©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 15: 481–511. Göttingen 1995.

Verbreitung, Vergesellschaftung, Ökologie und Gefährdung der Flachbärlappe (Lycopodium sect. Complanata, Lycopodiaceae) in Nordrhein-Westfalen

– Ulrich Ardelmann, Karsten Horn, Andreas Schiemionek und H. Wilfried Bennert[1] –

Zusammenfassung

Im Rahmen einer umfassenden geländeökologischen Bestandsaufnahme der gefährdeten Farnpflanzen in Deutschland wurden die aktuellen Vorkommen der Flachbärlappe in Nordrhein-Westfalen untersucht. Ermittelt wurden standortökologische (Meereshöhe, Exposition, relativer Lichtgenuß sowie pH-Wert und Stickstoffgehalt des Bodens) und populationsökologische Parameter (besiedelte Fläche, Anzahl der Zähleinheiten [Sproßbüschel], Vitalität und Fertilität) sowie die Vergesellschaftung der Arten. Umfangreiches Herbarmaterial wurde ausgewertet, um die historische Verbreitung darstellen und die aktuelle Gefährdungssituation besser beurteilen zu können. Während bei *L. issleri* die Anzahl der Vorkommen unverändert geblieben und bei *L. alpinum* sogar eine Zunahme eingetreten ist, zeigen die übrigen Arten (*L. complanatum*, *L. zeilleri* und *L. tristachyum*) unterschiedlich starke Rückgangstendenzen, die bei einer Neubewertung der Einstufung in der Roten Liste berücksichtigt werden sollten. Möglichkeiten zum Schutz dieser konkurrenzschwachen Arten, die aktuell fast ausschließlich an anthropogen entstandenen Sekundärstandorten vorkommen, werden diskutiert und konkrete Maßnahmen hierfür vorgeschlagen.

Abstract: Distribution, ecology and endangerment of flat-branched clubmosses (Lycopodium sect. Complanata, Lycopodiaceae) in North Rhine-Westphalia

The extant populations of flat-branched club mosses in North Rhine-Westphalia were investigated within a comprehensive field ecological survey of endangered pteridophytes in Germany. Parameters of habitat ecology (altitude, exposure, relative light intensity, as well as soil reaction and total nitrogen content) and population ecology (area colonized, number of units counted [group of aerial shoots], vitality and fertility) were recorded and the phytosociological behaviour characterized. A large number of herbarium specimens was examined in order to establish the historical distribution serving as a basis for evaluating the degree of endangerment. In *L. issleri*, the number of localities has remained unchanged, and in *L. alpinum* it has even increased, while the other species (*L. complanatum*, *L. tristachyum* and *L. zeilleri*) show various degrees of decline; these facts have to be considered when reexamining the classification of the club mosses in the Red Data Book. Measures to be taken for protecting these weak competitors which are presently almost exclusively confined to secondary habitats created by man, are discussed, and management techniques are proposed.

1. Einleitung

Von den 82 in der Bundesrepublik Deutschland vorkommenden Pteridophyten-Arten sind 41, also genau die Hälfte, wegen ihrer Gefährdung oder Seltenheit in die Rote Liste Ost- bzw. Westdeutschlands aufgenommen worden (vgl. RAUSCHERT 1978, KORNECK & SUKOPP 1988). Unter den artenreicheren Familien (mit mehr als fünf Arten) der Farnpflanzen sind die Lycopodiaceen nach den Ophioglossaceen die am stärksten gefährdete Gruppe (BENNERT 1976): Sieben der acht einheimischen Bärlapp-Arten haben in die westdeutsche Rote Liste bzw. die Rote Liste der ehemaligen DDR Eingang gefunden. In Nordrhein-Westfalen stellt sich die Situation insofern noch kritischer dar, als alle Arten der Bärlappgewächse auf die Rote Liste des Landes gesetzt werden mußten (WOLFF-STRAUB et al. 1986). Dabei sind von den fünf Flachbärlapp-Arten (*Lycopodium* sect. *Complanata*) in NRW vier als vom

[1] Veröffentlichung der Arbeitsgemeinschaft für Biol.-ökol. Landeserforschung, ABÖL, Nr. 103, Münster

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Aussterben bedroht (Gefährdungskategorie 1) und eine als stark gefährdet (Kategorie 2) eingestuft worden. Insbesondere der starke Verlust der Vorkommen von früher weiter verbreiteten Arten, vor allem von *Lycopodium complanatum* und *L. tristachyum*, in den Tieflandgebieten hat wesentlich zu dieser Gefährdungsbilanz beigetragen. Auch *L. zeilleri* zeigt Rückgangstendenzen: Diese Art wurde zwar erst zu Beginn der Achtziger Jahre aus der Eifel als vermeintlicher Erstnachweis für Nordrhein-Westfalen gemeldet (SCHUMACHER et al. 1984), ist jedoch in Herbarien mehrfach aus früherer Zeit belegt und wurde bislang lediglich verkannt (vgl. Abb. 1, 6). Andererseits waren in den zurückliegenden Jahren zumindest im Süderbergland neue Fundmeldungen bei *L. alpinum*, *L. complanatum* und *L. tristachyum* zu regristieren, was zu der Hoffnung Anlaß gibt, daß sich die Rückgangstendenzen zumindest abschwächen könnten.

Alle Versuche, die historische Verbreitung der Flachbärlapp-Arten zu rekonstruieren und die aktuellen Areale zu ermitteln, um daraus präzisere Vorstellungen über das Ausmaß des Populationsschwundes und des Arealverlustes ableiten zu können, werden dadurch erschwert, daß diese Pflanzen geradezu ein Musterbeispiel für kartierungskritische Sippen darstellen. Dies liegt zunächst daran, daß neben gut erkennbaren „Stammformen" (*L. alpinum* L., *L. complanatum* L. und *L. tristachyum* PURSH) zwei „Zwischenformen" (*L. issleri* [ROUY] DOMIN und *L. zeilleri* [ROUY] GREUT. & BURD.) existieren, die in ihrer Morphologie zwischen je zwei dieser „Stammformen" vermitteln, deren genaue Entstehung und Reproduktionsbiologie jedoch noch ungeklärt sind. Hinzu kommt, daß vor allem die „Zwischenformen" morphologisch eine hochgradige Plastizität aufweisen und sich je nach standörtlichen Gegebenheiten stärker der einen oder anderen „Stammform" annähern und sogar weitgehend angleichen können. Zwar gibt es im mikromorphologischen Bereich Merkmale, die gewisse Unterschiede zeigen[2], doch stehen umfassendere Studien, welche die Zuverlässigkeit dieser Merkmale als Bestimmungshilfen generell bestätigen würden, noch aus.

Eine Möglichkeit, die Artbestimmung mit modernen Methoden kritisch zu überprüfen und so auf eine solide und einheitliche Basis zu stellen, ergab sich aufgrund der Erkenntnisse, die durch gelelektrophoretische Analysen von Isoenzymen bei Flachbärlappen gewonnen werden konnten (STOOR 1994). Anlaß für die Revision war unter anderem die bei bundesweiten Kartierungsarbeiten gesammelte Erfahrung, daß sich vor allem *L. zeilleri* nicht immer mit letzter Sicherheit von den mutmaßlichen Ausgangssippen (*L. complanatum* und *L. tristachyum*) unterscheiden läßt. Aber auch *L. issleri* kann Schwierigkeiten bereiten und ist, wie sich erst kürzlich herausgestellt hat, nicht nur eine polymorphe, sondern auch in ihrer Abstammungsgeschichte uneinheitliche Sippe (vgl. STOOR & BENNERT 1993 sowie STOOR 1994), die aufgegliedert werden muß.

Vor diesem Hintergrund schien es geboten, bisherige Daten zur aktuellen und historischen Verbreitung der einzelnen Flachbärlapp-Arten in Nordrhein-Westfalen kritisch zu überprüfen und den Versuch zu unternehmen, die bislang sehr lückenhaften Kenntnisse über die standortökologischen Ansprüche, populationsbiologischen Besonderheiten und die Vergesellschaftung dieser hochgradig gefährdeten Pflanzengruppe zu erweitern.

2. Material und Methoden

Eine erste Grundlage für die vorliegenden Ergebnisse bildeten die von ARDELMANN (1991) durchgeführten Geländestudien an nordrhein-westfälischen Flachbärlapp-Arten. Im Rahmen eines vom Bundesumweltministerium geförderten Projektes über Biologie und Ökologie gefährdeter Farnpflanzen in Deutschland wurden diese Untersuchungen aktualisiert und ergänzt, wobei nicht nur weitere geländeökologische Parameter erhoben wurden, sondern auch Vorkommen Berücksichtigung fanden, die im

[2] Dies gilt vor allem für die Dichte der Wachsauflagerungen auf den Mikrophyllen; die Perisporstruktur, die bei anderen Farnpflanzen oftmals artspezifisch verschieden ist und u.U. auch im Lichtmikroskop überprüft werden kann, ist hingegen bei den Flachbärlappen völlig einheitlich ausgebildet (vgl. SCHENK 1985).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Zeitraum von 1991 bis 1994 neu entdeckt wurden. Zur Darstellung der historischen Verbreitung wurden umfassende Herbarauswertungen, vor allem durch den Zweitautor (K.H.), vorgenommen (vgl. Anhang).

Bei lebenden Pflanzen, die morphologisch nicht eindeutig einzuordnen waren, wurden als artspezifische biochemische Marker Isoenzyme verwendet, die im Rahmen des oben erwähnten Projektes für populationsgenetische Studien analysiert wurden, die aber auch für eine Sippenidentifizierung gut geeignet sind. In solchen Fällen wurde eine winzige Probe (100–200 mg) entnommen und isoenzymatisch auf nativen Stärkegelen analysiert. Methodische Einzelheiten sind bei SOLTIS et al. (1983), SOLTIS & SOLTIS (1989) sowie STOOR (1994) dargestellt. Bei den Flachbärlappen erwiesen sich Phosphoglucoisomerase (PGI) und Esterase (EST) als besonders geeignet, da diese Enzymsysteme Bandenmuster zeigen, die trotz einer bei allen Sippen vorhandenen innerartlichen Variabilität eine eindeutige Unterscheidung der „Zwischenformen" von den mutmaßlichen „Stammformen" erlauben (STOOR 1994).

Für die im Gelände zu protokollierenden standort- und populationsökologischen Parameter wurde ein Erhebungsbogen entwickelt, der sich zum einen am Vordruck des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie (HAEUPLER & GARVE 1983), zum anderen, vor allem für die Erfassung der Populationsgrößen, an den Vorschlägen von ZAHLHEIMER (1985) orientiert und der den speziellen Erfordernissen der verschiedenen Gruppen von Farnpflanzen Rechnung trägt. Die wichtigsten an den jeweiligen Wuchsorten erhobenen standortökologischen Kennwerte sind: Meereshöhe, Exposition, Neigung, der relative Lichtgenuß (gemessen mit Hilfe eines Luxmeters, Fa. Gossen) sowie als Bodenparameter pH-Wert (gemessen in 0,01 m $CaCl_2$, vgl. SCHACHTSCHABEL et al. 1992) und Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff (nach Kjeldahl, vgl. STEUBING & FANGMEIER [1992], an lufttrockenen Proben aus 2 bis 6 cm Tiefe). Die von einer Population besiedelte Gesamtfläche wurde den Vorschlägen von ZAHLHEIMER (1985) folgend als Umrißfläche ermittelt. Die Populationsgröße wurde durch Auszählen möglichst genau bestimmt; als Zähleinheit dienten die einzelnen, von dem horizontal unter- oder oberirdisch kriechenden Rhizom abzweigenden Sproßbüschel. Bei den klonal wachsenden Flachbärlappen ist eine Abgrenzung von Individuen nicht möglich. Als Indikator für die Vitalität der Bestände wurde die Größe der Pflanzen herangezogen und nach einer vierstufigen Skala abgeschätzt:

I = Pflanzen von überdurchschnittlicher Größe
II = Pflanzen von durchschnittlicher Größe
III = Pflanzen von unterdurchschnittlicher Größe
IV = Pflanzen klein und kümmernd.

Für die statistischen und grafischen Auswertungen wurde das Statistikprogramm SYSTAT (Version 5.03) verwendet. Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach der Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland (ZENTRALSTELLE FÜR DIE FLORISTISCHE KARTIERUNG DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND [NORD] 1993); die Nomenklatur der Pflanzengesellschaften in Deutschland folgt POTT (1992).

Für die historischen Verbreitungsübersichten (Abb. 2–6) wurden die Herbarien[3] in Bonn (BONN), Frankfurt (FR), Göttingen (GOET), Hamburg (HBG), Hannover (HAN), Münster (MSTR), Osnabrück (OSN) und des Naturkundemuseums Bielefeld sowie die Privatsammlungen von D. BÜSCHER, H. NEIDHARDT, beide Dortmund, und von I. und W. SONNEBORN, Bielefeld, ausgewertet. An Hand von Meßtischblättern wurden die Fundortangaben überprüft sowie die heutige Landkreiszugehörigkeit und der jeweilige Quadrant ermittelt. In einzelnen Fällen ließen ungenaue Ortsangaben nur eine Lokalisation auf Meßtischblattbasis zu; diese Angaben fanden keine Berücksichtigung in den Verbreitungskarten. Konnte die Zuordnung zu einem Grundfeld nicht eindeutig erfolgen, wurde die jeweilige Angabe als geographisch unscharf gekennzeichnet. Weitere Aspekte, die für derartige Auswertungen von Bedeutung sind, werden von GARVE (1991) näher erläutert. In der Karte von *L. complanatum* sind 2 Vorkommen (TK 25 5015 und 5115) eingetragen, die 1991 von U. ARDELMANN noch kartiert werden konnten, 1992 aber bereits erloschen waren. Literaturangaben zu historischen Vorkommen wurden nicht in die Verbreitungskarten übernommen, weil die Artbestimmung nicht überprüft werden konnte.

[3] Abkürzungen nach HOLMGREN et al. (1990).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

3. Ergebnisse

3.1 Verbreitung und Vergesellschaftung der Flachbärlappe in Nordrhein-Westfalen

In Nordrhein-Westfalen sind alle fünf mitteleuropäischen Flachbärlapp-Arten noch aktuell vorhanden (Abb. 2–6). Die insgesamt 42 Vorkommen sind jedoch auf nur drei der sechs Großlandschaften (Weserbergland, Eifel und Süderbergland) beschränkt, wobei das Weserbergland und die Eifel jeweils nur ein einziges Vorkommen beherbergen (von *L. tristachyum* bzw. *L. zeilleri*). Die Verbreitung konzentriert sich also sehr deutlich auf das Süderbergland, und zwar hauptsächlich auf den Bereich des Rothaargebirges. In diesem Raum liegen sowohl die beiden einzigen Vorkommen von *L. issleri* und alle vier Fundorte von *L. complanatum* als auch 10 der 11 Vorkommen von *L. alpinum*; diese Art ist sonst nur noch mit einem weiteren Vorkommen im Arnsberger Wald vertreten. Auch die Fundorte von *L. tristachyum* häufen sich im Rothaargebirge (16 von 24 Vorkommen). Weitere Wuchsorte liegen im Arnsberger Wald, im nördlichen Sauerland (Märkischer Kreis), im Bergischen Land (je zwei) und im Ebbegebirge (einer). *L. zeilleri* ist mit nur einem aktuellen Vorkommen[4] die seltenste Art, die erst durch die Publikation von SCHUMACHER et al. (1984) als Bestandteil der nordrhein-westfälischen Flora dokumentiert wurde; die Art ist aber in Herbarien mehrfach von historischen Wuchsorten belegt (Abb. 1, 6).

Für *L. tristachyum* ließen sich im Rahmen der Herbarstudien insgesamt 47 Belege von 31 verschiedenen Fundorten ermitteln (vgl. Anhang), die sich auf die Westfälische Bucht und das Weserbergland (23), das Süderbergland (3), die Niederrheinische Bucht (2), das Niederrheinische Tiefland (2) und die Nordeifel (1) verteilen; 2 Belege von 2 Fundorten konnten nicht lokalisiert werden und blieben in der Verbreitungskarte unberücksichtigt. RUNGE (1990) spricht sogar von rund 70 ehemaligen Funden für das Gebiet von Westfalen, die aber nur teilweise in Herbarien belegt sind und daher nur in beschränktem Umfang überprüft werden konnten. Die aktuellen Wuchsorte dieser Art liegen fast ausnahmslos im Süderbergland, nahezu alle Vorkommen von *L. tristachyum* in der planaren und collinen Stufe sind erloschen oder verschollen. Dies bedeutet eine deutliche Arealeinengung, da die Art heute in vier von sechs nordrhein-westfälischen Großlandschaften nicht mehr vertreten ist.

Bei *L. complanatum* ist die Bilanz ebenfalls sehr ungüstig, da den 12 ermittelten früheren Vorkommen nur 4 rezente Bestände gegenüberstehen. Die ausgewerteten historischen Nachweise dieser Art (14 Belege von 10 Fundorten) stammen aus dem Süderbergland (6) sowie dem Weserbergland und der Westfälischen Bucht (4). Weitere 2 Belege von 2 verschiedenen Fundorten konnten nicht lokalisiert werden und blieben unberücksichtigt. RUNGE (1990) nennt für *L. complantum* 11 historische Nachweise für Westfalen (2 aus dem Weserbergland und 9 aus dem Süderbergland), die zum überwiegenden Teil an Hand von Herbarmaterial überprüft werden konnten. Damit ergibt sich auch für *L. complanatum* eine Einengung sowohl in der horizontalen als auch der vertikalen Verbreitung: Die rezenten Vorkommen sind auf das Süderbergland beschränkt und liegen alle in der montanen Stufe.

Besonders deutlich ist die Arealverschiebung bei *L. zeilleri*: Die 7 historischen Vorkommen liegen im Süderbergland und Weserbergland (insgesamt 9 Belege von 7 verschiedenen Lokalitäten), während die Art aktuell nur aus der Eifel bekannt ist. Da dieser kleine Bestand sich dort vermutlich erst in jüngerer Zeit angesiedelt hat (SCHUMACHER et al. 1984), ist nicht auszuschließen, daß die Art zwischenzeitlich in Nordrhein-Westfalen erloschen war und durch Ferntransport von Sporen aus anderen (süddeutschen?) Beständen wieder eingewandert ist.

L. alpinum und *L. issleri* waren immer schon auf das Süderbergland beschränkt, wo auch ihre einzigen aktuellen Wuchsorte liegen. Bei *L. alpinum* hat sich die Zahl der bekannten Fundorte in jüngerer Zeit fast vervierfacht: 11 aktuellen Vorkommen stehen 3 historische Nachweise gegenüber (insgesamt 34 Belege von 3 verschiedenen Lokalitäten; Kahler Asten und

[4] Die Angaben von VIGANO (1991) sowie von BELZ et al. (1992) über Vorkommen im Hochsauerland beruhen auf Fehlbestimmungen; die entspechenden Pflanzen wurden isoenzymatisch überprüft. Es handelt sich um *L. complanatum* bzw. in einem Fall auch um *L. tristachyum*.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at



Abb. 1: Herbarbeleg eines historischen Vorkommens von *Lycopodium zeilleri*: Vor 1890 BI, „Am Bergabhang von Großbockermann b Bielefeld ges." (4017/1), Hb. Beckhaus, det. Horn (1994), MSTR.
Foto: B. Gries.

nähere Umgebung werden als eine Lokalität gewertet, da zumeist nicht zwischen den einzelnen Wuchsstellen unterschieden werden konnte). Bei *L. issleri* ist die Zahl der Fundorte unverändert geblieben: 2 historischen Vorkommen (insgesamt 4 Belege von 2 unterschiedlichen Lokalitäten) steht die gleiche Anzahl aktueller Nachweise gegenüber.

Das historische Verbreitungsbild der einzelnen Flachbärlapp-Sippen ließ sich durch Herbarauswertung recht gut dokumentieren. Lediglich bei *L. tristachyum* bleiben Lücken, da ein Teil der alten Vorkommen zumindest nicht in den ausgewerteten Herbarien belegt ist.

Die heutigen nordrhein-westfälischen Flachbärlapp-Populationen sind – im Gegensatz zu einem Teil der historischen Vorkommen und auch vielen aktuellen Beständen im süddeutschen Raum – nicht in Waldgesellschaften oder Forsten angesiedelt. Vielmehr haben sie sich auf mehr oder weniger offenen Sekundärstandorten etabliert, die anthropogenen und zumeist jüngeren Ursprungs sind, vorzugsweise an Straßen- oder Forstwegböschungen sowie Skipisten und de-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

ren Rändern. Floristisch sind diese Vegetationsbestände eher artenarm und relativ einheitlich ausgebildet; syntaxonomisch sind sie innerhalb der Klasse *Nardo-Callunetea* Prsg. 1949 (anthropo-zoogene Heiden und Rasen) dem *Vaccinio-Callunetum* Büker 1942 (montan verbreitete Heiden auf sauren Böden) sowie dessen Initialstadien zuzuordnen (Tab. 1). In diesen Bergheidebeständen treten neben den Flachbärlappen mit hoher Stetigkeit *Deschampsia flexuosa*, *Calluna vulgaris* und *Lycopodium clavatum* auf. Nicht selten kommen weitere Zwergsträucher (*Vaccinium myrtillus*, *Genista pilosa*) und andere Lycopodiaceen (*Huperzia selago*, *Lycopodium annotinum*) hinzu.

3.2 Standortökologie

Standortökologisch unterscheiden sich die Vorkommen der Flachbärlappe vor allem hinsichtlich der Höhenlage, der Exposition und des relativen Lichtgenusses, in geringerem Maße bei den untersuchten Bodenfaktoren (pH-Wert und Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff).

Die breiteste Höhenamplitude zeigen die Vorkommen von *L. tristachyum* (Abb. 7), die von 115 bis zu 780 m, also von der collinen bis zur hochmontanen Stufe reichen (zur Definition der Höhenstufen vgl. HAEUPLER 1970a, b). Ihre optimale Entfaltung erreicht die Art jedoch in submontanen bis montanen Lagen, 96% aller Wuchsorte liegen oberhalb von 300 m. *Lycopodium alpinum* zeigt eine strenge Bindung an die montane und hochmontane Stufe und wächst, mit einer Ausnahme, nur oberhalb von 550 m (Abb. 8). Der einzige Wuchsort in submontaner Lage (bei 415 m) zeichnet sich durch besondere Geländegegebenheiten aus, die anscheinend ein kühleres und feuchteres Mikroklima als in der Umgebung bedingen (vgl. ARDELMANN 1991). Auch *L. complanatum* wächst nur in der montanen bis hochmontanen Stufe oberhalb von 540 m (Abb. 9). *L. issleri* ist auf die hochmontane Stufe (760 und 780 m) beschränkt (Abb. 10), während das einzige Vorkommen von *L. zeilleri* in submontaner Lage (440 m) liegt.

Fast alle Flachbärlapp-Vorkommen liegen auf geneigten Flächen (Inklination zumeist zwischen 20° und 30°), die sehr unterschiedlich exponiert sein können. Die Wuchsorte von *L. tristachyum* sind nach allen Himmelsrichtungen hin geneigt (Abb. 7), allerdings werden West- und Südwestlagen eher gemieden. *L. alpinum* bevorzugt Wuchsorte, die nach Nordwesten (50%) oder auch Norden (25%) hin orientiert sind (Abb. 8). Die Vorkommen von *L. complanatum* sind ost-, südost- oder nordwestexponiert (Abb. 9), dabei wird auch von dieser Art die Nordwest-Richtung (50%) bevorzugt. Die beiden Wuchsorte von *L. issleri* sind nach Norden bzw. Nordwesten hin ausgerichtet (Abb. 10); auch der einzige Bestand von *L. zeilleri* weist Nordwest-Exposition auf.

Die lichtklimatischen Verhältnisse sind außerordentlich heterogen. Eine besonders große Amplitude zeigt *L. tristachyum*, bei dem der relative Lichtgenuß Werte zwischen 10 und 100% annehmen kann (Abb. 7). Allerdings werden hellere Wuchsorte bevorzugt: 68% aller Vorkommen weisen einen relativen Lichtgenuß zwischen 60 und 100% auf. Auch die meisten Wuchsorte von *L. alpinum* sind sehr hell (74 bis 100% relativer Lichtgenuß) (Abb. 8), lediglich zwei Populationen wachsen etwas schattiger (52%). Ähnliches gilt für die Wuchsorte von *L. complanatum* (drei von vier Vorkommen erhalten nahezu volles Sonnenlicht, Abb. 9) und *L. issleri* (Abb. 10). Das einzige Vorkommen von *L. zeilleri* ist stärker beschattet (20% relativer Lichtgenuß).

Alle Flachbärlapp-Arten wachsen in Nordrhein-Westfalen auf frischen, sandig-lehmigen Böden mit geringer bis fehlender Humusauflage, die in der Regel flachgründig und skelettreich sind. Auffällig ist der hohe Säuregrad, wobei stark saure bis sehr stark saure Bedingungen mit einer mittleren Bodenacidität von 4,1 vorherrschen (Tab. 2). Die Werte schwanken zwischen 4,4 (stark sauer) und 3,5 (sehr stark sauer); beide Extremwerte wurden an Standorten von *L. tristachyum* ermittelt. Bei den übrigen Arten ist das pH-Spektrum enger und reicht von 3,9 bis 4,2.

Ein weiteres Charakteristikum ist der relativ niedrige Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff (Tab. 2). *L. tristachyum* wächst bevorzugt auf Böden mit einem $N_{org.}$-Gehalt zwischen 0,11 und 0,20%. Aber auch niedrigere Gehalte (0,02 bis 0,10%) sind offensichtlich noch

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

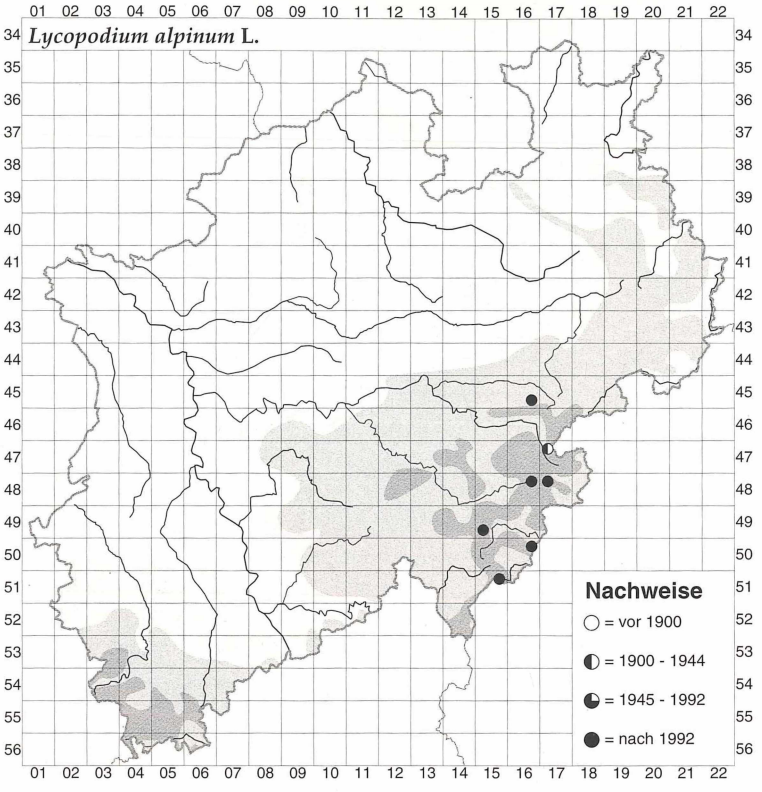


Abb. 2: Aktuelle und historische Verbreitung von *Lycopodium alpinum* in Nordrhein-Westfalen; nur überprüfte Herbarbelege wurden berücksichtigt (vgl. Text). Die Grautöne symbolisieren folgende Höhenstufenintervalle (weiß bis dunkelgrau): 0–100 m, 100–200 m, 200–500 m, > 500 m.

ausreichend; immerhin finden sich mehr als ein Viertel aller Vorkommen an solchen Standorten. N-reichere Böden (N-Gehalt zwischen 0,20 und 0,30%) werden hingegen nur ausnahmsweise (von zwei Populationen) besiedelt. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei *L. alpinum*: Die $N_{org.}$-Gehalte schwanken zwischen 0,09 und 0,31%, wobei aber für die Hälfte aller Vorkommen eher niedrige N-Gehalte zwischen 0,11 und 0,20% ermittelt wurden. Auch bei den übrigen Arten liegen die Werte in einem ähnlichen Bereich (0,11 und 0,31% für *L. complanatum*, 0,09% und 0,31% für *L. issleri* sowie 0,11% für *L. zeilleri*).

3.3 Populationsökologie

In ihrer flächenmäßigen Ausdehnung sind die Populationen der Flachbärlappe meist begrenzt und nehmen oftmals nur eine Fläche von weniger als 1 m² ein (Abb. 7–10). Dies gilt vor allem für *L. tristachyum* und *L. complanatum*, bei denen solche Kleinstbestände rund drei Viertel aller Vorkommen ausmachen. Populationen mit mittlerer Flächenausdehnung (> 400 m²) finden sich weit weniger häufig, kommen aber bei allen Arten mit Ausnahme von *L. zeilleri* vor. Ausgesprochen großflächige Bestände sind sehr selten, können sich im Extremfall aber über Flächen von 0,5 ha (*L. alpinum*) bis 1,2 ha (*L. tristachyum*) erstrecken.

Für die Sproßbüschel als Zähleinheit ergibt sich naturgemäß ein ähnliches Bild (Abb. 7–10). Kleinstvorkommen mit bis zu 10 Sproßbüscheln sind keine Seltenheit und wurden vor allem bei *L. tristachyum* und *L. complanatum* gehäuft beobachtet, bei denen rund die Hälfte aller Populationen zu dieser Größenklasse gehört. Mittelgroße Bestände mit 11 bis 100 Sprossen treten nur bei *L. tristachyum*, *L. alpinum* und *L. zeilleri* auf. Die flächenmäßig größten Vorkommen

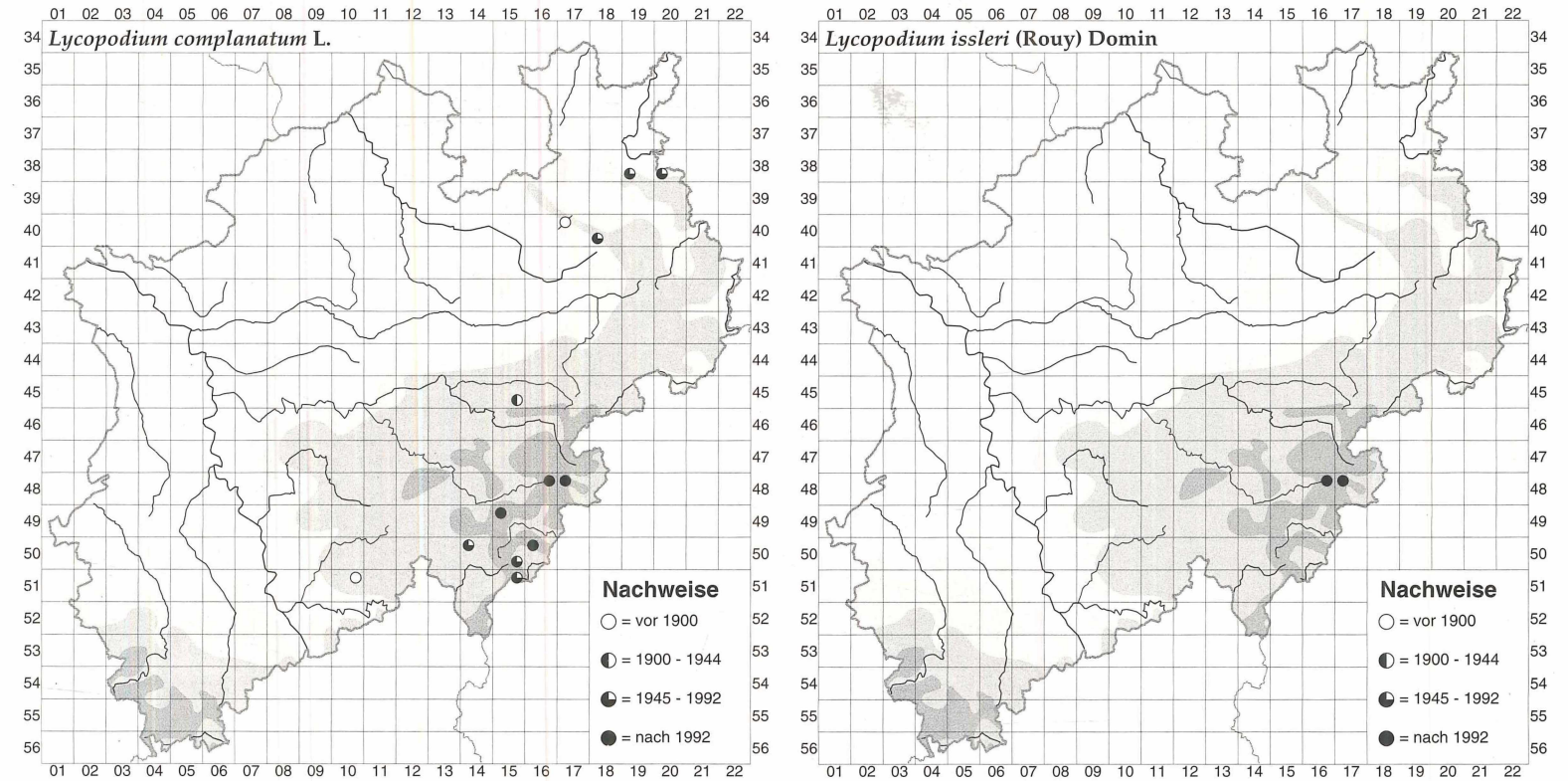
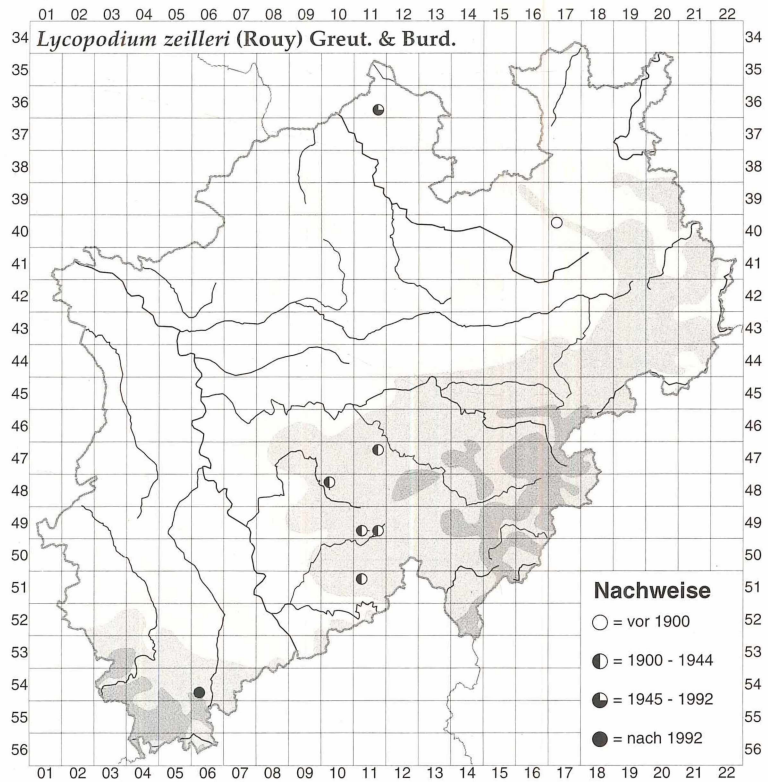


Abb. 3–4: Aktuelle und historische Verbreitung von *Lycopodium complanatum* und *L.issleri* in Nordrhein-Westfalen; nur überprüfte Herbarbelege wurden berücksichtigt (vgl. Text); mit Strichen versehene Symbole geben eine örtliche Unschärfe an. Die Grautöne symbolisieren folgende Höhenstufenintervalle (weiß bis dunkelgrau): 0–100 m, 100–200 m, 200–500 m, > 500 m.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at



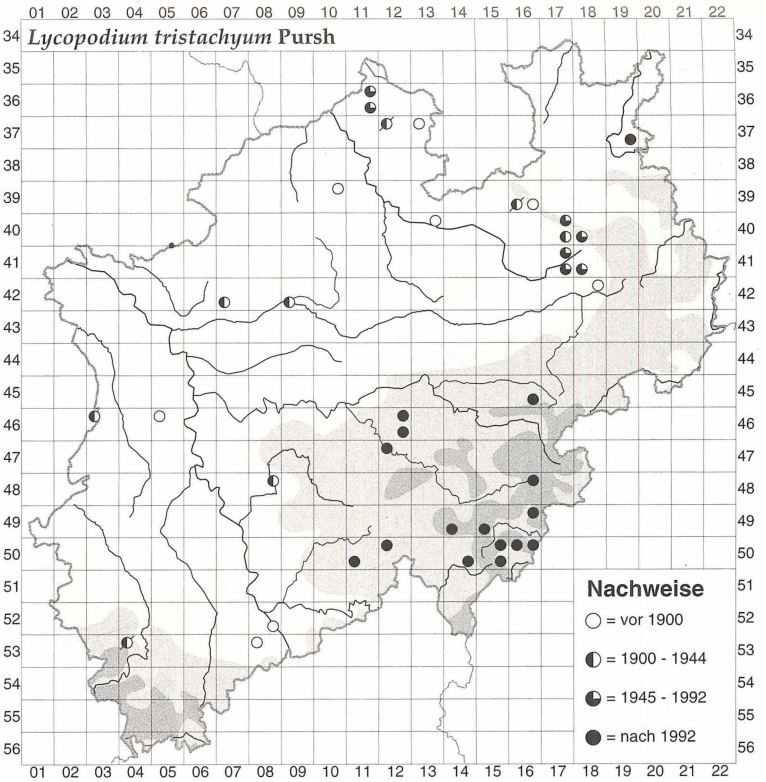


Abb. 5–6: Aktuelle und historische Verbreitung von *Lycopodium tristachyum* und *L. zeilleri* in Nordrhein-Westfalen; nur überprüfte Herbarbelege wurden berücksichtigt (vgl. Text); mit Strichen versehene Symbole geben eine örtliche Unschärfe an. Die Grautöne symbolisieren folgende Höhenstufenintervalle (weiß bis dunkelgrau): 0–100 m, 100–200 m, 200–500 m, > 500 m.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 1: Synthetische Tabelle der Flachbärlapp-Vorkommen in Nordrhein-Westfalen, die durchweg den Bergheiden (*Vaccinio-Callunetum* Büker 1942) bzw. deren Initialstadien zuzuordnen sind. Anzahl der Aufnahmen: 28, Höhenlage: 115–780 m NN, Flächengröße: 1–105 m^2, durchschnittliche Artenzahl: 8, Spalte A: Stetigkeitsklasse, Spalte B: Stetigkeit in Prozent, Spalte C: Artmächtigkeit.

	A	B	C
Kennzeichnende Arten			
Lycopodium tristachyum	III	54	+ - 1
Lycopodium alpinum	II	32	+ - 1
Lycopodium complanatum	II	25	+ - 1
Lycopodium issleri	I	18	+ - 1
Lycopodium zeilleri	I	4	1
Differentialarten			
Vaccinium myrtillus	II	39	+ - 3
Melampyrum pratense	I	14	+
Vaccinium vitis-idaea	I	4	1
Klassen- bis Verbandscharakterarten			
Calluna vulgaris	IV	64	+ - 4
Lycopodium clavatum	IV	64	+ - 2
Nardus stricta	I	18	+
Genista pilosa	I	14	+
Genista anglica	I	4	+
Begleiter			
Deschampsia flexuosa	V	89	+ - 5
Picea abies juv.	III	54	+
Galium saxatile	III	43	+ - 1
Betula pendula juv.	II	32	+
Huperzia selago	I	18	+
Fagus sylvatica juv.	I	11	+
Quercus robur juv.	I	11	+
Sorbus aucuparia juv.	I	11	+
Genista tinctoria	I	7	+
Luzula luzuloides	I	7	+
Lycopodium annotinum	I	7	+
Salix spec. juv.	I	7	+
Agrostis capillaris	I	4	+
Corylus avellana juv.	I	4	+
Cytisus scoparius	I	4	+
Epilobium angustifolium	I	4	+
Erica tetralix	I	4	+
Hieracium lachenalii	I	4	+
Lupinus polyphyllus	I	4	+
Luzula sylvatica	I	4	+
Maianthemum bifolium	I	4	+
Molinia caerulea	I	4	+

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

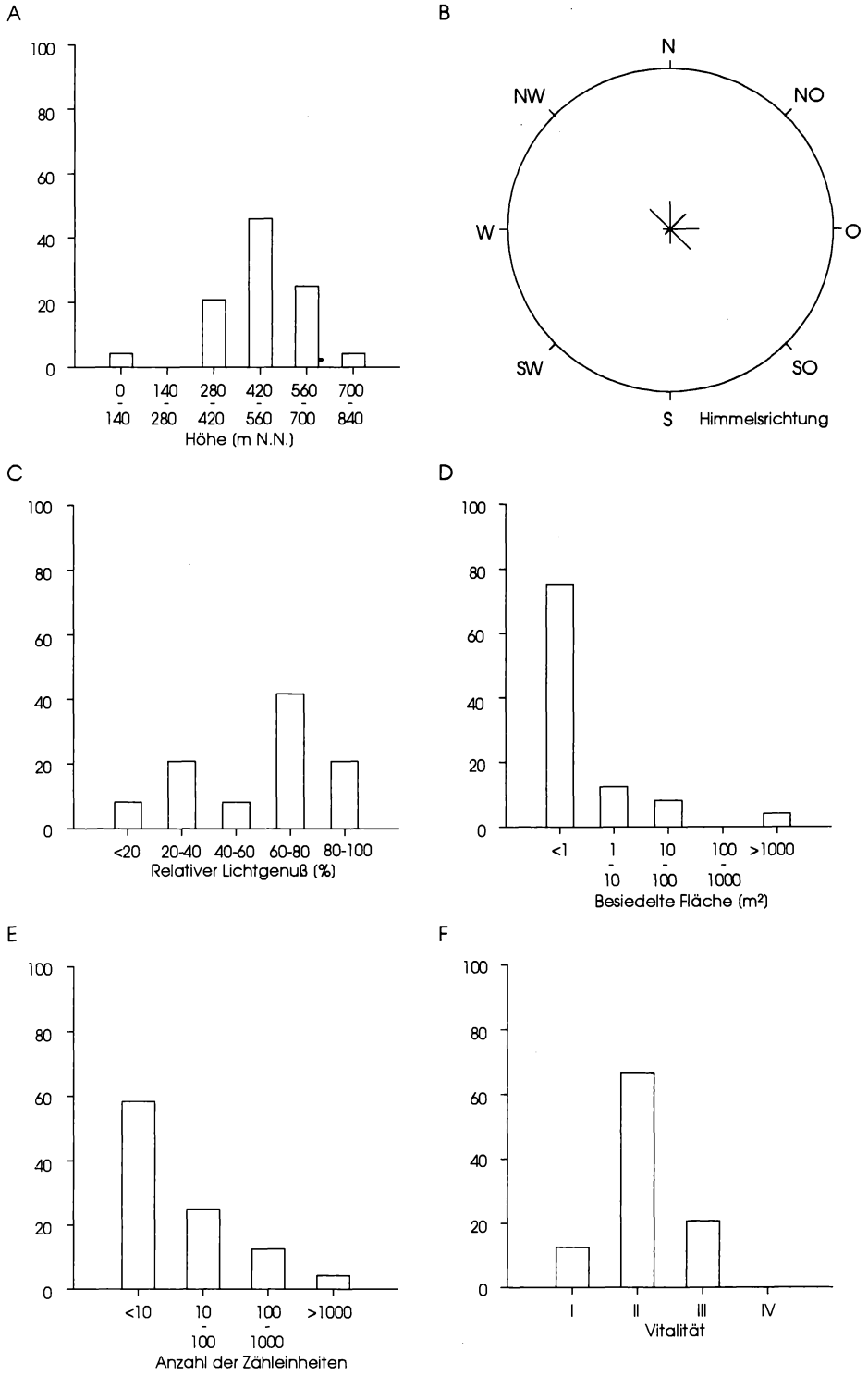


Abb. 7: Standort- und populationsökologische Charakteristika (relative Häufigkeit in %) der nordrhein-westfälischen Vorkommen von *Lycopodium tristachyum*; A Höhenlage, B Exposition (Kreisradius entspricht 100%), C relativer Lichtgenuß, D besiedelte Fläche, E Größe und F Vitalität der Populationen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

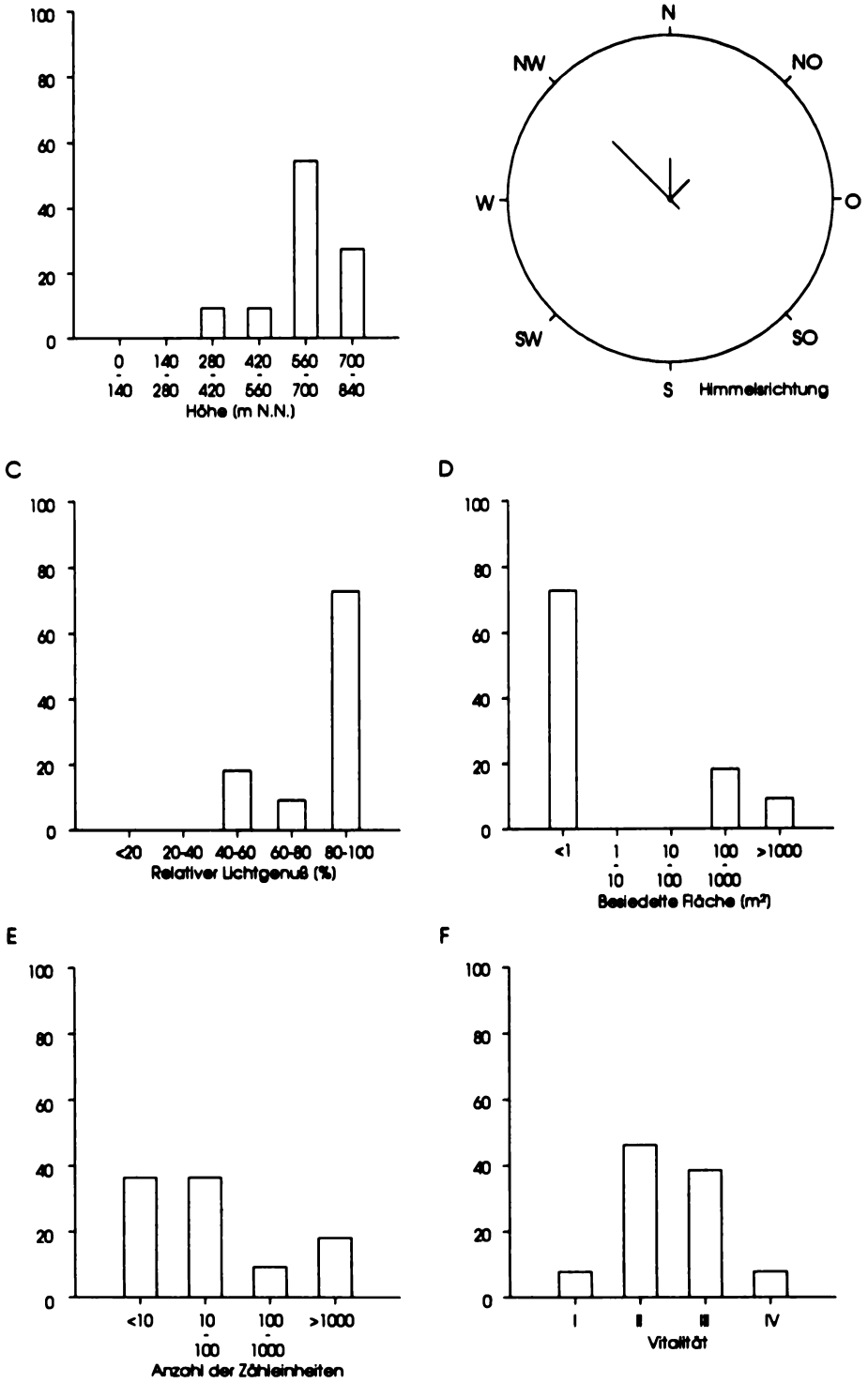


Abb. 8: Standort- und populationsökologische Charakteristika (relative Häufigkeit in %) der nordrhein-westfälischen Vorkommen von *Lycopodium alpinum*; A Höhenlage, B Exposition (Kreisradius entspricht 100%), C relativer Lichtgenuß, D besiedelte Fläche, E Größe und F Vitalität der Populationen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

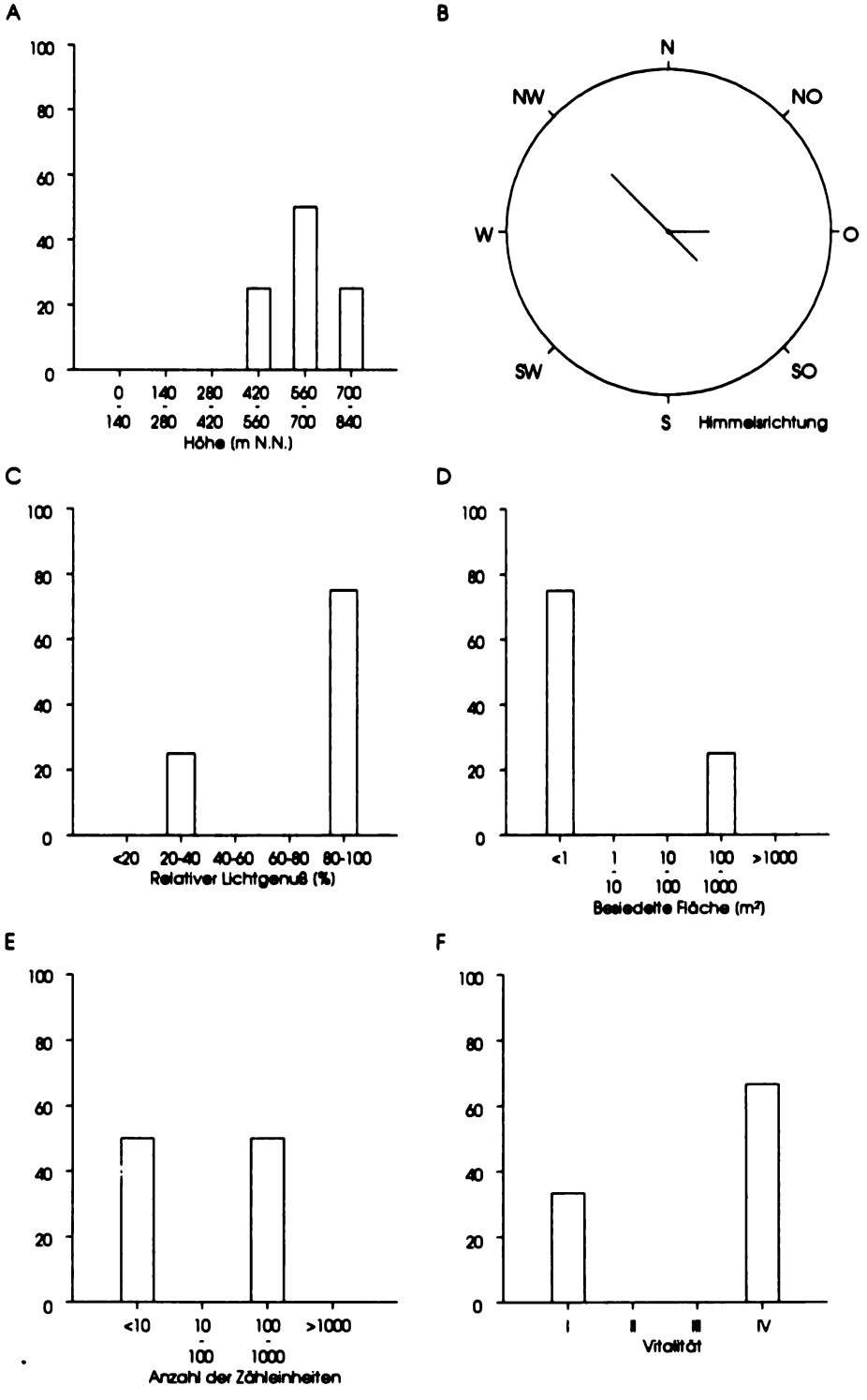


Abb. 9: Standort- und populationsökologische Charakteristika (relative Häufigkeit in %) der nordrhein-westfälischen Vorkommen von *Lycopodium complanatum*; A Höhenlage, B Exposition (Kreisradius entspricht 100%), C relativer Lichtgenuß, D besiedelte Fläche, E Größe und F Vitalität der Populationen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

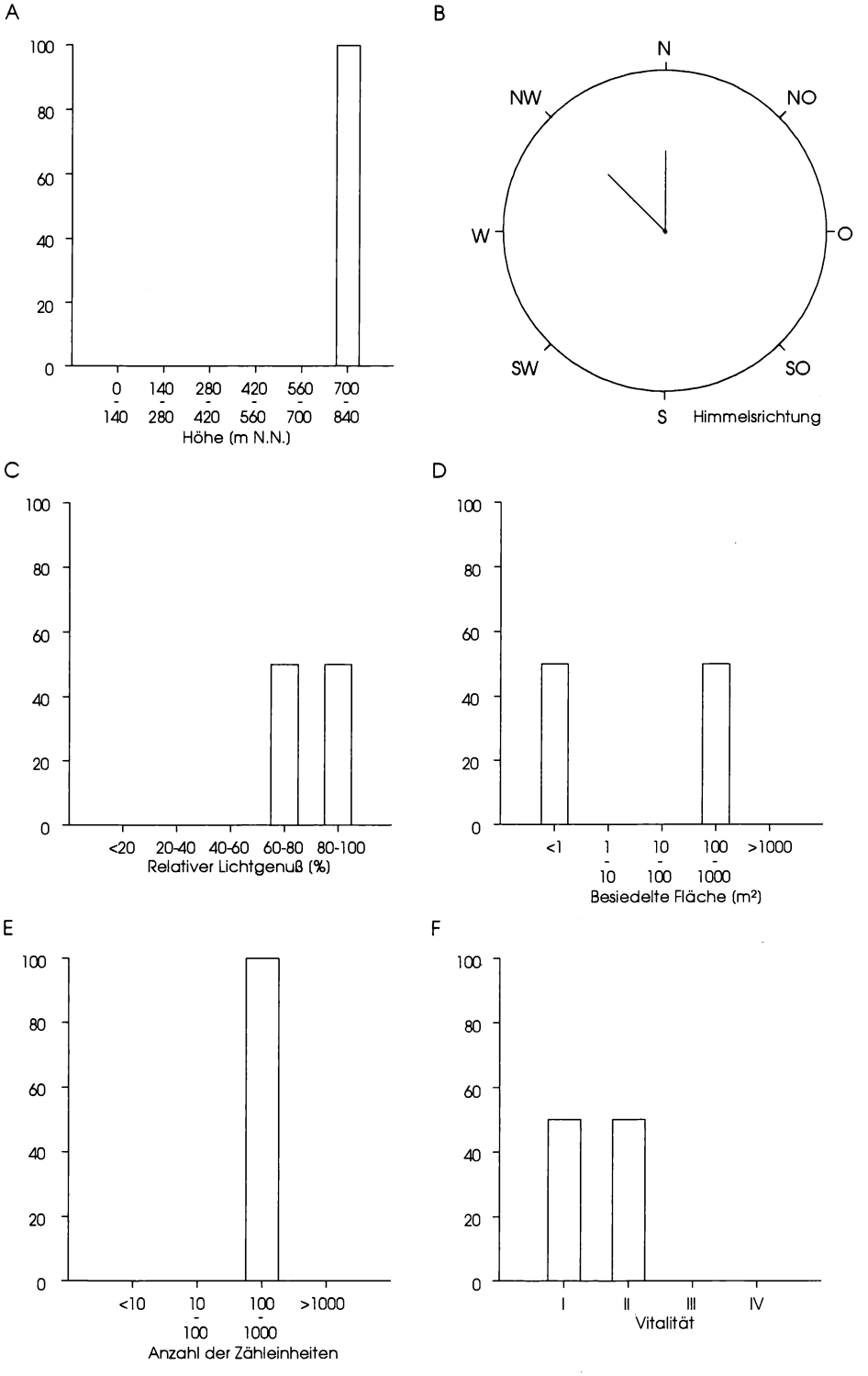


Abb. 10: Standort- und populationsökologische Charakteristika (relative Häufigkeit in %) der nordrhein-westfälischen Vorkommen von *Lycopodium issleri*; A Höhenlage, B Exposition (Kreisradius entspricht 100%), C relativer Lichtgenuß, D besiedelte Fläche, E Größe und F Vitalität der Populationen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 2: Bodenchemische Kennwerte (pH-Wert und Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff [%]) an den Wuchsorten der nordrhein-westfälischen Flachbärlapp-Arten.

	Bereich der pH-Werte	Mittelwert	Bereich der $N_{org.}$-Gehalte	Mittelwert
Lycopodium alpinum	3,7-4,2	4,1	0,09-031	0,18
Lycopodium complanatum	3,9-4,2	4,0	0,17-0,31	0,23
Lycopodium issleri	3,9-4,1	4,0	0,09-0,31	0,20
Lycopodium tristachyum	3,5-4,4	4,1	0,02-0,29	0,13
Lycopodium zeilleri	3,9	3,9	0,11	0,11

Tab. 3: Fertilität der nordrhein-westfälischen Flachbärlapp-Populationen.

	Anzahl fertiler Populationen	relativ (%)	Anzahl fertiler Sprosse in den einzelnen Populationen	Anteil fertiler Sprosse (%) in den einzelnen Populationen	Mittelwert (%)
Lycopodium alpinum	5 von 11	45,5	14 von 1364 2 von 231 48 von 3798 2 von 32 2 von 25	1,0 0,9 1,3 6,3 8,0	3,5
Lycopodium complanatum	1 von 4	25,0	49 von 116	42,2	42,2
Lycopodium issleri	1 von 2	50,0	4 von 899	0,4	0,4
Lycopodium tristachyum	3 von 24	12,5	12 von 836 4 von 136 49 von 1364	1,4 2,9 3,6	2,6
Lycopodium zeilleri	0 von 1	0	0 von 27	0	0

weisen auch sehr hohe Sproßzahlen auf, wobei in einzelnen Massenbeständen von *L. tristachyum* und *L. alpinum* mehr als 1000 Zähleinheiten kartiert wurden.

Eine Reihe von Flachbärlapp-Vorkommen weisen in NRW eine gute Vitalität auf (Abb. 7–10). Dies gilt vor allem für *L. tristachyum* und *L. issleri*, bei denen 80 bis 100% aller Populationen als sehr vital bis vital eingestuft wurden. Ein schlechteres Bild ergab sich bei *L. alpinum* und *L. complanatum*, bei denen ein beachtlicher Teil der Populationen nur unterdurchschnittlich vital, ja sogar kümmerlich erschien. Die einzige Population von *L. zeilleri* ist von durchschnittlicher Vitalität.

Die Fertilität der Flachbärlapp-Bestände war in den Beobachtungsjahren 1993 und 1994 relativ gering, wobei allerdings auffällige Unterschiede zwischen den Arten und Beständen auftraten (Tab. 3). Während bei *L. alpinum* und *L. issleri* rund die Hälfte aller Populationen Spo-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

ren erzeugten, waren es bei den übrigen Arten höchstens ein Viertel aller Bestände. *L. zeilleri* ist als einzige Art in Nordrhein-Westfalen nur steril vertreten. Sporenbildung erfolgt erst in größeren und älteren Beständen, aber selbst dann bleibt die Anzahl fertiler Sproßbüschel gering (Tab. 3). Lediglich in einem mittelgroßen Bestand von *L. complanatum* bildete ein großer Teil der Sprosse (42%) Sporophyllstände aus.

4. Diskussion

4.1 Allgemeine Verbreitung und Vergesellschaftung

Als lichtliebende oder zumindest nicht extrem schattentolerante Arten (vgl. Kapitel 4.2) sind die Flachbärlappe auf hellere Standorte angewiesen, wie sie in idealer Weise bei niedrigwüchsigen und lückigen Vegetationsstrukturen ausgebildet sind. Soweit sie sich in Wäldern behaupten können, handelt es sich um lichtreichere Kiefernwälder oder offenere Stellen in Fichten- oder auch Mischwaldbeständen.

L. alpinum ist in Europa eine Art mit ausgesprochen arktisch-alpiner Verbreitung (JALAS & SUOMINEN 1972) und besitzt in Nordamerika zwei ausgedehnte, voneinander völlig isolierte Teilareale im Nordosten und Nordwesten (WAGNER & BEITEL 1993). In Mitteleuropa besiedelt der Alpen-Flachbärlapp schwerpunktmäßig Borstgrasrasen und Matten der alpinen Stufe. In den Hochlagen der Mittelgebirge gilt er als Glazialrelikt (KOPPE 1952, STRAKA 1970, RUNGE 1985). Für die Kammlagen des Harzes, Bayerischen Waldes und Böhmerwaldes ist als eine entsprechende Reliktgesellschaft das *Lycopodio alpini-Nardetum* Prsg. 1953 beschrieben worden, als dessen Assoziationscharakterart der Alpen-Flachbärlapp gewertet wird (vgl. OBERDORFER 1978, SCHUHWERK 1990, POTT 1992). Diese Gesellschaft ist zwar, vor allem wenn Verheidung eingesetzt hat, den nordrhein-westfälischen Hochheiden nicht unähnlich, aber aufgrund der größeren Höhenlage (ab 1000 m) wesentlich reicher an präalpinen Arten und arktisch-alpinen Elementen (POTT 1992). Die Entstehung der Hochheiden wird kontrovers diskutiert. Für die höchsten Kuppen in Nordrhein-Westfalen schließt BÜKER (1942) natürliche Waldfreiheit aus (vgl. auch BUDDE 1951/52), während BUDDE & BROCKHAUS (1954) reliktartige natürliche Heidereste inmitten schlechtwüchsiger Waldbestände, z.B. auf dem Kahlen Asten, für wahrscheinlich halten und auch NIESCHALK & NIESCHALK (1983) sich gegen eine allein auf menschliche Einwirkung zurückgehende Entstehung der Hochheiden aussprechen. An Sekundärstandorten kann *L. alpinum* sehr weit hinabsteigen; so wird die Art von einer Wegböschung in Baden-Württemberg bei 490 m (PHILIPPI 1993) und aus einer aufgelassenen Sandgrube in der Westpfalz sogar bei 250 m angegeben (WOLFF 1972).

L. issleri hat eine viel engere Verbreitung als *L. alpinum* und kommt zwar in Gebirgslagen und höheren Mittelgebirgsregionen Europas vor, fehlt aber in Skandinavien vollständig (JALAS & SUOMINEN 1972); mögliche Funde von *L. issleri* aus Süd-Norwegen bedürfen der Bestätigung (ØLLGAARD & TIND 1993). Entgegen den Angaben von JALAS & SUOMINEN (1972) ist *L. issleri* kein Endemit der europäischen Flora, da die Art auch in Nordamerika, wenn auch nur sehr lokal (Maine), vorkommt (WAGNER & BEITEL 1993[5]). *L. alpinum* und *L. issleri* sind nicht selten miteinander vergesellschaftet (vgl. RAUSCHERT 1959, HORN 1992a, GAGGERMEIER 1993), und auch ökologisch stimmen sie weitgehend überein. Allerdings ist die Höhenamplitude von *L. issleri* eingeschränkt: Sie reicht in Mitteleuropa laut DOSTÁL (1984) bis etwa 1500 m, DAMBOLDT (1962) berichtet jedoch über einen Fund im Pitztal bei rund 2300 m. Die Typuslokalität, der Tanneckfelsen in den Vogesen, liegt bei 1298 m (ISSLER 1910); hier kommt die Art auch heute noch vor. Bei BENZING (1965) ist eine Vegetationsaufnahme für einen Bestand aus dem Mittleren Schwarzwald bei 730 m dokumentiert (irrtümlich als *L. alpinum* ausgewiesen; vgl. PHILIPPI 1993), der sich auf einem wenig befahrenen Waldweg – bezeichnenderweise wiederum ein Sekundärstandort – in-

[5] In dieser nordamerikanischen Flora wird *L. issleri* allerdings als Hybride zwischen *L. alpinum* und *L. tristachyum* interpretiert (S. 32).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

nerhalb eines *Luzulo-Abietetum* bzw. *Vaccinio-Abietetum* etabliert hat. Von DUNZENDORFER (1981) ist aus dem Böhmerwald ein *Diphasio issleri-Nardetum* beschrieben worden, das aber nach Ansicht von ELLMAUER (1993) mit dem *Lycopodio alpini-Nardetum* gleichzusetzen ist; ELLMAUER ordnet übrigens diese Assoziation im Unterschied zu OBERDORFER (1978) und POTT (1992) dem *Nardo-Agrostion tenuis* Sillinger 1933 und nicht dem *Nardion* zu.

L. complanatum ist eine in Europa mehr östlich und nördlich verbreitete Art (JALAS & SUOMINEN 1972), von der keine gesicherten aktuellen Vorkommen in Westeuropa bekannt sind (vgl. PRELLI & BOUDRIE 1992 und CASTROVIEJO et al. 1986), was umso mehr erstaunt, als die Art amphiatlantisch verbreitet ist und ein ausgedehntes von Ost nach West streichendes Areal im nördlichen Nordamerika besitzt (WAGNER & BEITEL 1993). Als schattentolerantere Art (vgl. Kapitel 4.2) stellt *L. complanatum* in Süd- und Ostdeutschland und auch in Polen (PACYNA 1972) ein recht typisches Element lichter und z.T. beerstrauchreicher Sand-Kiefernwälder dar (die süddeutschen Bestände sind dem *Leucobryo-Pinetum* zuzuordnen). Während zumindest einzelne der historischen Vorkommen in Nordrhein-Westfalen unter Baumbeständen wuchsen (vgl. auch RUNGE 1990), siedeln alle aktuellen Vorkommen an offenen Sekundärstandorten.

Die generelle Verbreitung von ***L. tristachyum*** ist derjenigen von *L. complanatum* nicht unähnlich, wobei der extreme Osten und Norden von Europa allerdings gemieden werden (JALAS & SUOMINEN 1972), dafür aber im Westen (französisches Zentralmassiv; PRELLI & BOUDRIE 1992) vereinzelte Vorkommen zu verzeichnen sind. Als ebenfalls amphiatlantisch verbreitete Art besiedelt der Zypressen-Flachbärlapp ausgedehnte Gebiete im östlichen Nordamerika (WAGNER & BEITEL 1993). Sein Gaswechselverhalten weist ihn als deutlich lichtliebende Art aus (HEISER 1994), und entsprechend bevorzugt er offene, heideartige Vegetationsformen, die zumeist zum *Genisto-Callunion* Bocher 1943 (= *Calluno-Genistion*) gestellt werden können. Vorkommen in den eu-atlantischen (*Genisto anglicae-Callunetum* R. Tx. 1937; vgl. SCHUMACHER 1959, DIERSSEN 1973) und subatlantischen Sandginster-Heiden (*Genisto pilosae-Callunetum* Oberd. 1938; vgl. OBERDORFER 1978) liegen in der Regel sehr niedrig, teilweise sogar unter 100 m. Ein neu entdecktes Vorkommen in den Nord-Vogesen bei 290 m wird von MULLER (1986, 1991) dem thermophilen *Daphno-Callunetum* zugeordnet. In Süddeutschland vermag *L. tristachyum* auch in lichten Nadel-, vor allem Kiefernwäldern, bemerkenswerte Bestände zu bilden. In den nördlichen Küstengebieten dringt die Art sogar in Silbergrasfluren (*Corynephoretum canescentis*) ein (DOSTÁL 1984); auch im niedersächsischen Naturraum „Lüneburger Heide und Wendland" ist ein Vorkommen in einem *Corynephoretum (Spergulo vernalis-Corynephoretum canescentis* [R.Tx. 1928] Libbert 1933) von einer Binnendüne bekannt. Sie bevorzugt Tieflandlagen (vgl. auch PETER 1986), kann aber durchaus auch weiter nach oben steigen: Im Nordschwarzwald wird für das höchste Vorkommen 950 m angegeben (PHILIPPI 1993), im französischen Zentralmassiv steigt die Art bis 1200 m empor (PRELLI & BOUDRIE 1992).

Die Verbreitung von ***L. zeilleri*** ist nur ungenügend bekannt, da die Identifizierung Schwierigkeiten bereitet und in den einschlägigen Floren erst in neuerer Zeit eine Abtrennung von den Ausgangsarten konsequent durchgeführt wurde. Nachgewiesen ist die Art vor allem aus Mitteleuropa. Das Areal reicht ostwärts bis Leningrad (DOSTÁL 1984); Vorkommen in Skandinavien sind zweifelhaft (ØLLGAARD & TIND 1993). In Nordamerika ist Zeillers Flachbärlapp in den Gebieten häufig, in denen sich die Areale der beiden Ausgangsarten überlappen (WAGNER & BEITEL 1993). Das als „Zwischenform" gedeutete *L. zeilleri* (s. Einleitung) vermittelt auch ökologisch zwischen *L. complanatum* und *L. tristachyum*, wie HEISER (1994) durch ökophysiologische Untersuchungen des Gasaustauschs eindrucksvoll belegen konnte. Über das soziologische Verhalten ist kaum etwas bekannt; es ist aber zu erwarten, daß es entsprechend vielfältig ist wie die ökologische Reaktionsnorm. Bei Kartierungen im süddeutschen Raum wurde *L. zeilleri* schwerpunktmäßig in lichten Kiefernwäldern beobachtet. In Niedersachsen kommt Zeillers Flachbärlapp im *Vaccinio-Callunetum* (Harz) bis zu einer Höhe von 820 m sowie in lichten, zwergstrauchreichen Kiefernforsten (südliche Lüneburger Heide) vor (HORN 1992a, HORN & STOOR 1995).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

4.2 Standortökologie

Die **makroklimatischen Parameter**, so vor allem die Niederschläge und die Temperaturverhältnisse, werden maßgeblich von der Meereshöhe geprägt; sie können aus einschlägigen Kartenwerken (MÜLLER-TEMME 1986) abgelesen werden. Für die Flachbärlappe in Nordrhein-Westfalen ergibt sich folgendes Bild:

In der hochmontanen Stufe überschreitet die Jahresmitteltemperatur + 5° C nicht, und die mittleren jährlichen Niederschläge betragen hier mehr als 1300 mm. Bereits weniger extrem sind die Bedingungen in der montanen Stufe (Jahresmitteltemperatur < + 7° C, Jahresniederschläge > 1100 mm). Damit sind die klimatischen Verhältnisse für die Wuchsorte von *L. issleri* (nur hochmontan vorkommend) sowie von *L. alpinum* und *L. complanatum* (bis in die montane Stufe hinabsteigend) bereits charakterisiert. Eine viel breitere klimatische Amplitude hat *L. tristachyum* (collin bis hochmontan) aufzuweisen: In diesem breiten Höhenbereich variiert die Jahresmitteltemperatur zwischen + 5° C und + 9° C, und die Niederschläge decken einen Bereich von 750 mm bis 1300 mm ab.

Durch Hangneigung und -ausrichtung kann das Großklima merklich abgewandelt werden. Die meisten Flachbärlapp-Arten bevorzugen nördlich exponierte Lagen und zeigen damit eine Vorliebe für ein kühleres und feuchteres Mikroklima, worauf wiederholt hingewiesen worden ist (z.B. ISSLER 1910, NIESCHALK 1956, MEYER 1965, WOLFF 1972, PETER 1986). Eine Ausnahme macht *L. tristachyum*, das in jeder Exposition anzutreffen ist und sogar eine gewisse Präferenz für die Südostlage zeigt. Anscheinend ist diese Art toleranter gegenüber Trockenheit und Wärme, was ja auch durch die Besiedlung der planaren und collinen Stufe und vor allem das Eindringen in thermophile Gesellschaften (vgl. Kapitel 4.1) zum Ausdruck kommt und mit dem vorwiegend unterirdisch kriechenden Rhizom zusammenhängen mag (ØLLGAARD & TIND 1993).

In die gleiche Richtung deuten auch die **lichtökologischen Anpassungen** des Gaswechsels. HEISER (1994) ermittelte mit 8,5 mmol $CO_2/m^2 \cdot s$ für *L. tristachyum* eine Photosyntheserate, die den Bärlapp im Vergleich mit anderen Pteridophyten-Arten als sehr leistungsfähige Sonnenpflanze ausweist. DAMBOLDT (1963) geht sogar soweit, ihn als ausgesprochenen Heliophyten zu bezeichnen. Andererseits zeigt diese Art aber eine erhebliche Anpassungsbreite, die es ihr ermöglicht, selbst an schattigeren Stellen noch beachtliche Kohlenstoffeinnahmen zu erwirtschaften (HEISER 1994). Auch in Nordrhein-Westfalen weist *L. tristachyum* ein außerordentlich breites lichtökologisches Spektrum auf (10% bis 100% relativer Lichtgenuß). Vermutlich ist *L. complanatum* der schattentoleranteste einheimische Flachbärlapp. Er kann trotz der im Vergleich zu *L. tristachyum* deutlich niedrigeren maximalen Photosyntheseraten (5,8 mmol $CO_2/m^2 \cdot s$ in lichten Kiefernbeständen bei mittleren Werten des relativen Lichtgenusses von 20% noch einen hinreichend großen Kohlenstoffgewinn erzielen (HEISER 1994). Andererseits sind drei der vier nordrhein-westfälischen Vorkommen dieser Art voll sonnenexponiert, was auf die breite Plastizität dieser Art hinweist. Auch *L. zeilleri* besitzt eine sehr breite Reaktionsnorm (vgl. HEISER 1994), was aufgrund der vermuteten Abstammung von den beiden gerade besprochenen Arten nicht weiter verwundert. *L. alpinum* und *L. issleri* sind typische Arten primär oder sekundär waldfreier Standorte und erhalten daher in der Regel vollen oder fast vollen Lichtgenuß; auch an den nordrhein-westfälischen Fundorten sinken die Werte nicht unter 50%.

Die **edaphischen Ansprüche** der einheimischen Flachbärlappe und auch der meisten anderen Lycopodiaceen stimmen weitgehend überein: Sie bevorzugen kalkarme, saure, mehr oder weniger nährstoff- und stickstoffarme, z.T. aber etwas humusreichere Böden (vgl. CALLAGHAN 1980; HEADLEY et al. 1988a, b; PHILIPPI 1993). An solchen ernährungsphysiologisch extremen Standorten können die kleinwüchsigen und naturgemäß konkurrenzschwachen Pflanzen eher dem Wettbewerb schnellwüchsiger und nährstoffbedürftigerer Arten entgehen. Bei *Lycopodium annotinum* tragen verschiedene Anpassungsstrategien zur Bewältigung des Nährstoffmangels an Tundrastandorten bei (CALLAGHAN 1980):

1) Trotz niedriger Konzentrationen an Stickstoff, Phosphor und Kalium kann eine normale physiologische Aktivität aufrechterhalten werden; es ist also eine echte Streßtoleranz (in bezug auf Nährstoffmangel) entwickelt.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

2) Das Modul-Wachstum[6] der Bärlappe ist die morphologische Grundlage für eine besondere Strategie der Nährstoffversorgung, die von HEADLEY et al. (1988a, b) als „Guerilla"-Wuchsstrategie beschrieben wurde: Die Rhizomspitze, die durch ihr intensives Wachstum dem Klon neue Räume erschließt und dabei sogar ungeeignete Kleinstandorte überbrücken kann, ist in ihrer Mineralstoff- und Wasserversorgung auf die Zulieferung durch ältere Module angewiesen. 3) Diese Wachstumsweise erlaubt auch ein effizientes Nährstoff-Recycling, wobei Mineralstoffe aus überalterten Strukturen, vor allem aus vertikalen Segmenten, abgezogen und jungen Sproßspitzen wieder zur Verfügung gestellt werden; LARCHER (1994) bezeichnet dies als Retranslokationseffizienz.

Vermutlich sind die Bärlappe aber auch in der Lage, ihre Mineralstoffversorgung mit Hilfe von symbiontisch assoziierten Pilzen zu verbessern. Daß die Prothallien bei den meisten Arten unterirdisch leben, chlorophyllfrei sind und sich mykotroph ernähren, weiß man seit langem. Allerdings bedürfen viele Aspekte dieses Zusammenlebens von Pilz und Bärlapp noch detaillierter Studien (vgl. SCHMID & OBERWINKLER 1993). FREEBERG (1962) vermutet, daß die Beziehung nicht streng spezifisch ist und eine Reihe von Pilzarten als Endophyten in *Lycopodium*-Prothallien auftreten können. Ob auch die Sporophyten der Bärlappe mit Pilzen assoziiert sind und eine Mykorrhiza auszubilden vermögen, ist umstritten. Während die Befunde von BERCH & KENDRICK (1982) an zwei kanadischen Arten (darunter auch *L. tristachyum*) negativ sind, berichten GEMMA et al. (1992) über das Auftreten einer vesiculär-arbusculären (VA-) Mykorrhiza bei zwei hawaiianischen Arten.

Jedenfalls würde eine Mykorrhiza auch die N-Ernährung der Bärlappe verbessern, da der Pilzpartner in der Lage wäre, durch Exoenzyme organisch gebundenen Stickstoff zu zerlegen und so der Pflanze zugänglich zu machen. Tatsächlich ist der Gehalt an organischem Stickstoff im Oberboden der Wuchsorte der Flachbärlappe zumeist unterdurchschnittlich. Die Hälfte aller Standorte weist Werte zwischen 0,1 und 0,2% auf, und maximal werden lediglich 0,3% erreicht. Für die A_h-Horizonte von Heideböden werden N-Gehalte zwischen 0,2% und 0,4% angegeben (LACHE 1976), und auch im A_h-Horizont von Fichtenforst- und Buchenwaldböden verschiedener Ausprägung liegen die Gehalte zwischen 0,22% und 0,35% (GLAVAC & KOENIES 1978a, b). Selbst unter den ungünstigen Bedingungen von Sauerhumus-Buchenwäldern werden noch N-Gehalte von rund 0,25% (A_h-Horizont) erreicht (RUNGE 1974, HEINRICHS & MAYER 1977).

Zu dem bereits Ernährungsstreß verursachenden Mangel an wichtigen Makronährstoffen auf sauren Böden kommt verschärfend hinzu, daß andere Elemente, wie Eisen, Mangan und besonders Aluminium, im Überschuß freigesetzt werden, was bei calcicolen Arten zu Aluminiumvergiftung führen kann (KINZEL 1982). Zwar haben eine Reihe von Pflanzen eine Aluminiumresistenz entwickelt (WOOLHOUSE 1983), der Al-Gehalt vieler Bärlappe ist jedoch besonders hoch, ein bereits seit langer Zeit bekanntes Phänomen. Einige Bärlappe (z.B. *L. alpinum*; ØLLGAARD & TIND 1993) wurden deshalb in Nordwest-Europa als Beizmittel in der Färberei verwendet (KRUPITZ 1969). Die Aluminium-Speicherung (*L. complanatum* kann bis zu 20% Al in der Asche enthalten; HUTCHINSON & WOLLACK 1943) findet vor allem in den Vakuolen von Zellen der Epidermis (jedoch nicht in den Stomata), in subepidermalen Geweben und in der Endodermis statt (KRUPITZ 1969). Die rasche Bodenversauerung durch saure Niederschläge (in Podsol-Braunerden unter Fichten rund eine pH-Stufe in einem Jahrzehnt!) ist gekoppelt mit einem Anstieg an austauschbarem und wasserlöslichem Aluminium (REHFUESS 1981). Es ist denkbar, daß diese Aluminiumbelastung von Bärlappen besser ertragen werden kann als von anderen Pflanzen, was das Konkurrenzvermögen der Bärlappe an solchen Standorten verbessern könnte. Möglicherweise ist dies mit eine Ursache für die Häufung von neu gemeldeten Vorkommen, bei denen es sich überwiegend um kleine, offensichtlich neu angesiedelte Bestände handelt.

[6] Von einem horizontal wachsenden Rhizom, das mit Wurzeln im Boden verankert ist, werden in gleichmäßiger Abfolge prinzipiell baugleiche vertikale Sproßsegmente abgegliedert.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

4.3 Populationsökologie

Typisch für Flachbärlappe ist ihre ausgeprägte vegetative Vermehrungsfähigkeit durch unter- oder oberirdisch kriechende Rhizome. Unter ungestörten Bedingungen können von einem Ansiedlungspunkt aus durch kreisförmiges Wachstum Klone entstehen, die nach Untersuchungen von OINONEN (1967) in finnischen Beständen von *L. complanatum* Flächen bis zu 250 m (vermutlich auch mehr) im Durchmesser einnehmen. Die jährlichen radialen Zuwachsraten sind nicht unbeträchtlich und betragen im Mittel 15 cm, woraus sich ein Alter der größten Bestände von rund 850 Jahren errechnen läßt (OINONEN 1967, 1968). Derartige Kolonien sind in Nordrhein-Westfalen nicht (mehr?) vorhanden; bei den flächenmäßig ausgedehntesten aktuellen Vorkommen handelt es sich um locker verteilte einzelne Trupps, die teilweise mehrere bis viele Meter voneinander entfernt sind, und vermutlich jeweils Einzelansiedlungen repräsentieren.

Daß große, zusammenhängende und gleichförmig wirkende Bestände nicht unbedingt genetisch einheitliche Klone darstellen müssen, haben Untersuchungen von STOOR (1994) an süddeutschen Flachbärlapp-Populationen gezeigt. Mit Hilfe von Isoenzymen ließ sich wiederholt genetische Variabilität innerhalb der Bestände nachweisen, was für mehrfache, unabhängig voneinander erfolgte Ansiedlungen und gegen ein einmaliges Gründerereignis spricht. Da die Populationen sehr alt werden können, steigt mit der Zeit die Wahrscheinlichkeit, daß Sporen von anderen Herkünften die gleiche Stelle erreichen und durch Fremdbefruchtung abweichende Genotypen erzeugen (vgl. SCHNELLER 1991).

Über das Ausmaß der Sporenproduktion ist in der Literatur wenig dokumentiert. An zu schattigen Wuchsorten vergeilen die Pflanzen und werden kaum fertil (PETER 1986). In Nordrhein-Westfalen hängt allerdings die recht geringe Fertilität mit einem anderen Phänomen zusammen, nämlich damit, daß es sich überwiegend um jüngere und kleinere Populationen handelt (vgl. Tab. 3).

Trotz des ausgiebigen vegetativen Wachstums spielen Vermehrung durch Sporen und sexuelle Entstehung neuer Pflanzen bei der Reproduktion durchaus eine Rolle. Anders sind die beobachteten zahlreichen Neuansiedlungen in Nordrhein-Westfalen nicht schlüssig zu erklären; auch das in der Literatur beschriebenene pionierartige Verhalten der Bärlappe (PETER 1986) steht damit in Einklang. Woher diese Neuansiedlungen stammen, ist eine Frage, die unbeantwortet bleiben muß. Denkbar sind generell drei Möglichkeiten, die sich nicht gegenseitig ausschließen:

- 1. Sporeneintrag aus benachbarten (nordrhein-westfälischen) Vorkommen,
- 2. Sporeneintrag durch Langstreckentransport,
- 3. Vorhandensein einer autochthonen Sporenbank (oder gar „Prothallienbank"?).

Ein Nahtransport erscheint plausibel, ist aber wegen der geringen Fertilität der Bestände in Nordrhein-Westfalen vermutlich kein häufiges Ereignis, zumal der allergrößte Teil der Sporen in nur geringer Entfernung vom Sporophyten sedimentiert, wie bei *Asplenium*- und *Dryopteris*-Arten belegt ist (SCHNELLER 1975, SUTER & SCHNELLER 1986). Noch weit seltener dürfte eine erfolgreiche Ansiedlung durch Langstreckentransport sein; dies ist aber grundsätzlich möglich, wie Beispiele bei anderen Pteridophyten zeigen (vgl. DIEKJOBST & BENNERT 1985, JÄGER & BENNERT 1989). Bei einer Reihe von Farnarten ist eine persistente Sporenbank ausgebildet (SCHNELLER 1988, DYER & LINDSAY 1992, DYER 1994). Ob dies auch für Bärlappe gilt, ist unbekannt. Da von den Sporen angenommen wird, daß sie erst nach längerer Zeit keimen (s. unten), erscheint dies jedoch möglich. Selbst eine Art „Prothallienbank" im Boden ist nicht auszuschließen, da die Gametophyten als sehr langlebig gelten. Allerdings ist mit der Annahme einer Sporenbank das Problem nicht grundsätzlich gelöst, da ihre Entstehung und Erhaltung gelegentlichen Sporeneintrag voraussetzt. Außerdem sind viele der neubesiedelten Standorte durch Abböschen der Straßenränder und Abschieben des Oberbodens im Bereich von Skipisten so grundlegend verändert, daß eine Regeneration aus dem Sporenreservoir des Bodens unwahrscheinlich ist. Wegen der unterirdischen Lebensweise sind Prothallien nur selten gefunden worden, lassen sich aber bei gezielter Nachsuche in umfangreicheren Populationen durchaus im Boden nachweisen (THOMAS 1975).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Sporenkeimung erfolgt vermutlich nur bei Dunkelheit (vgl. WHITTIER 1977) und unter natürlichen Bedingungen erst dann, wenn die Sporen durch Senkwasser in den Boden eingeschwemmt worden sind. Nach älteren Untersuchungen von BRUCHMANN (1910) an *Lycopodium clavatum*, *L. annotinum* und *Huperzia selago* sind Keimung, Wachstum und geschlechtliche Reifung der Prothallien langwierige Prozesse, deren Gesamtdauer er auf etwa 20 Jahre schätzt. Bei Massenvorkommen, die sich an gestörten Standorten entwickelten, kommt PETER (1986) jedoch auf wesentlich kürzere Zeiträume von ca. 5–6 Jahren. Auch mehrfach in Nordrhein-Westfalen festgestellte Neuansiedlungen an Straßenböschungen, deren Alter sich recht genau ermitteln ließ, belegen, daß sich in nur ca. 5 Jahren junge Flachbärlapp-Sporophyten entwickeln können.

Obwohl die Prothallien unterirdisch leben, findet bei den Bärlappen offensichtlich überwiegend Fremdbefruchtung statt (SOLTIS & SOLTIS 1988), wodurch die genetische Variabilität innerhalb der Populationen aufrechterhalten werden kann.

5. Gefährdung und Schutz der Flachbärlappe in NRW

Auch wenn die historische Verbreitung nicht vollständig ermittelt werden konnte, zeichnet sich doch ab, daß die einzelnen Arten unterschiedlich starke Arealverluste erlitten haben. Während bei *L. issleri* die Anzahl der Wuchsorte unverändert geblieben und bei *L. alpinum* sogar eine deutliche Zunahme eingetreten ist, zeigen die übrigen Arten starke Rückgangstendenzen. Die Anzahl der Vorkommen ist bei *L. complanatum* von 12 auf 4, bei *L. zeilleri* von 7 auf 1 zurückgegangen. *L. tristachyum* ist mit 24 aktuellen Nachweisen zwar nach wie vor die häufigste Art, aber auch sie hat Einbußen hinnehmen müssen, wobei die Vorkommen im Flach- und Hügelland nahezu vollständig erloschen sind. Andererseits ist die Art möglicherweise im Süderbergland in Ausbreitung begriffen: Bei nur 12 historischen Nachweisen liegen 23 aktuelle Fundmeldungen vor. Da über die Populationsgrößen der früheren Vorkommen kaum Zuverlässiges in Erfahrung zu bringen ist, müssen die Bilanzen auf den rein quantitativen Aspekt der Fundorthäufigkeit beschränkt bleiben.

Abweichend von der derzeitigen Einstufung (*L. alpinum*, *L. complanatum*, *L. issleri* und *L. tristachyum* Kategorie 1, *L. zeilleri* Kategorie 2; WOLFF-STRAUB et al. 1986) schlagen wir für die Flachbärlappe Nordrhein-Westfalens folgende Neubewertung für die Rote Liste vor:

- *L. alpinum* und *L. issleri*: Kategorie 4 (potentiell gefährdet durch Seltenheit); zu dieser Einschätzung gelangt auch GARVE (1993) für Niedersachsen,
- *L. tristachyum*: Kategorie 2 (stark gefährdet),
- *L. complanatum* und *L. zeilleri*: Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht).

Vermutlich waren die Flachbärlappe in Nordrhein-Westfalen schon immer relativ selten. Ob sie indigene Florenbestandteile darstellen oder, wie PHILIPPI (1993) es für die Mehrzahl der Arten in Baden-Württemberg einschätzt, als Archaeophyten erst mit dem stärker werdenden Eingriff des Menschen eingewandert sind, wird sich kaum jemals klären lassen. In den offenen Vegetationsformen der Nacheiszeit, wie Parktundren und lichten Kiefern- und Birkenwäldern, dürften sie optimale Bedingungen vorgefunden haben. Andererseits ist nicht von der Hand zu weisen, daß menschliche Eingriffe in die natürliche Vegetation die konkurrenzschwachen Rohbodenbesiedler gefördert haben (ØLLGAARD 1985, PHILIPPI 1993). Hier sind insbesondere die Auflichtung der Wälder und die Entstehung von Heiden, die Plaggenwirtschaft, aber auch die Bevorzugung von Nadelhölzern in der Forstwirtschaft zu nennen (LACHE 1976, ELLENBERG 1986, PHILIPPI 1993). Vermutlich hatten die Flachbärlappe in der parkartig aufgelockerten und extensiv genutzten Waldlandschaft der früheren Jahrhunderte hervorragende Wuchsmöglichkeiten.

In der Änderung dieser land- und forstwirtschaftlichen Nutzungsformen, insbesondere der Aufgabe von Plaggenwirtschaft, extensiver Beweidung und von Waldstreunutzung sowie der Intensivierung der Forstwirtschaft mit deutlich verkürzten Umtriebszeiten, sind die Hauptursachen für den starken Rückgang der Flachbärlappe zu suchen. Als Rohbodenpioniere siedeln sie heute bevorzugt auf Sekundärstandorten jüngeren Datums, wie z.B. an Weg- und

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Straßenböschungen (DETHLOFF & BUJNOCH 1987), auf Skipisten (VIGANO 1991), Geländeanschnitten, in aufgelassenen Steinbrüchen (KOENEN 1939, MEYER 1965, PETER 1986), auf Feuerschutzstreifen (DAMBOLDT 1963, HORN 1992b), ja selbst in ausgelichteten Weihnachtsbaumkulturen (BRUNZEL 1991). An solchen Standorten bilden sich zu Beginn der Sukzession oft heideartige Pflanzenbestände aus, die, wenn sie nicht offengehalten werden, mit fortschreitender Sukzession verbuschen und damit den Bärlappen die Existenzgrundlage wieder entziehen.

Daraus ergibt sich, daß ein Schutz bestehender Flachbärlapp-Populationen auf Dauer ohne Pflegemaßnahmen nicht möglich ist. Optimal wäre eine extensive Beweidung oder als Ersatz gelegentliche Mahd und Entbuschung. Als eine das Populationswachstum fördernde Maßnahme sollte in Absprache mit Fachbotanikern gezieltes Abplaggen von kleineren Flächen am Rande bestehender Bestände erprobt werden. Solche Freilandexperimente werden in Beständen von *L. tristachyum* im französischen Zentralmassiv sowie im Rahmen eines Bio-Monitoring-Programms in Mittelfranken erfolgreich durchgeführt. Derartige Maßnahmen sind weder finanziell noch zeitlich aufwendig und dürften auf Jahre hinaus die Bestandesentwicklung fördern. Bei Vorkommen in Wäldern oder an Waldrändern sollten das zu starke Wachstum von Konkurrenten verhindert und Gräser sowie Zwergsträucher entfernt oder zumindest klein gehalten werden. Günstig wirkt sich auch Nährstoffentzug durch Streunutzung aus, wie süddeutsche Flachbärlapp-Vorkommen in Waldbeständen, in denen noch vor etwa zwei Jahrzehnten Streurechen üblich war, eindrucksvoll belegen. Eine solche Nutzungsform ließe sich als Freilandexperiment zum Erhalt ausgewählter Bärlapp-Bestände relativ einfach durchführen. Aufkalkungen in Wäldern, Holzeinschlag und andere forstwirtschaftliche Arbeiten in Waldbeständen mit Flachbärlapp-Vorkommen sollten mit kundigen Fachbotanikern abgesprochen werden, um Schäden an den gefährdeten Pflanzen vorzubeugen.

Danksagung

Unser Dank gilt Frau Dr. B. GRIES, Münster, den Herren K. LEWEJOHANN, Göttingen, Dr. W. LOBIN, Bonn, Dr. H.-H. POPPENDIECK, Hamburg, sowie Prof. Dr. R. POTT, Hannover, für die Möglichkeit, Herbarstudien in den jeweiligen Sammlungen durchführen zu können. Dem Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt, danken wir für die Ausleihe von Belegen, Herrn H. LIENENBECKER, Steinhagen, für die Ausleihe von Herbarbelegen aus der nicht allgemein zugänglichen Sammlung des Naturkundemuseums Bielefeld. Die Herren D. BÜSCHER, Dortmund, und H. NEIDHARDT, Dortmund, sowie Frau I. und Herr W. SONNEBORN, Bielefeld, ermöglichten die Einsichtnahme in ihre Privatsammlungen. Für die Anfertigung des Herbarfotos von *Lycopodium zeilleri* gilt unser Dank Frau Dr. B. GRIES, Münster. Bei den umfangreichen Arbeiten haben uns dankenswerterweise unterstützt: Frau E. SMEND, Bochum, bei Bodenanalysen, Frau A.M. STOOR, Bochum, bei Isoenzymanalysen und der kritischen Durchsicht des Manuskriptes sowie die Herren A. VOGEL, Bochum, und W. SUBAL, Nürnberg, bei der computergestützten Erstellung der Verbreitungskarten. Folgenden Personen verdanken wir Angaben über Fundorte von Flachbärlappen in NRW: Frau D. DIESING, Minden-Lübbecke, sowie den Herren H. BÄPPLER, Drolshagen, A. BELZ, Erndtebrück, H. BRINKMANN, Horn-Bad Meinberg, R. GALUNDER, Wiehl, D. LUDWIG, Bochum, G. MIEDERS, Hemer, Dr. H. MÜLLER, Kreuztal, U. RAABE, Borgholzhausen, und W. VIGANO, Hagen. Ein großer Teil der Untersuchungen wurde durchgeführt im Rahmen eines Projektes über Ökologie und Schutz gefährdeter Farnpflanzen in Deutschland, das vom Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert und vom Bundesamt für Naturschutz, Bonn, betreut wurde.

Literatur

ARDELMANN, U. (1991): Untersuchungen zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie einheimischer *Diphasiastrum*-Arten. – Unveröff. Diplomarbeit. Fakultät für Biologie, Ruhr-Universität Bochum: 195 S. + Anhang.

BELZ, A., FASEL, P., PETER, A. (1992): Die Farn- und Blütenpflanzen Wittgensteins. – DBV Naturschutzbund Deutschland, Kreisverband Siegen-Wittgenstein, Regionalgruppe Wittgenstein (Hrsg.): 276 S.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

BENNERT, H.W. (1976): Gefährdung und Verbreitung mitteleuropäischer Farnpflanzen unter Berücksichtigung genetischer Gesichtspunkte. – Schr.Reihe Vegetationskde. 10: 155–161. Bonn-Bad Godesberg.

BENZING, A. (1965): Über ein bemerkenswertes Vorkommen des Alpen-Bärlapps (*Lycopodium alpinum*) bei Königsfeld im Schwarzwald. – Veröffentl. Landesstelle Natursch. Landschaftspfl. Baden-Württemberg 33: 218–222. Ludwigsburg.

BERCH, S.M., KENDRICK, B. (1982): Vesicular-arbuscular mycorrhizae of southern Ontario ferns and fern-allies. – Mycologia 74: 769–776. Lancaster.

BRUCHMANN, H. (1910): Die Keimung der Sporen und die Entwicklung der Prothallien von *Lycopodium clavatum* L., *L. annotinum* L. und *L. selago* L. – Flora N.F. 1: 220–267. Jena.

BRUNZEL, S. (1991): Ein Wiederfund des Zypressen-Bärlapps (*Diphasiastrum tristachyum*) für das Märkische Sauerland. – Natur u. Heimat 51: 31–32. Münster.

BUDDE, H. (1951/52): Die Pflanzengesellschaften der Wälder, Heiden und Quellen im Astengebirge, Westfalen. – Decheniana 105/106: 219–245. Bonn.

–, BROCKHAUS, W. (1954): Die Vegetation des Südwestfälischen Berglandes. – Decheniana 102 B: 47–275. Bonn.

BÜKER, R. (1942): Beiträge zur Vegetationskunde des südwestfälischen Berglandes. – Beih. bot. Centralbl. 61 B: 452–558. Kassel.

CALLAGHAN, T.V. (1980): Age-related patterns of nutrient allocation in *Lycopodium annotinum* from Swedish Lapland. Strategies of growth and population dynamics of tundra plants 5. – Oikos 35: 373-386. Kopenhagen.

CASTROVIEJO, S, LAÍNZ, M., LÓPEZ GONZÁLEZ, G., MONTSERRAT, P., MUÑOZ GARMENDIA, F., PAIVA, J., VILLAR, L. (eds.) (1986): Flora Iberica. Vol. I, Lycopodiaceae-Papaveraceae. – Real Jardín Botánico, Madrid: 575 S.

DAMBOLDT, J. (1962): *Lycopodium issleri* in Bayern. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 35: 20–22. München.

– (1963): Zur Kenntnis der Flachen Bärlappe in Bayern. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 36: 25–28. München.

DETHLOFF, H.-J., BUJNOCH, W. (1987): Bemerkenswerte Bärlappvorkommen in der Umgebung von Dierscheid und Bergweiler (TK 50 L 6106 Wittlich). – Decheniana 140: 58. Bonn.

DIEKJOBST, H., BENNERT, H.W. (1985): Der französische Streifenfarn (*Asplenium foreziense* Le Grand) neu für Deutschland. – Bot. Jahrb. Syst. 106: 99–106. Stuttgart.

DIERSSEN, K. (1973): Die Vegetation des Gildehauser Venns. – Beih. Ber. Naturhist. Ges. 8: 1–120. Hannover.

DOSTÁL, J. (1984): Klasse Lycopsida, Bärlapp-Ähnliche. – In: KRAMER, K.U. (Hrsg.): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Begr.: G. HEGI. Bd. I, Teil 1, Pteridophyta: 16–42. Parey, Berlin, Hamburg.

DUNZENDORFER, W. (1981): Die Nardeten in den inneren Lagen des Hercynischen Oberösterreichischen Böhmerwaldes. – Hercynia N.F. 18: 371–386. Leipzig.

DYER, A.F., (1994): Natural soil spore banks – can they be used to retrieve lost ferns? – Biodiversity Conserv. 3: 160–175. London.

–, LINDSAY, S. (1992): Soil spore banks of temperate ferns. – Amer. Fern J. 82: 89–122. Port Richmond.

ELLENBERG, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen (4. Aufl.). – Ulmer, Stuttgart: 989 S.

ELLMAUER, T. (1993): Calluno-Ulicetea. – In: MUCINA, L., GRABHERR, G., ELLMAUER, T. (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 1, Anthropogene Vegetation: 402-419. Fischer, Jena, Stuttgart, New York.

FREEBERG, J.A. (1962): *Lycopodium* prothalli and their endophytic fungi as studied in vitro. – Amer. J. Bot. 49: 530–535. Lancaster.

GAGGERMEIER, H. (1993): Zur aktuellen Verbreitung der Flachbärlappe *Diphasium alpinum* (L.) Rothm. und *Diphasium issleri* (Rouy) Holub im Vorderen Bayerischen Wald. – Der Bayerische Wald 7 NF: 7–11. Zwiesel.

GARVE, E. (1991): Herbarbelege der in Niedersachsen verschollenen Gefäßpflanzenarten am Göttinger Universitätsherbarium (GOET). – Braunschw. naturkdl. Schr. 3: 877–893. Braunschweig.

– (1993): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen, 4. Fassung vom 1.1.1993. – Inform. d. Naturschutz Niedersachs. 13: 1–37. Hannover.

GEMMA, J.N., KOSKE, R.E., FLYNN, T. (1992): Mycorrhizae in Hawaiian pteridophytes: Occurrence and evolutionary significance. – Amer. J. Bot. 79: 843–852. Lancaster.

GLAVAC, V., KOENIES, H. (1978a): Mineralstickstoff-Gehalte und N-Nettomineralisation im Boden eines Fichtenforstes und seines Kahlschlages während der Vegetationsperiode 1977. – Oecol. Plant. 13: 207–218. Paris.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

–,– (1978b): Vergleiche der N-Nettomineralisation in einem Sauerhumus-Buchenwald (Luzulo-Fagetum) und einem benachbarten Fichtenforst am gleichen Standort vor und nach dem Kahlschlag. – Oecol. Plant. 13: 219–226. Paris.
HAEUPLER, H. (1970a): Vorschläge zur Abgrenzung der Höhenstufen der Vegetation im Rahmen der Mitteleuropakartierung. – Gött. Flor. Rundbr. 4: 3–15. Göttingen.
– (1970b): Vorschläge zur Abgrenzung der Höhenstufen der Vegetation im Rahmen der Mitteleuropakartierung. II. Teil. – Gött. Flor. Rundbr. 4: 54–62. Göttingen.
–, GARVE, E. (1983): Programm zur Erfassung von Pflanzenarten in Niedersachsen. – Gött. Flor. Rundbr. 17: 63–99. Göttingen.
HEADLEY, A.D., CALLAGHAN, T.V., LEE, J.A. (1988a): Phosphate and nitrate movement in the clonal plants *Lycopodium annotinum* L. and *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub. – New Phytol. 110: 487–495. London.
–,–,– (1988b): Water uptake and movement in the clonal plants, *Lycopodium annotinum* L. and *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub. – New Phytol. 110: 497–502. London.
HEINRICHS, H., MAYER, R. (1977): Distribution and cycling of major and trace elements in two central European forest ecosystems. – J. Environ. Qual. 6: 402-407. Madison.
HEISER, T. (1994): Ökologische Untersuchungen zum Gaswechsel einheimischer Lycopodiaceae und Ophioglossaceae. – Unveröff. Diplomarbeit. Fakultät für Biologie, Ruhr-Universität Bochum: 190 S.
HOLMGREN, P.K., HOLMGREN, N.H., BARNETT, L.C. (eds.) (1990): Index Herbariorum. Part I: The herbaria of the world. 8. ed. – New York Botanical Garden, Bronx, New York: 693 S.
HORN, K. (1992a): *Diphasium zeilleri* (ROUY) DAMBOLDT in Niedersachsen wiedergefunden. – Flor. Rundbr. 26: 26–31. Bochum.
– (1992b): Neufunde, Wiederfunde und Bestätigungen bemerkenswerter Pteridophyten im Hinteren Bayerischen Wald. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 63: 29–32. München.
–, STOOR, A.M. (1995): Neufunde und historische Nachweise von Zeillers Flachbärlapp (*Lycopodium zeilleri* (ROUY) GREUTER & BURDET) für Niedersachsen. – Flor. Rundbr. 29: 173–176. Bochum.
HUTCHINSON, G.E., WOLLACK, A. (1943): Biological accumulators of aluminium. – Trans. Connecticut Acad. Arts Sci. 35: 73–128. New Haven.
ISSLER, E. (1910): Über drei in den Vogesen vorkommenden Lycopodien-Formen aus der *complanatum*-Gruppe. – Mitt. philomath. Ges. Elsaß-Lothr. 4: 433–442. Strasbourg.
JÄGER, W., BENNERT, H.W. (1989): Ein Neufund des Lanzen-Schildfarns (*Polystichum lonchitis*) in Nordrhein-Westfalen. – Natur u. Heimat 49: 57–63. Münster.
JALAS, J., SUOMINEN, J. (eds.) (1972): Atlas Florae Europaeae. 1, Pteridophyta (Psilotaceae to Azollaceae). – The Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki: 121 S.
KINZEL, H. (1982): Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel. – Ulmer, Stuttgart: 534 S.
KOENEN, O. (1939): Der Alpenbärlapp im Sauerlande. – Natur u. Heimat 6: 60–63. Münster.
KOPPE, F. (1952): Die Pflanzenwelt des Neuen Hagens bei Niedersfeld. – Naturschutz i. W. Beiheft zu Natur und Heimat 12: 114-120. Münster.
KORNECK, D., SUKOPP, H. (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. – Schr.Reihe Vegetationskde. 19: 1–210. Bonn-Bad Godesberg.
KRUPITZ, A. (1969): Topochemischer Aluminiumnachweis in den Zellen von Lycopodiaceen. – Protoplasma 68: 47–64. Leipzig.
LACHE, D.-W. (1976): Umweltbedingungen von Binnendünen- und Heidegesellschaften im Nordwesten Mitteleuropas. – Scripta Geobotanica 11. Göttingen.
LARCHER, W. (1994): Ökophysiologie der Pflanzen. 5. Auflage. – Ulmer, Stuttgart: 394 S.
MEYER, W. (1965): Ein außergewöhnlicher Bärlapp-Standort bei Rüscheid (Kr. Neuwied). – Decheniana 118: 53–54. Bonn.
MULLER, S. (1986): Le Lycopode *Diphasiastrum tristachyum* (Pursh) Holub dans le pays de Bitche (Vosges du Nord). – Bull. Acad. Soc. Lorraines Sci. 25: 5-16. Nancy.
– (1991): Les Lycopodes (Lycopodiaceae) de la Réserve de la Biosphère des Vosges du Nord: distribution, écologie et gestion conservatoire des stations. – Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges du Nord 1: 75-90.
MÜLLER-TEMME, E. (1986): Niederschläge in raum-zeitlicher Verteilung. – In: GEOGRAPHISCHE KOMMISSION FÜR WESTFALEN, LANDSCHAFTSVERBAND WESTFALEN-LIPPE (Hrsg.): Geographisch-landeskundlicher Atlas von Westfalen. Themenbereich II, Landesnatur. Lieferung 2. Aschendorff, Münster: 6 S. + Doppelblatt.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

NIESCHALK, A. (1956): Der Alpen-Bärlapp (*Lycopodium alpinum* L.) in Hessen. – Hess. Florist. Br. 5: 1–2. Darmstadt.
–, NIESCHALK, C. (1983): Hochheiden im Waldecker Upland und angrenzenden westfälischen Sauerland. – Philippia 5: 127–150. Kassel.
OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil II. – Fischer, Jena: 355 S.
OINONEN, E. (1967): Keltalieon (*Lycopodium complanatum* L.) itiöllinen uudistuminen etelä-suomessa kloonien laajuutta ja ikää koskevan tutkimuksen valossa. [Sporal regeneration of ground pine (*Lycopodium complanatum* L.) in southern Finland in the light of the dimensions and the age of its clones.] – Acta Forest. Fenn. 83 (3): 1- 85. Helsinki.
– (1968): *Lycopodium clavatum* L.- ja *L. annotinum* L.-kasvustojen laajuus rinnastettuna samanpaikkaisiin *L. complanatum* L.- ja *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn-esiintymiin sekä puuston ikään ja paloaikoihin. [The size of *Lycopodium clavatum* and *Lycopodium annotinum* L. stands as compared to that of L. *complanatum* and *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn stands, the age of the tree stand and the dates of fire, on the site.] – Acta Forest. Fenn. 87: 1–53. Helsinki.
ØLLGAARD, B. (1985): Observations on the ecology of hybridisation in the clubmosses (Lycopodiaceae). – Proc. Roy. Soc. Edinb. 86 B: 245–251. Edinburgh.
–, TIND, K. (1993): Scandinavian ferns. – Rhodos, Kopenhagen: 317 S.
PACYNA, A. (1972): Polskie gatunki rodzaju *Diphasium* Presl i ich rozmieszczenie w kraju. [Distribution of the genus *Diphasium* Presl in Poland.] – Fragm. flor. geobot. 18: 309–341. Krakau.
PETER, C. (1986): Die Bärlappe (Lycopodiales) – Ökologie, Verbreitung und Möglichkeiten ihres Schutzes. – Veröff. Naturhist. Mus. Schleusingen, Sonderheft 1986: 43–50. Schleusingen.
PHILIPPI, G. (Bearb.) (1993): Lycopodiaceae. Bärlappgewächse – In: SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 1. 2. Aufl.: 52–69. Ulmer, Stuttgart.
POTT, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Ulmer, Stuttgart: 427 S.
PRELLI, R., BOUDRIE, M. (1992): Atlas écologique des fougères et plantes alliées. – Éditions Lechevalier, Paris: 272 S.
RAUSCHERT, S. (1959): *Lycopodium issleri* (ROUY) LAWALRÉE. – Wiss. Z. Univ. Halle, Math. Nat. 8: 493–494. Halle.
– (Bearb.) (1978): Liste der in der Deutschen Demokratischen Republik erloschenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen (Stand: 14.1.1978). Unter Mitarbeit von D. BENKERT, W. HEMPEL und L. JESCHKE. – Hrsg.: Kulturbund der DDR, Zentraler Fachausschuß Botanik, Berlin.
REHFUESS, K.E. (1981): Waldböden. – Parey, Hamburg, Berlin: 192 S.
RUNGE, F. (1985): Florenelemente. – In: GEOGRAPHISCHE KOMMISSION FÜR WESTFALEN, LANDSCHAFTSVERBAND WESTFALEN-LIPPE (Hrsg.): Geographisch-landeskundlicher Atlas von Westfalen. Themenbereich II, Landesnatur. Lieferung 1. Aschendorff, Münster: 9 S. + Doppelblatt.
– (1990): Die Flora Westfalens. 3. Aufl. – Aschendorff, Münster: 589 S.
RUNGE, M. (1974): Die Stickstoff-Mineralisation im Boden eines Sauerhumus-Buchenwaldes. I. Mineralstickstoff-Gehalt und Netto-Mineralisation. – Oecol. Plant. 9: 201–218. Paris.
SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H.-P., BRÜMMER, G., HARTGE, K.-H., SCHWERTMANN, U. (1992): Lehrbuch der Bodenkunde (13. Aufl.). Unter Mitarbeit von FISCHER, W.R., RENGER, M., STREBEL, O. – Enke, Stuttgart: 491 S.
SCHENK, P. (1985): Mikromorphologische Merkmale und ihre Bedeutung für die Systematik der europäischen Bärlappgewächse (Lycopodiaceae). – Unveröff. Staatsexamensarbeit. Fakultät für Biologie, Ruhr-Universität Bochum: 82 S. + Anhang.
SCHMID, E., OBERWINKLER, F. (1993): Mycorrhiza-like interaction between the achlorophyllous gametophyte of *Lycopodium clavatum* L. and its fungal endophyte studied by light and electron microscopy. – New Phytol. 124: 69–81. London.
SCHNELLER, J.J. (1975): Untersuchungen an einheimischen Farnen, insbesondere der *Dryopteris filix-mas*-Gruppe. 3. Teil. Ökologische Untersuchungen. – Ber. Schweiz. Bot. Ges. 85: 110–159. Basel.
– (1988): Spore bank, dark germination and gender determination in *Athyrium* and *Dryopteris*. Results and implications for population biology of Pteridophyta. Bot. Helv. 98: 77–86. Basel.
– (1991): Besiedlungsstrategie und Populationsentwicklung am Beispiel des Farns *Asplenium ruta-muraria*. – In: SCHMID, B., STÖCKLIN, J. (Hrsg.): Populationsbiologie der Pflanzen: 53–61. Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin.
SCHUHWERK, F. (1990): Relikte und Endemiten in Pflanzengesellschaften Bayerns – eine vorläufige Übersicht. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 61: 303-323. München.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

SCHUMACHER, A. (1959): Von Pflanzen der Wahner Heide. – Aus der Heimat 67: 68–75. Öhringen.
SCHUMACHER, W., RIEPE, D., RIEPE, O. (1984): *Diphasium zeilleri* (ROUY) DAMBOLDT (Lycopodiaceae) bei Zingsheim/Nordeifel. Neufund für Nordrhein-Westfalen. – Decheniana 137: 59. Bonn.
SOLTIS, D.E., HAUFLER, C.H., DARROW, D.C., GASTONY, G.J. (1983): Starch gel electrophoresis of ferns: A compilation of grinding buffers, gel and electrode buffers, and staining schedules. – Amer. Fern J. 73: 9–27. Port Richmond.
–, SOLTIS, P.S. (eds.) (1989): Isozymes in plant biology. – Dioscorides Press, Portland (Oregon): 268 S.
SOLTIS, P.S., SOLTIS, D.E. (1988): Estimated rates of intragametophytic selfing in lycopods. – Amer. J. Bot. 75: 248–256. Lancaster.
STEUBING, L., FANGMEIER, A. (1992): Pflanzenökologisches Praktikum. – Ulmer, Stuttgart: 205 S.
STOOR, A.M. (1994): Biosystematische und populationsgenetische Untersuchungen an mitteleuropäischen Flachbärlappen (*Lycopodium* Sektion *Complanata* VICTORIN). – Unveröff. Diplomarbeit. Fakultät für Biologie, Ruhr-Universität Bochum: 124 S.
–, BENNERT, H.W. (1993): Urtümliche Pflanzen – Moderne Methoden: Biosystematische Untersuchungen an mitteleuropäischen Flachbärlappen (*Diphasiastrum*, Lycopodiaceae) mittels Isoenzym-Gelelektrophorese. – In: FÜRNKRANZ, D, SCHANTL, H. (Hrsg.): Kurzf. „11. Symp. Morph., Anat., Syst.". Beitr. Nr. 44. Salzburg.
STRAKA, H. (Bearb.) (1970): Arealkunde. 2. Aufl. – Einführung in die Phytologie, Band III, 2. Teil. Ulmer, Stuttgart: 478 S.
SUTER, B., SCHNELLER, J.J. (1986): Autökologische Untersuchungen an der Mauerraute (*Asplenium ruta-muraria* L.). – Farnblätter 14: 1–14. Zürich.
THOMAS, D.W. (1975): Wild gametophytes of *Diphasium alpinum* (L.) Rothm. in North Wales. – Watsonia 10: 277–279. London.
VIGANO, W. (1991): *Diphasium*-Arten im Hochsauerland. – Flor. Rundbr. 25: 99–102. Bochum.
WAGNER, W.H., BEITEL, J.M. (1993): Lycopodiaceae Mirbel, Club-moss Family. – In: FLORA OF NORTH AMERICA EDITORIAL COMMITTEE (ed.): Flora of North America North of Mexico: 18–37. Oxford University Press, New York, Oxford.
WHITTIER, D.P. (1977): Gametophytes of *Lycopodium obscurum* as grown in axenic culture. – Can. J. Bot. 55: 563–567. Ottawa.
WOLFF, P. (1972): Ein Vorkommen des Alpenbärlapps in der Pfalz. – Mitt. Pollichia 19: 59–73. Bad Dürkheim.
WOLFF-STRAUB, R., BANK-SIGNON, I., DINTER, W., FOERSTER, E., KUTZELNIGG, H., LIENENBECKER, H., PATZKE, E., POTT, R., RAABE, U., RUNGE, F., SAVELSBERGH, E., SCHUMACHER, W. (1986): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta). – Schriftenreihe Landesanstalt Ökol., Landschaftsentwickl. Forstpl. Nordrhein-Westfalen 4: 41–82. Recklinghausen.
WOOLHOUSE, H.W. (1983): Toxicity and tolerance in the responses of plants to metals. – In: LANGE, O.L., NOBEL, P.S., OSMNOD, C.B., ZIEGLER, H. (eds.): Physiological plant ecology III. Responses to the chemical and biological environment: 245–300. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
ZAHLHEIMER, W.A. (1985): Artenschutzgemäße Dokumentation und Bewertung floristischer Sachverhalte. Allgemeiner Teil einer Studie zur Gefäßpflanzenflora und ihrer Gefährdung im Jungmoränengebiet des Inn-Vorlandgletschers (Oberbayern). – Ber. Akad. Natursch. Landschaftspfl. Beiheft 4: 1–143. Laufen.
ZENTRALSTELLE FÜR DIE FLORISTISCHE KARTIERUNG DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (NORD) (Hrsg.) (1993): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland (vorläufige Fassung). – Flor. Rundbr., Beih. 3: 1–478. Bochum.

Dipl.-Biol. Ulrich Ardelmann
Höchtebogen 15
D-45359 Essen

Karsten Horn
Am Färberhof 6
D-91052 Erlangen

Dipl.-Biol. Andreas Schiemionek,
Prof. Dr. H. Wilfried Bennert
Lehrstuhl Spezielle Botanik
Ruhr-Universität Bochum
D-44780 Bochum

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Anhang: Zusammenstellung der ausgewerteten Herbarbelege

Die Originalabschriften der Herbarscheden sind durch Anführungszeichen kenntlich gemacht.

1. Herbarnachweise von *Lycopodium alpinum*

19.07.1930 HSK, „*Lycopodium alpinum* Neuenhagen b. Niedersfeld (Kr. Brilon)" (4717/1), leg. Graebner jun., MSTR

1939 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Niedersfeld: Westfalen Auf dem Neuen Hagen 800 m ü. M. Nähe der ... bei Villingen" (4717/1), leg. A. Nieschalk, ex Hb. Nieschalk (acc. 1984), FR

1864 HSK, „*Lycopodium alpinum* Auf dem Astenberge ..." (4816/2), leg. Lahm, MSTR

08.1866 HSK, „*Lycopodium alpinum* Astenberg" (4816/2), Hb. Brockhausen, MSTR

21.07.1872 HSK, „*Lycopodium alpinum* Kahler Astenberg" (4816/2), Hb. von Spiessen, MSTR

07.1876 HSK, „*Lycopodium alpinum* Astenberg, Nordenau häufig" (4816/2), leg. et Hb. Beckhaus, rev. Ardelmann (1991): Mischbeleg mit *Diphasium issleri*, rev. Horn (1994), MSTR

07.1878 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Winterberg: Astenberg" (4816/2), leg. W. Schemmann, HAN

07.08.1878 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Winterberg: Astenberg" (4816/2), leg. Schemmann, Hb. von Spiessen, MSTR

13.10.1890 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Westfalen: Kahler Astenberg." (4816/2), leg. A. Peter, GOET

22. und 23.07.1901 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Preussen. Prov. Westfalen. Rothaargebirge: Am Kahlen Astenberge, mit *Calluna*, *Cladonia rangiferina* u. *Cetraria islandica*. ca. 825 m." (4816/2), leg. W. Schemmann, Hb. J. Müller-Knatz, rev. Ardelmann (1991): *D. issleri*, rev. Horn (1994), FR

08.1905 HSK, „*Lycopodium alpinum* Astenberg" (4816/2), leg. et Hb. Brockhausen, MSTR

01.08.1906 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. mit f. *frondescens* Zwischen Heidekraut am Kahlen Astenberg" (4816/2), leg. Gistf..., MSTR

1916 HSK, „*Lycopodium alpinum* Berg-Bärlapp. Kahler Asten." (4816/2), Hb. Koene, MSTR

08.1925 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Astenberg Heide zwischen Winterberg u. Altastenberg" (4816/2), Hb. Exsternbrink, MSTR

04.11.1927 HSK, „*Lycopodium alpinum* Auf der Kuppe des Kahlen Asten Heide." (4816/2), MSTR

04.11.1927 HSK, „*Lycopodium alpinum* Kahler Asten; Nordwestlich d. nördlichen Turmes" (4816/2), leg. Graebner jun., MSTR

07.1932 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. N-Hang des Kahlen Astenberges b. Winterberg" (4816/2), leg. W. Kleinewächter, ex Hb. Koppe, Hb. Naturkundemuseum Bielefeld

05.09.1932 HSK, „*Lycopodium alpinum* Kahler Asten; Steinbruch a. d. Str. Winterberg-Neuastenberg, a. d. Nordseite des Berges durch Steinbrucharbeiten 1937 bis auf kleinen Rest vernichtet." (4816/2), leg. O. Koenen, MSTR

29.04.1935 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Kahler Asten bei Winterberg/Westfalen (Sauerland). – Die Entnahme der Pflanzen erfolgte mit Einwilligung des Provinzbeauftragten f. Naturschutz, Dr. P. Graebner, Münster. -" (4816/2), leg. et Hb. G. Spanjer, MSTR

1939 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Winterberg: Westfalen – Kahler Asten" (4816/2), leg. A. Nieschalk, ex Hb. Nieschalk (acc. 1984), FR

1947 HSK, „*Lycopodium issleri* Rouy Winterberg: Westfalen Kahler Asten" (4816/2), leg. A. Nieschalk, ex Hb. Nieschalk (acc. 1984), rev. Horn (1994), FR

02.07.1950 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Heide auf dem Nordhang des Kahlen Asten, r 6418, h 7238" (4816/2), leg. H. Neidhardt, Hb. Neidhardt

06.07.1952 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Kahler Asten, Gipfel (Abstieg nach Altastenberg)" (4816/2), ex Hb. Hollborn, Hb. Naturkundemuseum Bielefeld

10.08. und 11.10.1959 HSK, „*Lycopodium issleri* Rouy Winterberg: Westfalen Kahler Asten" (4816/2), leg. A. Nieschalk, ex Hb. Nieschalk (acc. 1984), rev. Horn (1994), FR

18.10.1959 HSK, „*Lycopodium issleri* Rouy Winterberg: Westfalen zwischen *Calluna* am Kahlen Asten" (4816/2), leg. A. Nieschalk, ex Hb. Nieschalk (acc. 1984), rev. Horn (1994), FR

18.10.1959 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Winterberg: Westfalen Kahler Asten" (4816/2), leg. A. Nieschalk, ex Hb. Nieschalk (acc. 1984), rev. Ardelmann (1991): Mischbeleg mit *D. issleri*, rev. Horn (1994), FR

08.11.1959 HSK, „*Lycopodium issleri* Rouy Winterberg Krs. Brilon: Westfalen Kahler Asten" (4816/2), leg. A. Nieschalk, ex Hb. Nieschalk (acc. 1984), rev. Horn (1994), FR

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

25.08.1963 HSK, „*Diphasium issleri* (Rouy) Damb. Winterberg Krs. Brilon: Westfalen Kahler Asten" (4816/2), leg. Nieschalk, ex Hb. Nieschalk (acc. 1984), rev. Ardelmann (1991): Mischbeleg mit *D. alpinum*, rev. Horn (1994), FR

01.11.1972 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Kahler Asten, Heidegebiet am Nordhang, ca. 50 m unterhalb einer Gebäuderuine, r 6434, h 7184" (4816/2), leg. et Hb. Kleineberg, 4 Bögen, GOET

01.11.1972 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Winterberg: Hochheide auf dem Nordhang des Kahlen Asten, r 6402, h 7194" (4816/2), leg. H. Neidhardt, rev. Ardelmann (1991): Mischbeleg mit *D. issleri*, rev. Horn (1994), Hb. Neidhardt

20.07.1968 HSK, „*Diphasium alpinum* (L.) Rothm. Schneise am Südwesthang der Kappe bei Winterberg." (4817/1), leg. K. Lewejohann, GOET

18.10.1970 HSK, „*Diphasium alpinum* Winterberg Krs. Brilon: Westfalen Schneise an der Kappe" (4817/1), leg. Nieschalk, ex Hb. Nieschalk (acc. 1984), rev. Ardelmann (1991): Mischbeleg mit *D. issleri*, rev. Horn (1994), FR

06.10.1973 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Winterberg: Waldschneise auf dem Südhang der Kappe, 680 m ü. NN, r 6582, h 7162" (4817/1), leg. et Hb. R. Kleineberg, 2 Bögen, GOET

06.10.1973 HSK, „*Lycopodium alpinum* L. Winterberg: Waldschneise auf dem steilen Südhang der Kappe unterhalb des Rundweges in 640 m Höhe, r 6580, h 7158" (4817/2), leg. H. Neidhardt, 3 Bögen, Hb. Neidhardt

2. Herbarnachweise von *Lycopodium complanatum*

vor 1962 DT, „*Lycopodium chamaecyparissias* 7 km ONO von Salzuflen auf dem Reinertsberg" (3819/3), leg. G. Scholz, rev. Horn (1994), MSTR

1962 DT, „*Lycopodium complanatum anceps* 4 km nördl. Heidelbeck (Lemgo-Hohenhausen), Fichtenbestand, rasiger Wegrand, zusammen mit *Lycopodium clavatum*" (Rumbecker Forst zw. Heidelbeck u. Möllenbeck) (3820/3), leg. G. Scholz, MSTR

04.1858 BI, „*Lycopodium complanatum* Brackweder Berge b. Bielefeld, unter einzelnen Föhren rechts vom Fußweg n. Brackwede (über d. Hönebrink)" (4017/1;U), Hb. Beckhaus, MSTR

08.09.1973 LIP, „*Diphasium tristachyum* (Pursh) Rothm. Augustdorf" (4018/3), leg. Sonneborn, rev. Ardelmann (1991): Mischbeleg mit *D. complanatum*, Hb. Sonneborn

1917 SO, „*Lycopodium complanatum* L. varietas *Chamaecyparissus* A. Br. gefunden 1917 vom Lehrling Wiesmann im Hirschberger Walde (westlich zur Hefe hin) im sog. Boltenteich" (4515/4), Hb. Wiemeyer, rev. Horn (1994), MSTR

05.1929 SO, „*Lycopodium complanatum* ssp. *chamaecyparissus* Oberförsterei Warstein südlich Hirschberg an der Hirschberger Heve" (4515/4), leg. Oberförster Battenfeld, rev. Horn (1994), MSTR

1953 HSK, „*Lycopodium complanatum* subspec. *anceps* Astenberg" (4816/2), leg. F. Koppe, ex Hb. Hollborn, Hb. Naturkundemuseum Bielefeld

20.07.1968 HSK, „*Diphasium complanatum* (L.) Rothm. Schneise am Südwesthang der Kappe bei Winterberg." (4817/1), leg. K. Lewejohann, GOET

06.10.1973 HSK, „*Lycopodium complanatum* L. subsp. *anceps* (Wallr.) Aschers. Winterberg: Waldschneise auf dem Südhang der Kappe, 690 m ü. NN, r 6582, h 7162" (4817/1), leg. et Hb. R. Kleineberg, 10 Bögen, GOET

06.10.1973 HSK, „*Lycopodium complanatum* L. ssp. *anceps* (Wallr.) Aschers. Winterberg: Waldschneise auf dem steilen Südhang der Kappe unterhalb des Rundweges in 660 m Höhe, r 6582, h 7162" (4817/1), leg. H. Neidhardt, Hb. Neidhardt

29.08.1980 HSK, „*Diphasium complanatum* (L.) Rothm. Sonneborn-Tal, Sauerland Schneise (Kappe)" (4817/1), leg. I. Sonneborn, Hb. Sonneborn

1975 SI, „*Diphasiastrum complanatum* Kredenbach/ Siegerland gef. d. Dr. Denker" (östl. Kreuztal bei Bahnhof Dahlbruch; erloschen) (5014/1), leg. H. Bäppler, Hb. Bennert

22.08.1890 SU, „*L. complanatum* L. A. *L. anceps* Wallr. Sieggebiet: Bergabhang zu Bröl, zwischen *Sphagnum*." (5110/2), leg. F. Wirtgen, BONN

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

3. Herbarnachweise von *Lycopodium issleri*

vor 1918 HSK, „*Lycopodium complanatum* L. Winterberg in Westphalen: Astenberg, 2683' hoch" (4816/2), leg. Schemmann, ex Hb. P. Magnus (acc. 1918), rev. Horn (1992), HBG

12.08.1936 HSK, „*Lycopodium Issleri* Rouy Kahler Asten: gegenüber der Lennequelle" (4816/2), leg. et Hb. A. Schumacher, HBG

12.08.1936 HSK, „*Lycopodium Issleri* Rouy Kahler Asten, Hochfläche, gegenüber der Lennequelle, zahlreich aber nur steril." (4816/2), leg. A. Schumacher, ex Hb. Nieschalk (acc. 1984), FR

26.07.1980 HSK, „*Diphasium issleri* (Rouy) Sonneborn-Tal, Sauerland Schneise (Kappe)" (4817/1), leg. I. Sonneborn, det. H. Rasbach, Hb. Sonneborn

4. Herbarnachweise von *Lycopodium tristachyum*

31.08.1930 ST, „*Lycopodium chamaecyparissus* Heide rechts des Weges von der Chausse zum Erdfallsee (Heil. Meer)" (3611/2), leg. Graebner jun., MSTR

12.08.1951 ST, „*Lycopodium complanatum* L. ssp. *chamaecyparissus* (A. Braun) Döll Unter Kiefern östlich vom Erdfallsee im NSG "Heiliges Meer", r 0660, h 0272" (3611/2), leg. H. Neidhardt, Hb. Neidhardt

07.1898 ST, „*Lyc. chamaecyparissias* Uffeler Moor" (3611/4), leg. et Hb. Brockhausen, MSTR

08.1917 ST, „*Lycopodium chamaecyparissus* Dickenberge bei Ibbenbüren" (3611/4;E), leg. et Hb. Brockhausen, MSTR

05.08.1966 ST, „*Diphasium tristachyum* (Pursh) Rothm. Stillgelegter Steinbruch am Kälberberg beim Zumwalde." (3611/4), leg. K. Lewejohann, GOET

08.1898 ST, „*Lycopodium complanatum* L. f. *Chamaecyparissus* A. Br. Ibbenbüren, Schafberg" (3712/1;E), leg. C. Koch, OSN

1921 ST, „*Lycopodium complanatum* var. *Chamaecyparissus* A. Br. Schafberg" (3712/1;E), leg. C. Koch, OSN

1865 ST, „*Lycopodium Chamaecyparissus*. Lotte auf dem Hagenberge Habichtswalder Weg" (3713/1), leg. et Hb. Fleddermann, MSTR

1866 ST, „*Lycopodium Chamaecyparissus* Hagenberg bei Lotte" (3713/1), leg. et Hb. Fleddermann, MSTR

09.1860 ST, „*Lycopodium Chamaecyparissus* Al. Br. Haiden bei Gimbte." (3910/2;U), leg. Lahm, 2 Bögen, MSTR

vor 1890 ST, „*Lycopodium complanatum* L. *Chamaecyparissia* Br. Gimbte, auf dem Klaterberge" (3910/2), Hb. Beckhaus, MSTR

vor 1927 GT, „*Lycopodium Chamaecyparissus* Amshausen" (3916/3;U), ex Hb. Kade/ Satorius, Hb. Sonneborn

03.1887 BI, „*Lycopodium Chamaecyparissus* A. Br. Bielefeld Zwischen ... und Jostberg" (3916/4), leg. Sartorius, Hb. Beckhaus, MSTR

1894 WAF, „*Lycopodium complanatum* L. Form: *Chamaecyparissus* A. Br. Warendorf: Heidewald ... der Kalvarienbergallee, westl. vom Wege, nördl. Tönsburg" (4013/2), Hb. Dahms, MSTR

08.08.1965 LIP, „Zypressen-Flachbärlapp (*Dyphasium tristachyum*) *Calluna*-Heide in der Senne bei Oerlinghausen" (4017;E), leg. H. Lienenbecker, ex Hb. H. Lienenbecker, Hb. Naturkundemuseum Bielefeld

10.08.1959 BI, „*Lycopodium chamaecyparissus* A. Br. Kr. Bielefeld Sennestadt, nasser Sandausstich im Norden" (4017/2), leg. E. Neumann, Hb. Naturkundemuseum Bielefeld

09./10.1959 BI, „*Diphasium complanatum* var. *tristachyum* Sennestadt Ausschachtung" (4017/2), leg. Dr. W. Adrian, Hb. Naturkundemuseum Bielefeld

22.07.1908 GT, „*Lycopodium chamaecyparissias* ... Schloß Holte/ in Kiefernwald" (4017/4), Hb. Naturkundemuseum Bielefeld

01.07.1928 GT/LIP, „*Lycopodium chamaecyparissus* Heide mit lichten Kiefern bei ... n.-westl. Stuckenbrock (Senne)" (4017/4), leg. Graebner jun., MSTR

08.09.1973 LIP, „*Diphasium tristachyum* (Pursh) Rothm. Augustdorf" (4018/3), leg. Sonneborn, rev. Ardelmann (1991): Mischbeleg mit *D. complanatum*, Hb. Sonneborn

29.05.1976 LIP, „*Diphasium tristachyum* (Purs) Rothm. Augustdorf, Dünengebiet nähe Heidehof (Wistinghauser Senne)" (Heidehaus) (4018/3), leg. I. Sonneborn, Hb. Sonneborn

06.07.1947 GT, „*Diphasium tristachyum* (Pursh) Rothm. Rhedaer Forst" (4115;U), leg. G. Möbius, Hb. Naturkundemuseum Bielefeld

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

09.1952 PB/GT, „*Lycopodium complanatum* L. ssp. *chamaecyparissias* Döll Bei Hövelriege" (4117/2), ex Hb. Hollborn, Hb. Naturkundemuseum Bielefeld
10.08.1957 PB/GT, „*Lycopodium chamaecyparissus* (A. Br.) Döll Hovelriege bei Hovelhof Krs. Paderborn: Westfalen. In der Senne." (4117/2), leg. A. Nieschalk, ex Hb. Nieschalk (acc. 1984), FR
10.08.1957 PB/GT, „*Lycopodium chamaecyparissus* Hövelriege" (4117/2), leg. et Hb. A. Schumacher, HBG
20.11.1949 PB, „*Diphasium tristachyum* (Pursh) Rothm. Hövelhof Krollbach Sand" (4117/4), leg. R. Rehm, Hb. Naturkundemuseum Bielefeld
01.10.1943 PB, „*Lycopodium chamaecyparissus* A. Br. In der Senne bei Hövelhof, unter Kiefern auf Sand." (4118/3), leg. A. Schumacher, ex Hb. H. Hupke (acc. 1976), 3 Bögen, FR
01.10.1943 PB, „*Lycopodium chamaecyparissus* A. Br. Senne: Hövelhof, am T. P. 130 nordöstl. Klumpsack" (4118/3), leg. et Hb. A. Schumacher, HBG
01.10.1943 PB, „*Lycopodium chamaecyparissus* m. *triceps* Milde Senne: Hövelhof, nordöstl. Klumpsack am Tr. P. 130." (4118/3), leg. et Hb. A. Schumacher, HBG
20.04.1946 PB, „*Lycopodium chamaecyparissus* A. Br. Kr. Paderborn Hövelhof, Binnendünen, nördl. vom Ort" (4118/3), leg. F. Koppe, Hb. Naturkundemuseum Bielefeld
10.08.1957 PB, „*Lycopodium chamaecyparissus* Hövelhof" (4118/3), leg. et Hb. A. Schumacher, HBG
29.05.1976 PB, „*Diphasium tristachyum* (Pursh) Rothm. Moosheide (Klumpsack)" (4118/3), leg. I. Sonneborn, Hb. Sonneborn
04.09.1932 WES/RE, „*Lycopodium chamaecyparissus* Westmünsterland: ... zwischen Deuten u. Merle nördl. Heven-Dorsten, Kreis Recklh. in Kiefernkultur. Dil. Decksande, 55-60 m" (4207/3;E), leg. Oberkirch, MSTR
08.08.1925 RE, „*Lycopodium chamaecyparissus* A. Br. Haidewälder an der Lippe bei Haltern" (4209/3), leg. Preuss, MSTR
1873 PB, „*Lycopodium Chamaecyparissias* Lippspringe am Sennerand" (4218/2), Hb. Beckhaus, MSTR
09.1906 VIE, „L. chamaecyparissus ABR. Maasgebiet: Hinsbeck (Kr. Geldern)" (4603/1), leg. Höppner, BONN
07.1923 VIE, „*Lycopodium complanatum* L. var. *Chamaecyparissus* A. Br. trockene Calluna-Heide auf den Hinsbecker Höhen Kr. Geldern" (4603/1), leg. H. Höppner, Hb. Preuss, MSTR
1839 KR, „*Lycopodium complanatum* L. prope Crefeld (...)" (4605/1), rev. Horn (1994), BONN
07.1948 MK, „*Lycopodium complanatum* ssp. *anceps* L. Zusammengedrückter Bärlapp Deilinghofen (zwischen Deilinghofen u. Ostenberg)" (4612/2), Hb. Exsternbrink, rev. Horn (1994), MSTR
1895 RS, „*Lycopodium complanatum* L. Links in der Heide am Wege von Müngsten nach Reinshagen bei Remscheid" (4808/2), leg. Dr. phil. W. Lorch, rev. Ardelmann (1991), BONN
08.1905 RS, „*L. chamaecyp.* Abr. Berg. Gebiet: Remscheid: Schimmelbusch zu Reinshagen." (4808/2), leg. Buher, BONN
1906 HSK, „*Lycopodium complanatum* v. *Chamaecyparissus* Winterberg am Astenberg" (4816/2), Hb. Koene, MSTR
07.1803 BN, „*Lycopodium complanatum* L. var. *Chamaecyparissus* Al. Br. Venusberg bei Bonn" (5208/4), BONN
08.1872 BN, „*L. complanatum* L. *chamaecyparissus* Abr. jedes Ex. mit je einer m. w. tief gegabelten Ähre. Venusberg bei Bonn, Alluvium, 120 m." (5208/4), leg. F. Wirtgen, BONN
09.1905 DN, „*L. chamaecyparissus* Abr. Nordeifel: Schmidt (westlich von Niedeggen)" (5304/1;U), leg. Dr. E. Kurtz, BONN
07.1878 BN, „*Lycopodium Chamaecyparissus* A. Br. Dottendorfer Höhe bei Bonn." (5308/1), leg. A. Vigener, ex Hb. H. Grossmann (acc. 1970), 2 Bögen, FR
16.06.1893 BN, „*L. Chamaecyparissus* A. Br. Dottendorfer Höhe b. Bonn; Alluvium; 150 m." (5308/1), leg. F. Wirtgen, BONN

5. Herbarnachweise von *Lycopodium zeilleri*

24.05.1964 ST, „Zypressen-Bärlapp (*Lycopodium complanatum*) Kälberberg/Uffeln" (3611/4), leg. H. Lienenbecker, rev. Horn (1994), Hb. Büscher
vor 1890 BI, „Am Bergabhang von Großbockermann b Bielefeld ges." (4017/1), Hb. Beckhaus, det. Horn (1994), MSTR
11.10.1936 MK, „*Lycopodium complanatum* L. (= *L. anceps*) Im Krummenscheid bei Dünnebrett Rahmede-Tal" (4711/2), leg. Dr. Demandt, rev. Horn (1994), MSTR

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

1926 MK, „*Lycopodium complanatum* bei Halvern 500 m westl. Schwenke im Heidekraut" (4810/1;E), leg. A. Jung, rev. Horn (1994), MSTR

08.1906 GM, „*L. cham.* ABr. f. *microstachyum* Bergisch. Gebiet: Lobscheid b Dieringhausen." (4911/3;S), leg. Schmidt, rev. Horn (1994), BONN

08.1906 GM, „*L. chamaecypar.* ABR. m. *furcatum* Bergisch. Geb.: Lobscheid bei Dieringhausen" (4911/3;S), leg. Schmidt, rev. Horn (1994), BONN

08.1906 GM, „*L. chamaecyp.* ABR. Bergisch. Gebiet: Lobscheid b. Dieringhausen." (4911/3;S), leg. Schmidt, rev. Ardelmann (1991), BONN

10.09.1925 GM, „*Lycopodium complanatum* L. ssp. *L. Zeilleri* Rouy Aggertal: Heidiger Wald bei Rebbelroth (im Gummersbacher Heimatbuch als *Lycopodium alpinum*)" (4911/4;U), leg., det. et Hb. A. Schumacher, HBG

14.05.1931 GM, „*Lycopodium complanatum* L. ssp. *L. Zeilleri* Rouy Bergisches Land: Waldbröl, Heider Berg. (Von den Einwohnern Hufens früher als Wilder Lebensbaum gesammelt für Kränze auf dem Friedhof)" (5111/1), leg., det. et Hb. A. Schumacher, HBG

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: NS_15

Autor(en)/Author(s): Ardelmann Ulrich, Horn Karsten, Schiemionek Andreas

Artikel/Article: Verbreitung, Vergesellschaftung, Ökologie und Gefährdung der Flachbärlappe (Lycopodium sect. Complanata, Lycopodiaceae) in Nordrhein-Westfalen 481-511