wälder in den verschiedenen Klimaepochen Europas war räumlich und zeitlich stets eingeschränkt (Vernichtung der Vegetation in toto bzw. Öffnung der Landschaft durch Kaltzeiten, Feuer, Megaherbivoren, Ackerbau etc.), so dass von einem einst „geschlossenen Waldmeer" kaum auszugehen ist. Darauf deuten nicht nur die zahlreichen Endemiten des terrestrischen Offenlandes hin, sondern auch die in vielen Gegenden Europas verbreiteten Pyrophyten (vgl. u. a. BERNES 1994: 44 ff., DIERßEN 1996: 99 f., HOBOHM 2000a: 104 f., WITTIG & STREIT 2004: 178).

Zu den auf Europa beschränkten Sippen mit einer mehr oder weniger engen Bindung an Wälder, die auch in Mitteleuropa bzw. Deutschland vorkommen, gehören z. B. *Carex brizoides, C. ornithopoda* und *C. pilulifera, Ceratocapnos claviculata, Chrysosplenium oppositifolium, Corydalis intermedia* und *C. pumila, Crataegus laevigata, Dentaria pentaphyllos, Euphorbia dulcis, Fagus sylvatica* ssp. *sylvatica, Ficaria verna* ssp. *bulbilifer* (in Mitteleuropa verbreitete Sippe), *Gagea spathacea, Galium sylvaticum, Helleborus foetidus* und *H. viridis, Leucojum vernum, Melittis melissophyllum, Pulmonaria officinalis* und *Ranunculus lanuginosus*.

Küstenhabitate repräsentieren schmale Streifen zwischen Meer und Land, die flächenmäßig eine nur sehr untergeordnete Rolle spielen. Sie können in ihren spezifischen ökologischen Kombinationen jedoch extrem alt werden. Zu den charakteristischen Bedingungen gehören aber auch die für den Übergang von Land und Wasser so typischen „Katastrophen" (Tsunamies, Sturmfluten), die nicht selten in kurzer Zeit ganze Küstenabschnitte umgestalten oder verlagern. Insofern sind Sippen, die in ihrem Verbreitungsareal auf ein nur kleines Gebiet innerhalb dieses langen und schmalen Bandes beschränkt bleiben, vermutlich existenziell stark gefährdet. Typische Küstenbewohner, die innerhalb Europas auch in Deutschland vorkommen, sind beispielsweise die bei uns immer seltener werdenden Arten *Atriplex calotheca* und *Cochlearia anglica*, sowie die in den oberen Sandsalzwiesen und an einigen Straßenrändern relativ häufig auftretende *C. danica*. Von der Wildform unserer Kohlsorten, *Brassica oleracea*, existieren einige authochthone Vorkommen an felsigen Küstenabschnitten Großbritanniens, Frankreichs und Nord-Spaniens; das einzige Vorkommen in Deutschland befindet sich auf Helgoland (vgl. WELK 2002: 88, 309 f.).

Gewässer spielen flächenmäßig in Europa von Natur aus eine untergeordnete Rolle. Die Wasserkörper vieler Seen und Bäche sind darüber hinaus deutlich voneinander separiert und die meisten Gewässer des Festlandes sind über evolutionsbiologisch bedeutsame Zeiträume betrachtet relativ instabil bzw. kurzlebig. Nicht wenige der für Europa endemischen Sippen sind deshalb auch an großen, zumeist älteren Seen (Bodensee, z. B. *Armeria maritima* ssp. *purpurea* und *Deschampsia litoralis*) oder an den großen, ebenfalls älteren Unterläufen der großen Ströme (z. B. *Deschampsia wibeliana* und *Oenanthe conioides* an der Elbe) zu finden. Zu den in Deutschland vorkommenden Wasser- und Uferpflanzen mit einer weiteren Verbreitung innerhalb Europas gehören beispielsweise *Apium inundatum, Callitriche hamulata, Hypericum elodes, Oenanthe fluviatilis*, sowie *Ranunculus fluitans* und *R. hederaceus*.

5. Diskussion

Generell ist die Frage zu stellen, ob eine an vielen Stellen noch nicht vollständige Liste bereits quantifizierende Schlussfolgerungen zulässt. Diese Frage ist statistisch betrachtet auch die Frage nach dem Stichprobenumfang und der Repräsentativität der Daten. Der für die hier vorgestellten Analysen zugrundegelegte Gesamtumfang der für Europa endemischen Sippen basiert auf Floren, die das gesamte Gebiet z. T. mehrfach abdecken. Wenn auch nicht ausgeschlossen werden kann, dass noch einzelne Arten und Unterarten hinzukommen werden – für die *Rubus*-Sippen ist dies dringend geboten, so sind dennoch keine die Größenordnung in Frage stellenden Erkenntnisse mehr zu erwarten. Einige der vorgestellten Ergebnisse beziehen sich auf Teilsätze der Liste und es fragt sich, ob die Analysen repräsentativ sein können. So wurden beispielsweise nur für ein knappes Drittel der Sippen Höhenangaben gefunden. Für diese Teildatensätze ist nicht ausgeschlossen, dass das entsprechende Bild (Abb. 4) sich noch im Detail verändern wird. Auch das Verhältnis von Basiphyten und Acidophyten wird noch genauer anzugeben sein. Für die Vorstellung, dass sich die hier skizzierten Verhältnisse umkehren könnten, wurden allerdings keine Hinweise gefunden. Insbesondere bei den Substraten und Pflanzengesellschaften wurden wegen der Unvollständigkeit der Ausgangsdaten nur sehr grobe Tendenzen skizziert und es ist notwendig, die Ökologie und Vergesellschaftung vieler Endemiten noch sehr viel genauer zu untersuchen.

Sippenzahlen von nah beieinander liegenden Flächen sind aufgrund von Nachbarschaftseffekten (Ausbreitung von Diasporen) in aller Regel nicht unabhängig voneinander. Insbesondere wenn Regionen, wie im vorliegenden Fall, gemeinsame Grenzen haben, ist die räumliche Autokorrelation ein immanent biologisches Phänomen. KÜHN (2007) konnte zeigen, dass Analyseergebnisse statistischer Verfahren, die angewandt werden, um die Bedingungen der Vielfalt zu analysieren, von diesem Phänomen stark beeinflusst werden können. Bei den vorliegenden Untersuchungen sollten aber zunächst nur grobe Linien der Verbreitung skizziert werden. Insofern war es nicht notwendig, entsprechende Verfahren anzuwenden und das Ausmaß der räumlichen Autokorrelation zu bestimmen.

Auf die Berechnung und den Vergleich von flächenbezogenen Konzentrationsangaben (Berechnung der Endemiten-Dichte) wurde bewusst verzichtet; Voruntersuchungen hatten gezeigt, dass die aus den eigenen empirischen Untersuchungen generierten Regressionen keine mathematisch zulässige bzw. biogeographisch sinnvolle Bezugsgröße sein können. Wesentlicher Grund dafür sind die in Europa unterschiedlich verteilten Flächenzuschnitte der Regionen – mit großen Flächen auf dem Festland im Norden (Schweden, Norwegen, Finnland, Regionen in Nordost-Europa) und kleineren Flächen im Süden (Inseln und Archipele im Mediterranraum, Atlantik). Hier tut sich aber noch ein sehr interessantes Betätigungsfeld auf, das nach der Bewältigung methodischer Probleme beispielsweise Antwort auf die Frage erwarten lässt, wo innerhalb Europas die höchsten Endemitendichten zu finden sind und warum sie gerade dort zu finden sind.

Danksagung

Den Herren S. Boch, Univ. Bern und Dr. J. Dengler, Univ. Lüneburg, danke ich für die tatkräftige Mitwirkung bei der Eingabe der Daten, Dr. Dengler darüber hinaus für extrem hilfreiche Anmerkungen

und Gespräche zu Fragen der numerischen Biogeographie. Den beiden Gutachtern von Tuexenia und Herrn Prof. Dr. H. Dierschke, Göttingen, möchte ich sehr für Hinweise und konstruktive Kritik danken.

Literatur

AESCHIMANN, D., LAUBER, K., MOSER, D. M. & THEURILLAT, J.-P. (2004): Flora alpina. Bde. 1–3. – Haupt, Bern et al.: 1159 + 1188 + 323 S.

BARTHLOTT, W., MUTKE, J., BRAUN, G. & KIER, G. (2000): Die ungleiche Verteilung pflanzlicher Artenvielfalt – Ursachen und Konsequenzen. – Ber. RTG 12: 67–84.

BERNES, C. (Edit.)(1994): Biological Diversity in Sweden. – Naturvardsverket Förlag, Solna: 280 S.

BOLOS, O. DE & VIGO, J. (1984, 1990, 1995): Flora dels Paisos Catalans. Volum I–III. – Editorial Barcino, Barcelona: 736 + 921 + 1230 S.

BONAFÈ BARCELÓ, F. (1977, 1978, 1979, 1980): Flora de Mallorca. Volum I–IV. – Editorial Moll, Palma de Mallorca: 363 + 378 + 380 + 444 S.

BORGEN, L. (1987): Postgasial evolusjon i Nordens flora – en oppsummering. – Blyttja 45: 147–169.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Edit.)(2004): Daten zur Natur 2004. – Landwirtschaftsverlag, Münster: 474 S.

BURGA, C. A., KLÖTZLI, F. & GRABHERR, G. (2004): Gebirge der Erde. – Ulmer, Stuttgart: 504 S.

BYKOW, B. A. (1979): On a quantitative estimate of endemism. – Botan. Mater. Gerb. Inst. Botan. Akad. Nauk. Kazakh. SSR. 11. 3–8 (russisch).

CASTROVIEJO, S. et al. (Edits.)(1986–2005): Flora Iberica. Vol. I–XXI. – C.S.I.C., Madrid.

CORDES, H., FEDER, J. HELLBERG, F. METZING, D. & WITTIG, B. (2006): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen des Weser-Elbe-Gebietes. – Hauschild, Bremen: 512 S.

DANTON, P. & BAFFREY, M. 1995: Inventaire des plantes protégées. – Éditions Nathan, Paris: 293 S.

DAVIS, S. D., HEYWOOD, V. H. & HAMILTON, A. C. (Edits.)(1994): Centres of Plant Diversity Vol. 1. Europe, Africa, South West Asia and The Middle East. – IUCN Publications, Unit, Cambridge: 354 S.

DIERSSEN, K. (1996): Vegetation Nordeuropas. – Ulmer, Stuttgart: 838 S.

DOMAC, R. 2002: Flora Hrvatske. – Skolska knjiga, Zagreb: 503 S.

DUELL, R. (2006): The flower beauty of Samos. – IDH, Bad Münstereifel: 114 S.

EWALD, J. (2003): The Calcareous Riddle: Why are there so many calciphilous species in the Central European Flora? – Folia Geobot. 38: 357–366.

FEDOROV, A. A. (Edit.)(1999–2006): Flora of Russia – The European Part and bordering regions. Vol. 1–9. – Balkema, Rotterdam & Brookfield.

FISCHER, M. A. & FALLY, J. (2000): Pflanzenführer Burgenland. – Eigenverlag Fally, Deutschkreutz: 312 S.

FONTAIN, B., BOUCHET, P., VAN ACHTERBERG, K., ALONSO-ZARAZAGA, M. A., ARAUJO, R., ASCHE, M. ASPOCK, U., AUDISIO, P., AUKEMA, B., BAILLY, N., BALSAMO, M., BANK, R. A., BARNARD, P., BELFIORE, C., BOGDANOWICZ, W., BONGERS, T., BOXSHALL, G., BURCKHARDT, D., CAMICAS, J. L., CHYLARECKI, P., CRUCITTI, P., DAVARVENG, L., DUBOIS, A., ENGHOFF, H., FAUBEL, A., FOCHETTI, R., GARGOMINY, O., GIBSON, D., GIBSON, R., GOMEZ LOPEZ, M. S., GOUJET, D., HARVEY, M. S., HELLER, K.-G., VAN HELSDINGEN, P., HOCH, H., DE JONG, H., DE JONG, Y., KARSHOLT, O., LOS, W., LUNDQVIST, L., MAGOWSKI, W., MANCONI, R., MARTENS, J., MASSARD, J. A., MASSARD-GEIMER, G., MCINNES, S. J., MENDES, L. F., MEY, E., MICHELSEN, V., MINELLI, A., NIELSEN, C., NIETO NAFRIA, J. M., VAN NIEUKERKEN,, E. J., NOYES, J., PAPA, T., OHL, H., DE PRINS, W., RAMOS, M., RICCI, C., ROSELAAR, C., ROTA, E., SCHMIDT-RHAESA, A., SEGERS, H., ZUR STRASSEN, R., SZEPTYCKI, A., THIBAUD, J.-M., THOMAS, A. TIMM, T. VAN TOL, J., VERVOORT, W. & WILLMANN, R. (2007): The European union's 2010 target: Putting rare species in focus. – Biol. Cons. 139: 167–185.

FOURNIER, P. (1990): Les Quatre Flores de France, Corse comprise. – 2. Aufl., Lechavalier, Paris: 1160 S.

FRANQUINHO, L.O. & COSTA, A. Da (1996): Madeira – Plantas e flores. – 15. Aufl., Francisco Ribeiro & Filhos, Funchal: 435 S.

GAMISANS, J. & MARZOCCHI, J.-F. (1996): La Flore endémique de la Corse. – Edisud, Aix-en-Provence: 208 S.

GARCIA-BARROS, E., GURREA, P., LUCIANEZ, M. J., CANO, J. M., MUNUIRA, M. L., MORENO, J. C., SAINZ, H., SANZ, M. J. & SIMON, J. C. (2002): Parsimony analysis of endemicity and its application to animal and plant geographical distributions in the Ibero-Balearic region (western Meditterranean). – J. Biogeography 29: 109–124.

GROOMBRIDGE, B. & JENKINS, M. D. (2002): World Atlas of Biodiversity. – University of California Press, Berkeley et al.: 340 S.

HAEUPLER, H. (1983): Die Mikroarealophyten der Balearen. Ein Beitrag zum Endemismus-Begriff und zur Inselbiogeographie. – Tuexenia 3: 271–288.
HENDRYCH, R. (1982): Material and notes about the geography of the highly stenochoric to monotopic endemic species of the European flora. – Acta Universitatis Carolinae – Biologica: 335–372.
HESS, H.E., LANDOLT, E. & HIRZEL, R. (1984): Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz. – 2. Aufl., Birkhäuser, Basel und Stuttgart: 657 S.
HOBBS, R. J., RICHARDSON, D. M. & DAVIS, G. W. (1995): Mediterranean-Type Ecosystems: Opportunities and Constraints for Studying the Function of Biodiversity. – In: DAVIS, G. W. & RICHARDSON, D. M. (Edits.): Mediterranean-Type Ecosystems. – Ecol. Studies 109: 1–42.
HOBOHM, C. (1999): *Euphorbia margalidiana* und Bykow`s Index of Endemicity – ein Beitrag zur Biogeographie ausgewählter Inseln und Archipele. – Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 44/2–3: 367–375.
– (2000a): Biodiversität. – Quelle & Meyer, Wiebelsheim: 214 S.
– (2000b): Plant species diversity and endemism on islands and archipelagos, with special reference to the Macaronesian Islands. – Flora 195: 9–24.
– (2004): Ökologische Aspekte der Vielfalt endemischer Pflanzenarten in Europa unter besonderer Berücksichtigung großflächiger Beweidungsmaßnahmen als Instrumentarium für den Arten- und Biotopschutz. – Schr.-R. Landschaftspfl. Natursch. 78: 281–292.
– (2005): Was sind Biodiversity Hotspots – global, regional, lokal? – Tuexenia 25: 379–386.
HOHENESTER, A. & WELß, W. (1993): Exkursionsflora für die Kanarischen Inseln mit Ausblicken auf ganz Makaronesien. – Ulmer, Stuttgart: 374 S.
JÄGER, E. & WERNER, K. (Edits.)(2005): Rothmaler Exkursionsflora von Deutschland – Gefäßpflanzen: Kritischer Band. – 10. Aufl., Spektrum, Heidelberg, Berlin: 980 S.
JAHN, R. & SCHÖNFELDER, P. (1995): Exkursionsflora für Kreta. – Ulmer, Stuttgart: 446 S.
JANSEN, J. (2002): Geobotanical guide of the Serra da Estrela. – Parque Natural da Serra da Estrela, Lisboa: 276 S.
JONSELL, B. (1990): Fjällendemism och annan endemism i Skandinaviens flora. – Blyttja 48: 79–81.
KAJAN, E. (2003): Pflanzen Griechenlands – Festland und Peloponnes. – IHW, Eching: 272 S.
KONDRACKI, J. & SCHLÜTER, H. (2003): Physisch-geographische Gliederung Europas. – In: BOHN, U., NEUHÄUSL, R. GOLLUB, G., HETTWER, C., NEUHÄUSLOVÁ, Z., SCHLÜTER, H. & WEBER, H. (2003): Karte der natürlichen Vegetation Europas. Teil 1: Erläuterungstext. – BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup: 655 S.
KREFT, H., MUTKE, J., KIER, G. & BARTHLOTT, W. (2007): The global diversity of island floras from a macroecological perspective. – Programm und Abstracts zur ersten Tagung des Informationskreises Makroökologie (12. und 13. März 2007, Uni Mainz).
KRUMBIEGEL, A. (2006): *Bolboschoenus laticarpus*-Röhrichte an der Mittelelbe, eine bisher verkannte Gesellschaft. – Tuexenia 26: – 325–338.
KUHBIER, H. 1978: *Euphorbia margalidiana* – eine neue Wolfsmilch-Art von den Pityusen (Balearen/Spanien). – Veröff. Überseemuseum Bremen A 5: 25–37.
KÜHN, I. (2007): Incorporating spatial autocorrelation may invert observed patterns. – Diversity and distributions 13: 66–69.
LANGER, W. & SAUERBIER, H. 1997: Endemische Pflanzen der Alpen. – IHW, Eching: 159 S.
LESOUEF, J.-Y. (1986): Les Plantes endémiques et subendémiques les plus menacées de France (partie non méditerranéenne). – Conservatoire botanique national de Brest, Brest: 256 S.
LE SUEUR, F. (1984): Flora of Jersey. – MRM, Jersey: 243 S.
LID, J. (1985): Norsk, svensk, finsk Flora. – Det Norske Samlaget, Oslo: 837 S.
MAJOR, J. (1990): Endemism: a botanical perspective. – In: MYERS, A. A. & GILLER, P. S. – (Edits.): Analytical biogeography. – S. 117–146, Kluwer, Dordrecht.
MEJDEN, R VAN DER, WEEDA, E. J., Holverda, W. J. & Hovenkamp, P. H. (2005): Heukel´s Flora van Nederland. – 23. Aufl., Wolters-Noordhoff, Groningen: 685 S.
MEIKLE, R. D. (1977, 1985): Flora of Cyprus. – 2 Bde., Bentham-Moxon Trust, Kew: 1969 S.
MITTERMEIER, R. A., MYERS, N. & MITTERMEIER, C. G. (Edits.)(1999) Hotspots: Earth`s biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. – Conservation International, Cemex, Mexico City: 430 S.
MOLERO-MESA, J. & PEREZ-RAYA, F. (1987): La Flora de Sierra Nevada. – Publicaciones de la Universidad, Granada: 397 S.
MOSSBERG, B., STENBERG, L.. & ERICSSON, S. (1997): Den Nordiska Floran. – W & W, Stockholm: 696 S.
NAU, C. (2003): Das Insellexikon. – Heel Verlag, Königswinter: 360 S.
NICOLIC, T. & TOPIC, J. (2005): Crvena knjika vaskularne Flore Hrvatske. – Kratis, Zagreb: 693 S.

OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. – 8. Aufl., Ulmer, Stuttgart: 1051 S.
OPSTAL, A. J. F. M. VAN, BRANDWIJK, T., DUUREN, L. VAN, SCHAMINÉE, J. H. J. (2000): Endemic and characteristic plant species in Europe. Part 1: Northern Europa. – Rapport IKC Natuurbeheer 53: 92 S.
PÄRTEL, M. (2002): Local plant diversity patterns and evolutionary history at the regional scale. – Ecology 83/9: 2361–2366.
PAWLOWSKI, B. (1969): Der Endemismus in der Flora der Alpen, der Karpaten und der Balkanischen Gebirge im Verhältnis zu den Pflanzengesellschaften. – Mitt. ostalp.-din. pflanzensoz. Arbeitsgem. 9: 167–178.
PIGNATTI, S. (1978): Evolutionary trends in mediterranean flora and vegetation. – Vegetatio 37: 175–185.
– (1982): Flora d'Italia.Bd. I–III. – Edagricole, Bologne: 2302 S.
POTT, R., HÜPPE, J. & WILDPRET DE LA TORRE, W. (2003): Die Kanarischen Inseln. – Ulmer, Stuttgart: 320 S.
PRESS, J.R. & SHORT, M.J.(Edits.)(1994): Flora of Madeira. – HMSO, London: 574 S.
PRESTON, C. D., PEARMAN, D. A. & DINES, T. D. (2002): New Atlas of the British and Irish Flora. – 910 S.
RIKLI, M. (1946): Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer. Bd. 2. – Hans Huber, Bern: S. 437–1093.
SCHÄFER, H. (2005): Flora of the Azores. – 2. Aufl., Markgraf Publishers, Weikersheim: 346 S.
SCHÖNFELDER, I. & SCHÖNFELDER, P. (1994): Mittelmeer- und Kanarenflora. – Ulmer, Stuttgart: 304 S.
STACE, C. (1991): New Flora of the British Isles. – Cambridge University Press, Cambridge et al: 1226 S.
– (1999): New Flora of the British Isles. – 3. Aufl., Cambridge University Press, Cambridge et al: 736 S.
STRASSER, W. (2002): Pflanzen des Peloponnes. – 2. Aufl., A.R.G. Gantner, Vaduz: 376 S.
– (2006): Pflanzen der östlichen Ägäis inklusive Kreta und Zypern. – A.R.G. Gantner, Ruggell: 243 S.
STRID, A. & TAN, K. (Edits.)(1997): Flora Hellenica, Vol. 1 und 2. – Koeltz Sci. Books, Königstein: 545 S., Gantner Verlag, Rugell: 511 S.
TAN, K. & GREGORIS, I. (2001): Endemic Plants of Greece. The Peloponnese. – Gads Forlag, Kobenhavn: 479 S.
TSINTIDES, T. C. & KOURTELLARIDES, L. (1998): The endemic plants of Cyprus. – Nicolaou & Sons, Nicosia: 123 S.
TUTIN, T.G. et al. (Edits.)(1996): Flora Europaea Volume 1–5. – 2. Aufl. bzw. Reprints, Cambridge University Press, Cambridge: 581 + 469 + 385 + 505 + 452 S.
VIEIRA, R. 1992: Flora da Madeira o Interesse das plantas endemicas macaronensicas. – Natureza e paisagem 11: 1–155, Funchal.
VINEY, D. E. (1994, 1969): An illustrated Flora of North Cypres. Volume 1 und 2. – Koeltz, Koenigstein: 697 S., A.R.G. Gantner, Vaduz: 167 S.
WEEDA, E. J., WESTRA, R., WESTRA, C. & WESTRA, T. (1985, 1987, 1988, 1991): Nederlandse oecologische Flora. Wilde planten en hun relaties. Vol. I–IV. – Stichting, Amsterdam: 304 + 304 + 302 + 317 S.
WEISCHET, W. (1990): Das Klima Amazoniens und seine geoökologischen Konsequenzen. – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 80: 59–91.
WELK, E. (2002): Arealkundliche Analyse und Bewertung der Schutzrelevanz seltener und gefährdeter Gefäßpflanzen Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskunde 37: 337 S.
WHITMORE, T. C. (1993): Tropische Regenwälder. – Spektrum, Heidelberg et al.: 275 S.
WIRTH, W. (Edit.)(2001): Kleiner Welt Almanach 2002. – Justus Perthes, Gotha: 241 S.
WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Ulmer, Stuttgart: 765 S.
WITTIG, R. & STREIT, B. (2004): Ökologie. – Ulmer, Stuttgart: 304 S.
YILDIZ, K. & SALIH, G. (2006): Chromosome numbers of 16 endemic plant taxa from Northern Cyprus. – Turk. J. Bot. 30: 181–192.

Prof. Dr. Carsten Hobohm
Univ. Flensburg
Department IV/Biologie
Auf dem Campus 1
D – 24943 Flensburg
hobohm@uni-flensburg.de

Eingang des Manuskriptes am 17.05.2007, endgültig angenommen am 18.10.2007.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: NS_28

Autor(en)/Author(s): Hobohm Carsten

Artikel/Article: Ökologie und Verbreitung endemischer Gefäßpflanzen in Europa 7-22