

Zur Verbreitung von *Equisetum* subgen. *Hippochaete* (*Equisetaceae*, *Pteridophyta*) in Berlin*

H. Wilfried Bennert und Reinhard Böcker

1. Einleitung
2. Material und Methoden
3. Ergebnisse und Diskussion
 - 3.1 Identifizierung der Sippen
 - 3.2 Das Sippeninventar in Berlin
 - 3.3 Verbreitung in Berlin
 - 3.4 Vergesellschaftung und Ökologie
4. Literaturverzeichnis

Zusammenfassung

Die Arbeit berichtet über die Verbreitung der Equiseten aus der Untergattung *Hippochaete* in Berlin. Um zuverlässige Angaben zu erhalten, wurden in erster Linie Herbarbelege berücksichtigt, deren Bestimmung mit Hilfe mikromorphologischer Merkmale kritisch überprüft werden konnte. Die verwendeten diagnostischen Merkmale und ihre Darstellungsmöglichkeiten werden erläutert. Lediglich zwei Sippen sind fester Bestandteil der Berliner Flora: *E. hyemale*, dessen Vorkommen sich auf die walddreichen Gebiete im Norden Berlins konzentrieren, und *E. x moorei* (= *E. hyemale* x *E. ramosissimum*), welches einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt an der Unterhavel aufweist. Die wenigen Vorkommen von *E. variegatum* werden als neophytisch eingestuft. Bemerkenswert ist das weitgehend eigenständige Vorkommen von *E. x moorei* in Berlin, für das verschiedene Erklärungsmöglichkeiten diskutiert werden.

Summary

This paper reports on the distribution of *Equisetum* subgen. *Hippochaete* in Berlin. To obtain reliable results mainly herbarium specimens were investigated whose identity could be checked by using micromorphological characters. The diagnostic characters and methods used for studying them are described. Only two taxa are native members of the flora of Berlin: *E. hyemale*, whose occurrence is mainly restricted to the woodland areas

* Herrn Prof. Dr. Reinhard Bornkamm zum 60. Geburtstag gewidmet.

in Northern Berlin, and *E. x moorei* (= *E. hyemale* x *E. ramosissimum*), which shows a distinct center of distribution at the Unterhavel. There are only very few records of *E. variegatum* which are classified as neophytic. The occurrence of *E. x moorei* in an area where both parent species are absent is quite remarkable; several possible explanations are discussed.

1. Einleitung

Die Gattung *Equisetum* (Schachtelhalm) zerfällt in zwei deutlich verschiedene Untergattungen, subgen. *Equisetum* und subgen. *Hippochaete*, die beide mit mehreren Arten in Mitteleuropa vertreten sind. Folgende Merkmale sind für subgen. *Hippochaete* charakteristisch: oberirdische Sprosse (mit Ausnahme von *E. ramosissimum*) in der Regel unverzweigt, (größtenteils) überwintert; Sporophyllstände (Strobili) am Ende zugespitzt; Spaltöffnungen regelmäßig in Form von zwei geraden Reihen (in den Stengelfurchen) angeordnet; Schließ- und Nebenzellen eingesenkt, unter dem Niveau der Epidermiszellen liegend. Zu dieser Gruppe gehören in Europa insgesamt vier Arten, von denen drei in Deutschland vorkommen (*E. hyemale* L., *E. ramosissimum* Desf. sowie *E. variegatum* Schleicher ex Weber et Mohr).

Bastardbildung ist in der Gattung *Equisetum*, wie bei vielen anderen Farnpflanzen auch (vgl. KNOBLOCH 1976), häufig zu beobachten. In der Literatur werden zwar gelegentlich Hybriden zwischen Arten erwähnt, die verschiedenen Untergattungen angehören (z. B. KÜMMERLE 1931, MEUSEL et al. 1971, KRAMER 1984), sie sind bisher aber nie zweifelsfrei nachgewiesen worden (vgl. auch BORG 1967). Versuche, solche intersubgenerischen Bastarde experimentell zu erzeugen, schlugen fehl (im Gegensatz zu Hybriden zwischen Arten einer Untergattung; s. DUCKETT 1979). Folgende drei Hybriden aus der Untergattung *Hippochaete* sind für Mitteleuropa belegt: *E. x meridionale* (Milde) Chiovenda (= *E. ramosissimum* x *E. variegatum*), *E. x moorei* Newman (= *E. hyemale* x *E. ramosissimum*) und *E. x trachyodon* A. Braun (= *E. hyemale* x *E. variegatum*).

Alle drei genannten mitteleuropäischen Arten von subgen. *Hippochaete* sind aus der Mark Brandenburg nachgewiesen, *E. hyemale* und *E. variegatum* auch aus Berlin; von den drei erwähnten Hybriden ist lediglich eine, nämlich *E. x moorei*, im Gebiet vertreten. Im folgenden wird über Vorkommen und Verbreitung dieser Sippen im Raum von Berlin berichtet. Als Datenquellen wurden benutzt:

1. Herbarbelege, die vor allem aus dem Herbar des Botanischen Museums in Berlin-Dahlem stammen. Zusätzlich wurden die Aufsammlungen der beiden Autoren sowie einiger weiterer Botaniker herangezogen. Alle Herbarbelege

wurden unter Berücksichtigung mikromorphologischer Merkmale einer kritischen Revision unterzogen.

2. Daten, die bei verschiedenen floristischen Kartierungen erhoben wurden. Da im Gelände *E. hyemale* und *E. x moorei* selbst von Experten nicht immer sicher unterschieden werden können, sind diese Angaben unsicher.

2. Material und Methoden

Die Herbarbelege wurden unter besonderer Berücksichtigung der Mikromorphologie der Sproßoberflächen nachbestimmt (vgl. Kap. 3.1). Die Verwendbarkeit solcher Feinstrukturmerkmale zur Identifizierung der Sippen ist bei der Gattung *Equisetum* im Rahmen einer umfassenden rasterelektronenmikroskopischen Studie von GEIGER (1981) nachgewiesen worden. Voraussetzung ist allerdings, daß die Sproßbasen mit gesammelt wurden, weil die Struktur in diesem Bereich von besonderer Bedeutung ist.

Grundlegende Untersuchungen zur Darstellung der mikromorphologischen Unterschiede zwischen *E. x moorei* und seinen Elternarten wurden mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskopes (Modell JSM-43 der Fa. Jeol, Tokyo, Japan) an trockenen und mit Gold bedampften Sproßstücken durchgeführt. Die Feinstruktur der Oberflächen kann aber auch mit einem einfacheren lichtmikroskopischen Verfahren untersucht werden, das in der Pflanzenökologie seit längerem zur Bestimmung der Stomatadichte von Blättern herangezogen wird, nämlich die Kollodium-Abdruck-Methode (vgl. STEUBING 1965). Sie erlaubt ebenfalls eine eindeutige Bestimmung der Sippen, allerdings können die Bilder keinen räumlichen Eindruck wiedergeben. Der zu untersuchende Abschnitt der Sproßachse wird mit einer Kollodium-Lösung dünn und gleichmäßig bestrichen. Nach Erstarren kann das feste Kollodium als dünner Film abgezogen und unter dem Lichtmikroskop betrachtet werden; dieser Abdruck gibt alle wesentlichen Feinstrukturmerkmale wieder. Ist der Sproßabschnitt verschmutzt, empfiehlt es sich, an ein und derselben Stelle mehrere Abdrücke anzufertigen, um damit zunächst die Schmutzpartikel zu entfernen. Ein ähnliches Verfahren, mit dem sich unter Verwendung von farblosem Nagellack Abdrücke der Blattepidermen von Gräsern herstellen lassen, beschreiben HILU & RANDALL (1984). Bei hinreichender Erfahrung können Herbarbelege auch unter der Stereolupe bei 50facher Vergrößerung untersucht und identifiziert werden.

Die Revisionsergebnisse der Herbarbelege sind, nach drei Zeitepochen (voriges Jahrhundert, Zeitraum 1900 bis 1945 sowie Zeit nach 1945) getrennt, in einer Tabelle (Tab. 1) zusammengefaßt worden. Die Fundorte dieser Belege wurden, soweit lokalisierbar, in einer Verbreitungskarte differenziert nach zwei Zeitabschnitten (vor 1945, nach 1945) dargestellt (Abb. 3). Die Karte enthält

außerdem nicht überprüfte floristische Angaben, die mit einer abweichenden Signatur gekennzeichnet wurden.

3. Ergebnisse und Diskussion

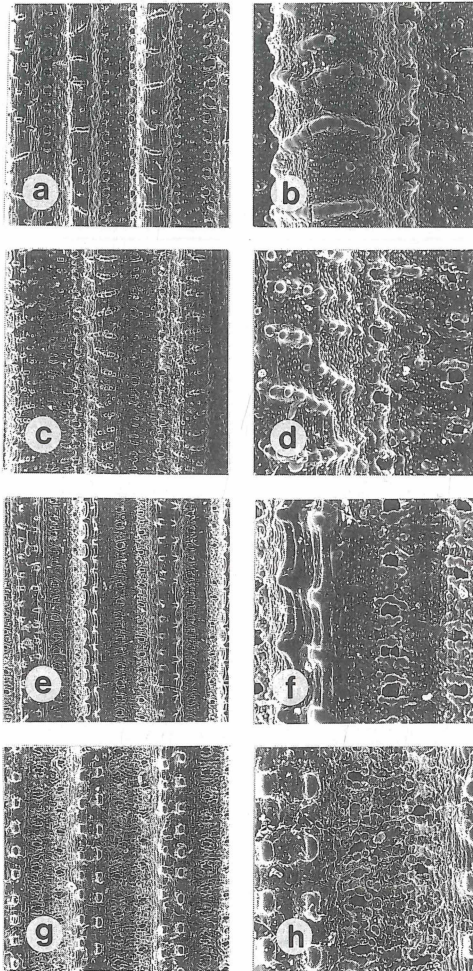
3.1 Identifizierung der Sippen

Während die verschiedenen *Equisetum*-Arten makromorphologisch gut abgrenzbar sind und mit Hilfe gängiger Florenwerke mühelos bestimmt werden können, bereitet das Erkennen von Hybriden oftmals erhebliche Probleme. Eine Zuordnung ohne weitere Hilfsmittel ist nur dann möglich, wenn die Gestalt der Hybride zwischen den Elternarten vermittelt, ihr Habitus also intermediär ausgebildet ist. Leider ist dies aber nicht immer der Fall. Sie kann sich in ihrer Gestalt einer Elternart so sehr nähern, daß eine Bestimmung nur nach eingehender Untersuchung möglich ist. Dies ist keineswegs eine Besonderheit von Schachtelhalm-Hybriden, sondern bei Pteridophyten-Bastarden (aber auch bei allopolyploiden Arten) immer wieder zu beobachten. *E. x moorei* tendiert nach unseren Beobachtungen (nicht nur in der Berliner Flora) dazu, sich *E. hyemale* anzunähern. Makromorphologische Merkmale, die ein Erkennen von *E. x moorei* erleichtern, sind folgende:

Oberirdische Sprosse unverzweigt, meistens weniger kräftig entwickelt als bei *E. hyemale*, zumeist von blaßgrüner Farbe, nur teilweise überwinternd; Blattscheiden deutlich länger als breit, oftmals nach oben leicht trichterförmig erweitert, Zähnchen zum Teil frühzeitig abfallend, teilweise aber auch länger bleibend.

Wie erwähnt, ist die mikromorphologische Struktur der Sproßoberflächen ein sehr gutes diagnostisches Merkmal. Auffällig ist vor allem die Inkrustierung der erhabenen Längsrippen (in den dazwischenliegenden vertieften Rillen befinden sich die bei subgen. *Hippochaete* eingesenkten Stomata), die silikathaltige Strukturelemente aufweisen. Diese sind artspezifisch verschieden: Während bei *E. hyemale* ± regelmäßig geformte und deutlich abgesetzte Höcker auftreten, die in gleichmäßigen, längs verlaufenden Zweierreihen angeordnet sind (Abb. 1g-h), zeichnet sich *E. ramosissimum* durch spangenartige Strukturen aus, die quer zur Längsachse orientiert sind und die Rippen teilweise oder beinahe vollständig umspannen. Sie erwecken den Eindruck, als seien sie aus mehreren kleineren kugelartigen Elementen verschmolzen (Abb. 1a-b). Interessanterweise ist die Feinstruktur der Sproßoberflächen bei *E. x moorei* nicht einheitlich intermediär ausgebildet, sondern weist eine deutliche Polarität auf (Abb. 1 und 2): Die Querspannen auf den Rippen der unteren Internodien ähneln denjenigen von *E. ramosissimum*, die einzelnen Elemente treten aller-

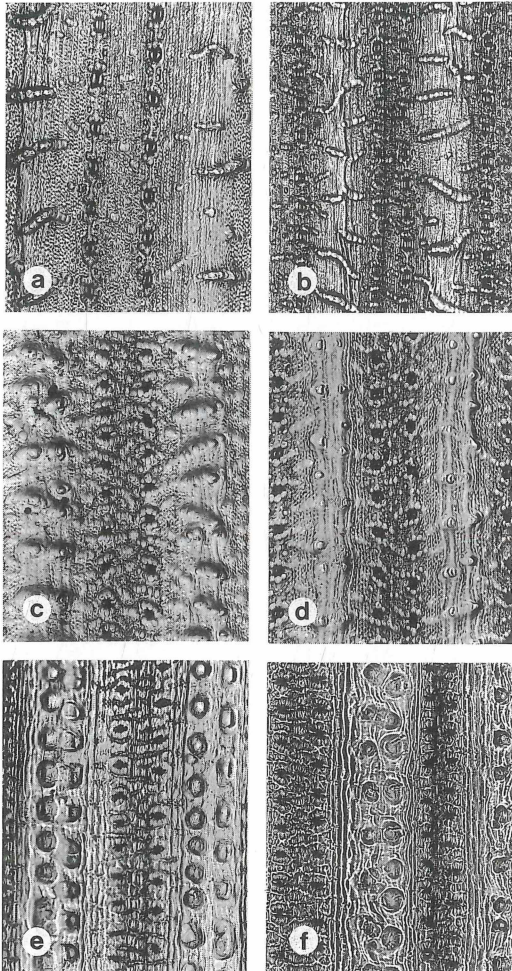
Abb. 1: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen der Sproßoberflächen von *Equisetum x moorei* und seinen Elternarten; a, b: *E. ramosissimum*, 7. Internodium (a) und 2. Internodium (b) von unten; Straßenrand bei Navazzo oberhalb Gargnano, Gardaseegebiet, Lombardia, Italien; leg.: W. Bennert, 9.6.1976, herb. WB 285/76; c bis f: *E. x moorei*, 3. Internodium (c, d) und 8. Internodium (e, f) von unten; Havelufer, Jagen 95/96, gegenüber dem auf der Pfaueninsel gelegenen Borkenhäuschen, leg.: W. Bennert, 3.11.1968, herb. WB 125/68; g, h: *E. hyemale*, 5. Internodium von unten; Frohnau, westl. neben Oranienburger Chaussee, leg.: R. Böcker, 1976.



0,4 mm

0,2 mm

Abb. 2: Lichtmikroskopische Aufnahmen von Kollodium-Abdrücken der Sproßoberflächen von *Equisetum* x *moorei* und seinen Elternarten; a, b: *E. ramosissimum*, 9. Internodium (a) und 16. Internodium (b) von unten; in der Nähe des Rheines an der Ürdinger Rheinbrücke, zwischen Duisburg und Krefeld; leg.: R. Düll, W. Kunick & H. Sukopp, 23.6.1975, herb. WB s.n.; c, d: *Equisetum* x *moorei*, 5. Internodium (c) und 11. Internodium (d) von unten; Havelufer, Jagen 95/96, gegenüber dem auf der Pfaueninsel gelegenen Borkenhäuschen, leg.: W. Bennert, 3.11.1968, herb. WB 125/68; e, f: *Equisetum hyemale*, 2. Internodium (e) und 7. Internodium (f) von unten; Frohnau, Jägerstieg, am Rande des Kiefernwaldes, leg.: W. Bennert, 14.9.1974, herb. WB 256/74.



0,3 mm

dings etwas deutlicher hervor und sind weniger stark miteinander verschmolzen. An den oberen Internodien sind die spangenartigen Strukturen noch stärker aufgelöst und es überwiegen kleine Einzelhöcker, die, ähnlich wie bei *E. hyemale*, in Zweierreihen angeordnet sind¹. Daß diese Feinstrukturmerkmale bereits im vorigen Jahrhundert bekannt waren, belegt die Beschreibung von MILDE (1867), der die Hybride (die er unter dem damaligen Namen *Equisetum Schleicheri* Milde führt) mit folgenden Worten charakterisiert (S. 521-522): "...Riefen des Stengels mit unregelmässig in 2 Linien geordneten Tuberkeln oder mit breiten Bändern bekleidet...".

E. variegatum ist bereits makromorphologisch vergleichsweise einfach an den unverzweigten und dünnen Stengeln (Durchmesser nur 2-3 mm) und den oberwärts abstehenden und mit schwarzer Querbinde versehenen Blattscheiden zu erkennen. Auch die Feinstruktur ist charakteristisch: Im Gegensatz zu den erwähnten übrigen Sippen sind die Rippen nicht nach außen emporgewölbt, sondern mit einer rillenartigen Vertiefung versehen. Die beiden seitlichen Flanken tragen je eine Reihe rundlicher Kieselhöcker, die allerdings, vor allem bei kleinwüchsigen Exemplaren, auch fehlen können.

Wie bereits im Kapitel "Material und Methode" dargestellt, lassen sich die beschriebenen mikromorphologischen Strukturen auch mit Hilfe von Kolloidum-Abdrücken untersuchen. Diese Methode hat außer der wesentlich einfacheren Technik noch den Vorteil, daß von dem zu untersuchenden Pflanzenmaterial keine Probe entnommen werden muß, sondern die Sprosse unbeschädigt bleiben. Sie ist also für wertvolles Herbarmaterial besonders geeignet. Um einen Eindruck von der Qualität und Aussagefähigkeit der Kolloidum-Abdrücke zu vermitteln, sind Fotos von *E. x moorei* und seinen Elternarten in Abb. 2 zusammengestellt. Bei genügender Erfahrung kann die Feinstruktur auch direkt bei 25facher, besser jedoch 50facher Vergrößerung mit Hilfe eines Binokulars untersucht werden. Da die Silikatstrukturen glasig hell erscheinen, heben sie sich nicht immer deutlich genug vom Untergrund ab. In solchen Fällen kann es hilfreich sein, die Position und/oder Helligkeit der Lichtquelle zu verändern oder die schräg abfallenden Seitenflanken der Sproßachsen zu untersuchen.

¹ Eine derartige Polarität der Merkmalsausprägung erscheint recht ungewöhnlich und ist uns in dieser Form bei anderen Hybriden nicht bekannt. Am ehesten läßt sich dieses hier beschriebene Phänomen mit der Rhachisfärbung bei bestimmten *Asplenium*-Bastarden vergleichen: Bei Hybriden zwischen Arten mit grüner und brauner Rhachis entsteht kein helleres Braun als Mischfarbe, sondern die Rhachis ist im unteren Teil braun, im oberen hingegen grün gefärbt. Beide Zonen sind deutlich und fast ohne Übergang voneinander abgesetzt.

3.2 Das Sippeninventar in Berlin

Bei der Revision der Herbarbelege (aus diesem Jahrhundert) fiel auf (vgl. Tab. 1), daß Material von *E. hyemale* zumeist richtig erkannt wurde. Nur in zwei Fällen wurde es mit *E. x moorei* verwechselt. Die Schwierigkeiten bei der Ansprache der Hybride sind offenbar größer. In fast einem Viertel der Fälle wurde sie verkannt und für *E. hyemale* bzw. einmal auch für *E. ramosissimum* gehalten. Der angebliche Beleg der zuletzt genannten Art (B 091609) stammt aus dem Grunewald; er wurde besonders gründlich geprüft, zumal er von Dr. D.E. Meyer gesammelt und bestimmt worden war, dem ehemaligen für die Farnpflanzen zuständigen Kustos am Botanischen Museum, der ein hervorragender Kenner der europäischen Pteridophyten gewesen ist. Bei dem fraglichen Beleg handelt es sich um einige kleinwüchsige Pflanzen, die relativ früh im Jahr (Juni) gesammelt wurden und die daher ihre Entwicklung noch nicht abgeschlossen hatten. Sie weisen die für *E. ramosissimum* typische graugrüne Färbung auf, besitzen auch relativ lange Blattscheiden, die Sprosse sind aber oberirdisch unverzweigt und die Blättchen bereits teilweise abgefallen, Merkmale, die für *E. x moorei* sprechen. Die Mikromorphologie erlaubt den eindeutigen Schluß, daß die Pflanzen zu *E. x moorei* gehören. Der Vermerk von D.E. Meyer: "Wächst neben typ. moorei!" auf dem Herbarettikett zeigt, daß der Beleg aus einem größeren Bestand dieser Hybride stammt. Es bleibt also festzuhalten, daß *E. ramosissimum* nach unserem derzeitigen Kenntnisstand im Gebiet von Berlin fehlt. Der einzige eingesehene Beleg dieser Art stammt aus Brandenburg (Plönetal, s. Tab. 1).

Während der Beleg von D.E. Meyer aus dem Grunewald sich in besonderer Weise *E. ramosissimum* annähert, gibt es ältere Belege von *E. x moorei* aus der Nähe des Gesundbrunnen, die im Habitus *E. x trachydodon* (= *E. hyemale* x *E. variegatum*) nahekommen (s. Tab. 1). Zumindest bei einem Teil der Blattscheiden bleiben die Blättchen lange erhalten und stehen seitlich ab. Außerdem sind die Blattscheiden teilweise sehr kräftig schwarz gefärbt, wie es für *E. x trachydodon* typisch ist. Auch hier zeigt die Feinstruktur die Zugehörigkeit zu *E. x moorei* an (*E. x trachydodon* stimmt in der Mikromorphologie weitgehend mit *E. hyemale* überein; vgl. GEIGER 1981). Damit steht fest, daß auch *E. x trachydodon* kein Bestandteil der Berliner Flora ist. Die Belege aus dem Grunewald und vom Gesundbrunnen stellen lediglich morphologische Extremformen von *E. x moorei* dar und verdeutlichen die große gestaltliche Plastizität dieser Hybride.

Von *E. variegatum* konnten zwei Herbarbelege überprüft werden (s. Tab. 1). Die Pflanze weist zwar einen regelrechten Zwergwuchs auf, die eingetieften Längsrippen, die typisch sind für diese Art (s. Kap. 3.1.), lassen sich jedoch gut erkennen.

Auch wenn keine konkreten Hinweise oder Verdachtsmomente für Vorkommen im Berliner Raum vorliegen, sollte auf *E. x meridionale* (= *E. ramosis-*

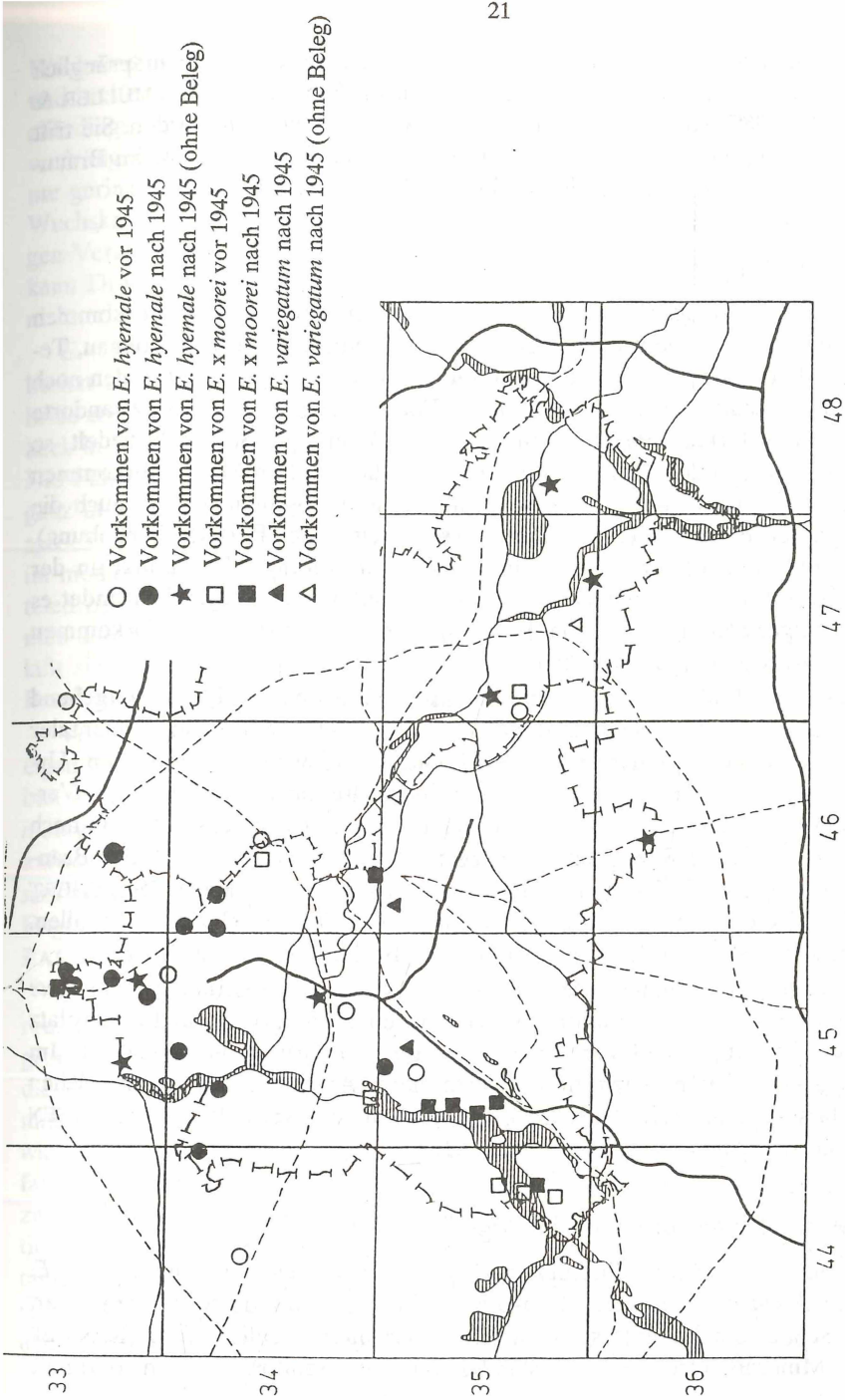


Abb. 3: Fundorte von *Equisetum*-Sippen aus der Untergattung *Hippochaete* in Berlin (Mefischblatt-Raster).

sinum x *E. variegatum*) geachtet werden. Diese Hybride wurde ursprünglich aus Südtirol bekannt und ist neuerdings auch für Bayern (ESCHELMÜLLER & HIEMEYER 1987) sowie Sachsen (JESSEN 1984) nachgewiesen worden. Sie tritt hier an anthropogen überformten Standorten (an Gleisanlagen bzw. im Braunkohlentagebauegebiet) in Gesellschaft beider Elternarten auf.

3.3 Verbreitung in Berlin

Wie die Verbreitungskarte (Abb. 3) zeigt, konzentrieren sich die Vorkommen von *E. hyemale* auf die walddreichen Gebiete im Norden Berlins (Frohnau, Tegel, Spandau), wobei die heutigen Fundorte jedoch nicht unbedingt in den noch vorhandenen naturnahen Wäldern oder Forsten liegen. Als Ersatzstandorte werden auch stärker vom menschlichen Einfluß geprägte Stellen besiedelt, so etwa Kiesgruben oder Verkehrswege wie Bahndämme (ein Massenvorkommen befindet sich am S-Bahn-Damm in Frohnau) und Böschungen (vgl. auch die Angaben von BENKERT (1973) über Vorkommen in der Berliner Umgebung). *E. x moorei* hingegen hat einen eindeutigen Verbreitungsschwerpunkt an der Unterhavel. Es wächst zumeist direkt am Havelufer, nur gelegentlich findet es sich in einiger Entfernung davon. Bemerkenswert ist ein isoliertes Vorkommen in einem Agropyron-Halbtrockenrasen im Tiergarten.

Diese Arealbilder sind insofern überraschend, als beide Sippen weitgehend getrennte Areale besiedeln. Lediglich an einer Stelle (Frohnau, Rauentaler Straße) sind sie miteinander vergesellschaftet. Obwohl hybridogenen Ursprungs, zeigt *E. x moorei* also ein von seinen Elternarten unabhängiges Verbreitungsgebiet. Dies gilt nicht nur im Hinblick auf *E. hyemale*, sondern in noch stärkerem Maße im Bezug auf *E. ramosissimum*, von dem in der Mark Brandenburg lediglich ein Vorkommen bekannt ist (s. Tab. 1). Nach RAUSCHERT (1979) sind die Fundorte von *E. ramosissimum* in Ostdeutschland verschollen. Von JESSEN (1984) wurde ein großer Bestand bei Zechau neu entdeckt.

Als dritte und weitaus seltenste Sippe aus der Untergattung *Hippochaete* kommt in Berlin *E. variegatum* vor, das von einer Baugrube am Lützowplatz (Bezirk Tiergarten) und von einer Kiesgrube im Grunewald belegt ist. Im norddeutschen Raum liegen die Fundorte dieser Art fast durchweg an solchen Sekundärstandorten (KRAMER 1984, vgl. auch WISNIEWSKI 1975 sowie JESSEN 1984), sie sind daher als etabliert einzustufen.

3.4 Vergesellschaftung und Ökologie

In den niederen Lagen Mitteleuropas sind die natürlichen Wuchsorte von *E. hyemale* Auwälder aus dem *Alno-Ulmion*-Verband (als dessen Charakterart dieser Schachtelhalm gilt) sowie feuchte *Carpinion*-Gesellschaften (KRAMER 1984). Mineralstoffreiche und ständig feuchte Standorte bieten optimale

Wuchsbedingungen. Selbst gut etablierte Bestände sind sehr langsam wüchsig und breiten sich nur allmählich aus (PAGE 1982). Ältere Populationen können allerdings ausgedehnte Kolonien bilden, die andere Pflanzen fast vollständig verdrängen. Heutzutage sind viele Bestände, so auch im Berliner Raum, von nur geringer Ausdehnung und zeigen deutliche Anzeichen für eine verminderte Wuchskraft. Einer der Gründe hierfür dürfte in einer für die Pflanzen ungünstigen Veränderung der Wasserverhältnisse im Boden zu suchen sein. Allerdings kann Drainage allein den in vielen Gebieten rapiden Rückgang der Art wohl nicht erklären (LEHMANN & EBER 1990; vgl. auch PAGE 1982).

E. x moorei kommt zwar auch an ähnlichen Standorten wie *E. hyemale* vor, besitzt aber insgesamt eine sehr viel breitere ökologische Amplitude. Die Hybride zeigt dabei eine gewisse Vorliebe für sandige Substrate und ist daher z. B. auch in Kiefernwäldern und auf Dünen zu finden (PAGE 1982, KRAMER 1984). Die Fähigkeit, an solchen trockeneren Standorten zu überleben, verdankt sie ganz offensichtlich ihrem zweiten Elter, *E. ramosissimum*, welches als ausgesprochener Psammophyt gilt (KRAMER 1984) und als gemäßigt thermophile Art im mediterranen Raum weit verbreitet ist (JALAS & SUOMINEN 1972). In Mitteleuropa wächst *E. ramosissimum* mit Vorliebe auch an den Ufern von Strömen und Flüssen. Das gehäufte Vorkommen von *E. x moorei* an der Unterhavel läßt sich somit zwanglos als Erweiterung der ökologischen Potenz durch die Beteiligung von *E. ramosissimum* erklären.

Vorkommen von *E. x moorei* ohne seine Elternarten und eine teilweise eigenständige Verbreitung sind auch aus anderen Regionen Europas beschrieben worden. Das vielleicht spektakulärste Beispiel stammt von Irland, wo *E. x moorei* an der Südküste zerstreute Kolonien auf einer Länge von etwa 50 km aufweist, ohne daß seine Elternarten in der Umgebung vorkommen; *E. ramosissimum* ist auf den Britischen Inseln sogar nur von einer Stelle im Osten Englands als Neubürger bekannt (JERMY et al. 1978; PAGE 1982, 1988; PAGE & BARKER 1985).

Es gibt mehrere Möglichkeiten, dieses Verhalten von *E. x moorei* zu erklären. Eine Vermehrung durch Sporen ist zwar unwahrscheinlich, aber nicht grundsätzlich auszuschließen. Wie bei Hybriden von Farnpflanzen üblich, sind die Sporen von *E. x moorei* abortiert. In geringer Zahl werden aber auch normal aussehende grüne Sporen gebildet, die allerdings etwa doppelt so groß sind wie die Sporen der Elternarten und durch eine gestörte Hapterenbildung auffallen (GEIGER 1981). Ob solche Sporen keimfähig sind, ist unbekannt. Unzweifelhaft und durch Experimente belegt ist hingegen die große Regenerationsfähigkeit der Rhizome von *E. x moorei* (PAEGER 1988). Selbst ein mehrtägiges Schwimmen auf bewegtem Meerwasser überstanden sie unbeschadet (PAGE 1988); ein Langstreckentransport zu Wasser (sowohl auf dem Meer als auch auf Flüssen) erscheint damit durchaus möglich. Lokale Häufigkeitszentren

wie an der Unterhavel sind wohl nicht auf mehrfache Anstrandungen nach einem Langstreckentransport von Rhizomen und wohl ebenso wenig auf direkte Rhizomvermehrung zurückzuführen; es erscheint vielmehr plausibel anzunehmen, daß eine lokale sekundäre Ausbreitung durch vegetative Fragmentation eines einzelnen ursprünglichen Klonen stattgefunden hat (PAGE & BARKER 1985). Bei allen diesen Überlegungen darf schließlich der Zeitfaktor nicht unberücksichtigt bleiben. Daß während der nacheiszeitlichen Klimaschwankungen Arealveränderungen stattgefunden haben, ist ganz unbestritten. So könnte auch *E. ramosissimum* in wärmeren Epochen weiter verbreitet gewesen sein als heute. Dort, wo es mit *E. hyemale* in Berührung kam, bildete sich die Hybride. Während *E. ramosissimum* durch Klimaverschlechterung verdrängt wurde, vermochte *E. x moorei* zu überleben. Mit solchen postglazialen Klima- und Arealveränderungen bringt auch KÜMMERLE (1931) die Entstehung von *E. x moorei* in Ungarn in Zusammenhang; dort kommt die Hybride heutzutage nur in Gesellschaft von *E. ramosissimum* vor.

Danksagung

Wir danken Frau I. Künzel, Bochum, für die bewährte sorgfältige Hilfe bei fotografischen Arbeiten sowie bei der Herstellung von Kollodium-Abdrücken. Herrn Dr. G.J. Bijvank, Münster, schulden wir Dank für seine Hilfe bei den rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen. Folgende Damen und Herren aus Berlin haben unsere Arbeit durch die bereitwillige Ausleihe von Herbarbelegen und durch Fundortmitteilungen unterstützt: Frau Dr. B. Zimmer, Botanischer Garten und Botanisches Museum in Berlin-Dahlem, Frau U. Hennig, Frau Dr. U. und Herr Prof. Dr. D. Müller-Doblies, Herr Dr. W. Seidling, Herr Dr. D. Benkert sowie Herr Dr. G. Klemm. Ihnen allen danken wir auch an dieser Stelle für Ihre Mithilfe.

4. Literaturverzeichnis

- BENKERT, D. 1973: Floristische Neufunde aus Brandenburg und der Altmark. 1. Folge. *Gleditschia* 1: 51-61.
- BORG, P. 1967: Studies on *Equisetum* hybrids in Fennoscandia. *Ann. Bot. Fenn.* 4: 35-50.
- DUCKETT, J.G. 1979: An experimental study of the reproductive biology and hybridization in the European and North American species of *Equisetum*. *Bot. J. Linn. Soc.* 79: 205-229.
- ESCHELMÜLLER, A. & HIEMEYER, F. 1987: Der Süd-Schachtelhalm (*Equisetum x meridionale*) erstmals in der Bundesrepublik Deutschland festgestellt. *Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben* 91: 16-19.
- GEIGER, D. 1981: Morphologische und phytochemische Untersuchungen zur Systematik der Schachtelhalme (Equisetaceae). Unveröffentl. Diplomarbeit, Ruhr-Universität Bochum. 167 S.
- HILU, K.W. & RANDALL, J.L. 1984: Convenient method for studying grass leaf epidermis. *Taxon* 33: 413-415.

- 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 p.
- JESSEN, S. 1984: Beitrag zur Kenntnis der einheimischen Pteridophytenflora. Mitt. flor. Kart. Halle 10: 76-92.
- JERMY, A.C., ARNOLD, H.R., FARRELL, L. & PERRING, F.H. 1978: Atlas of the ferns of the British Isles. The Botanical Society of the British Isles and The British Pteridological Society. London. 101 p.
- KNOBLOCH, I.W. 1976: Pteridophyte hybrids. Publ. Mus., Michigan State Univ., Biol. Ser. 5 (4): 273-352.
- KRAMER, K.U. (Hrsg.) 1984: Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. 3. Aufl. I, T. 1, Pteridophyta. Berlin, Hamburg. 310 S.
- KÜMMERLE, J.B. 1931: Equiseten-Bastarde als verkannte Artformen. Mag. Bot. Lapok 30: 146-160.
- LEHMANN, A. & EBER, W. 1990: Zur Populationsbiologie von *Equisetum hyemale*. Verh. Ges. Ökol. 19/2: 44-53.
- MEUSEL, W., LAROCHE, J. & HEMMERLING, J. 1971: Die Schachtelhalme Europas. Wittenberg. 84 S.
- MILDE, J. 1867: Monographia Equisetorum. Dresden. 605 S.
- PAEGER, J. 1988: Untersuchungen zur Reproduktionsökologie einheimischer Schachtelhalme. Unveröffentl. Diplomarbeit, Ruhr-Universität Bochum. 73 S.
- PAGE, C.N. 1982: The ferns of Britain and Ireland. Cambridge. 447 p.
- PAGE, C.N. 1988: Ferns. Their habitats in the British and Irish landscape. London. 430 p.
- PAGE, C.N. & BARKER, M.A. 1985: Ecology and geography of hybridisation in British and Irish horsetails. Proc. Roy. Soc. Edinburgh 86B: 265-272.
- RAUSCHERT, S. (Bearb.) 1979: Liste der in der Deutschen Demokratischen Republik erloschenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen. Kulturbund der DDR. Zentraler Fachausschuß Botanik. 55 S.
- STEUBING, L. 1965: Pflanzenökologisches Praktikum. Berlin und Hamburg. 262 S.
- WISNIEWSKI, N. 1975: Zur Verbreitung von *Equisetum variegatum* SCHLEICH. in Brandenburg. Gleditschia 3: 119-135.

Anschrift der Verfasser:

PD Dr. H. Wilfried Bennert
 Spezielle Botanik, Ruhr-Universität Bochum
 Universitätsstr. 150
 D-4630 Bochum

Prof. Dr. Reinhard Böcker
 Institut für Landeskultur u. Pflanzenökologie
 Universität Hohenheim
 D-7000 Stuttgart 70

Tab. 1: Liste der revidierten Herbarbelege

Angegeben sind: der ursprünglich auf dem Etikett verzeichnete Pflanzename, Fundort, Sammeldatum, Sammler sowie Herbarnummer. Die Belege sind getrennt nach folgenden drei Zeiträumen aufgelistet: aus dem vorigen Jahrhundert stammend, zwischen 1900 und 1945 sowie nach 1945 gesammelt.

Equisetum hyemale

Belege aus dem vorigen Jahrhundert

- E. hiemale* L., Flora berol. Rudower Wiesen, 16.7.1875, D.E. Rochne (?), (B 077930)
E. hiemale L., Bei Berlin (Eschengraben), 9.9.1860, P. Ascherson, (B 083195, linker Beleg?)
E. hiemale L., Bei Berlin und bei Sorau (Liebsgen, an der Lubst), Mai 1860, P. Ascherson; Weise, (B 083195, rechter Beleg?)
E. hiemale L., Jungfernheide. Fl. Berl., 7.8.1859, C. Beimann, (B 083706)
E. hiemale L., Eschengraben beim Gesundbrunnen, Fl. Berlin, 29.4.1860, C. Beimann, (B 083707)
E. hiemale, Mark Brdbrg., an dem Wege von Glienicke nach Tegel in der Tegeler Forst, 5.5.1879, ?, (B 091576)
E. hiemale, Rudower Wiesen bei Berlin, 27.6.1852, o.N., (B 091577)
E. hiemale L., Fl. Berol. Grunewald, 1859, ?, (B 091579)
E. hiemale L., Deutschland: Spandau: Südl. Station Finkenkrug am Südrand der "Sandberge", 7.5.1893, Diels, (B 091589)

Equisetum hyemale

Belege aus dem Zeitraum von 1900 bis 1945

- E. hyemale* L., Berlin: Bucher Ausstich, 1.6.1911, K. Osterwald, (B 091575)
E. hiemale L., Reinickendorf bei Berlin, 28.4.1905, J. Gerber, (B 091578)

Equisetum hyemale

Belege aus der Zeit nach 1945

- E. hyemale* L., Berlin: Frohnau, Raumentaler Straße, früher hier *E. x moorei*, 18.6.1975, D.E. Meyer, (B 091580)
E. hyemale L., Berlin: Frohnau, S-Bahn-Damm, 16.7.1977, D.E. Meyer, (B 091581)
E. hyemale L., Berlin: Frohnau, Bahndamm, 28.10.1973, D.E. Meyer, (B 091582)
E. hyemale L., Berlin-Frohnau: Bahndamm in der Invaliden-Siedlung, Okt. 1962, D.E. Meyer, (B 091584)
E. hyemale L., Berlin: Frohnau, Bahndamm, Invalidensiedlung, 20.10.1980, D.E. Meyer, (B 091585)
E. hyemale, Berlin: Tegel. Im Tegeler Wald, nahe der Wegekreuzung mit "Pilz", 2.6.1968, W. Krebs, (B 091586)
E. hyemale L., Ufer des Nordgrabens in Wittenau, 7.7.1968, W. Bennert, (herb. WB 108/68)
E. hyemale L., Berliner Forst Spandau, Jagen 69, 8.6.1969, W. Bennert, (herb. WB 44/69)

Tab. 1: Liste der revidierten Herbarbelege (Ftsg.)

- E. hyemale* L., Sandiger Wegrand an den Bahngleisen s. des Teufelsbruchs, Spandau, 29.6.1969, W. Bennert, (herb. WB 60/69)
- E. hyemale* L., Sandige Grasflur s Heerstraße, Spandau, 26.6.1971, W. Bennert, (herb. WB 414/71)
- E. hyemale* L., Sandtrockenrasen s Heerstraße, Spandau, 2.7.1972, W. & C Bennert, (herb. WB 167/72)
- E. hyemale* L., Jägerstieg, am Rande des Kiefernwaldes, Frohnau, 14.9.1974, W. Bennert, (herb. WB 256/74)
- E. hyemale* L., Spandauer Forst: Kuhlake, S-Ufer, Jg. 69, 17.9.1984, A. Auhagen, (herb. WB s.n.)
- E. hyemale*, Baumberge, 21.7.1971, W. Kunick, (herb. RB s.n.)
- E. hyemale*, S-Bahndamm Frohnau Ost, Invalidensiedlung, 3.3.1974, R. Böcker, (herb. RB s.n.)
- E. hyemale*, Bahndamm, Mitte S-Bhf. Frohnau und Schönfließestr., 14.6.1975, R. Böcker, (herb. RB s.n.)
- E. cf. moorei*, Kiesgrube im Grunewald, Jagen 85, 20.8.1982, R. Böcker, (herb. RB s.n.)
- E. hyemale* L., NSG Schildow, 2.5.1990, R. Böcker, (herb. RB s.n.)
- E. moorei* Newm., Berlin-Wittenau, Nordgraben, 7.7.1968, U. Hennig, (herb. UH s.n.)
- E. hyemale* L., Frohnau, Jägersteig, Laubmoder am Rinnstein, 17.6.1970, U. & D. Müller-Doblies, (BTU 70015d)
- E. hyemale*, Spandauer Forst, Jagen 69, 24.9.1982, W. Seidling, (herb. WS 10 a)

Equisetum ramosissimum

- E. ramosissimum* Desf. var. *pannonicum* (Kit.) Aschers., Prov. Brandenburg: Neumark, Abhang im Plönetal, Ostseite zwischen Siede und Niepölzig, Neu für Brandenburg!, 6.9.1934, W. Libbert-Lippehm, (B 091587)

Equisetum variegatum

- E. variegatum* Schleicher ex Weber et Mohr, Baugrube am Lützowplatz, Berlin (West), 29.6.1982, R. Böcker, (herb. WB s.n.)
- E. variegatum* Schleicher ex Weber et Mohr, Kiesgrube im Grunewald, Jagen 86, 1984, R. Böcker, (herb. RB o. Nr.)

Equisetum x moorei

Belege aus dem vorigen Jahrhundert

- E. hiemale* L. β *Schleicheri* Milde, Pichelsberg bei Spandau, Juli 1855 (?), Garcke, (B 077943)
- E. hiemale* L., Fl. marchica: Hohes Havelufer zwischen Potsdam u. Templin, Aug. 1894, U. Wolff, (B 082492)
- E. hiemale* L. Varietät *E. paleaceum* Schleicher, ? Fl. Spandow, 10.7.1859, C. Beimann, (B 083801)
- E. hiemale* var: *E. Mackaii* Newman. *E. trachyodon* A. Braun, Berlin, beim Gesundbrunnen, Aug. 1855, A. Braun, (B 085691)

Tab. 1: Liste der revidierten Herbarbelege (Ftsg.)

- E. hiemale* L. var. *viride* Milde f. *ramosa* Warnst., Cladow a/H. by Spandau: an den Abhängen der Havel, 15.8.1896, E. Prager, (B 091574)
- E. hyemale* Lin., Flora berolin. Koepnicker Fasaneri, Aug. (18)32, o.N., (B 091590)
- E. hiemale* L. v. *Schleicheri* Milde. Übergangsformen zu var. *paleaceum* Schleich., Sandiges Havelufer bei Pichelsberg (Spandau), 29.7.1855, P. Ascherson, (B 091591)
- E. hiemale* L. var. *Schleicheri* Milde f. *simplex* Baenitz, Fl. march. Wannsee by Berlin: Cladow Sandwerder, an Abhängen, 30.7.1896, E. Prager, (B 091592)
- E. hiemale* L. var. *Schleicheri* Milde f. *caespitans* Baenitz, Fl. march. Wannsee by Berlin: Cladow Sandwerder, an Abhängen, 30.7.1896, E. Prager, (B 091593)
- E. hiemale* L. var. *Schleicheri* Milde f. *simplex* Baenitz, Fl. march. Wannsee bei Berlin: Cladow Sandwerder, an Abhängen, 30.7.1896, E. Prager, (B 091594)
- E. hiemale* L., Pfaueninsel bei Potsdam, August 1855, o.N., (B 091595)
- E. hiemale* L. var. *Schleicheri* Milde, Potsdam am Weg zur Pfaueninsel, Anf. Mai (18)52 (?), o.N., (B 091596)
- E. hiemale* L. v. *viride* Milde f. *simplex* Warnst., Flora Marchica: Havelabhänge bei Cladow (Spandau), 23.7.(18)94, E. Prager, (B 091597)
- E. hiemale* L. v. *viride* Milde f. *caespitosa* Warnst., Flora Marchica: Havelabhänge bei Cladow (Spandau), August 1894, E. Prager, (B 091598)
- E. hyemale* var. *Schleicheri* Milde, Havelufer (unweit der Pfaueninsel, am linken Ufer), s.a., ?, (B 091599)
- E. hiemale* L. v. *trachyodon*, Gesundbrunnen bei Berlin, 19.7.1856, o.N., (B 091600)
- E. hiemale* L. v. *Schleicheri*, Berlin: Rudower Wiesen, 1852, v. Chamisso, (B 091601, Beleg links)
- E. hiemale*, Pr. Rudow, s.a., Thiele, (B 091601, Beleg rechts)
- E. hiemale* L. v. *trachyodon* A. Br., Fl. Berl. Sandiger Heideboden vor dem Gesundbrunnen, 9.7. (18)56, o.N., (B 091618)
- E. hiemale* L. var. *viride* Milde forma *caespitosum* Warnstorf, Germania. Borussia. Ad ripas fluvii "Havel" ad "Cladow" prope "Spandau", Sept. 1896, E. Prager, (B 091619)

Equisetum x moorei

Belege aus der Zeit nach 1945

- E. hyemale* L., Berlin: Frohnau, Bahndamm, 26.9.1973, D.E. Meyer et A.C. Jermy, (B 091583)
- E. x moorei* Newm., Berlin: Lieper Bucht (an der Havel, nahe Grunewaldturm), 27.8.1981, D.E. Meyer, (B 091588)
- E. x moorei* Newman, Berlin: Frohnau, Rauentaler Straße, 6.10.1973, D.E. Meyer, (B 091602)
- E. x moorei*, Berlin: Spandau, nahe der "Kronprinzenbuche" am Grabenrand, 18.7.1970, D.E. Meyer, (B 091603)
- E. x moorei* Newm., Berlin: Zehlendorf, Grunewald, Schießübungsplatz, Avus-Kurve, 19.8.1980, D.E. Meyer, (B 091604)
- E. x moorei* Newm., Berlin: Havelufer; 1. Stelle: Ende Fischerhüttenweg a.d. Havel, 23.6.1975, D.E. Meyer, (B 091605)
- E. x moorei* Newm., Berlin: Havelufer; 2. Stelle: Die Polypodium-Stelle mit Alston, 23.6.1975, D.E. Meyer, (B 091606)
- E. hiemale* L., Berlin: Grunewald. An der Havel bei, 14.7.1959, D.E. Meyer, (B 091607)

Tab. 1: Liste der revidierten Herbarbelege (Ftsg.)

- E. hiemale* L., Berlin: Grunewald, Jagen 123, Havelabhang, 10.10.1957, D.E.Meyer, (B 091608)
- E. ramosissimum* Desf., Berlin: Grunewald, Jagen 72, 22.6.1960, D.E.Meyer, (B 091609)
- E. x moorei*, Berlin: Havelufer. Am "Rettungshäuschen". Standort von 1960, 1.11.1968, D.E. Meyer, (B 091610)
- E. hyemale* L. var. *Moorei* (Newm.) Hook., Berlin: Schießstandwall an der Avus, 26.9.1962, D.E. Meyer, (B 091611)
- E. x moorei* Newm., Berlin: Grunewald. Am Wall (1. Stelle), 30.7.1961, D.E. Meyer, (B 091612)
- E. x moorei*, Berlin: Wannsee, Avus-Kurve, 12.7.1970, D.E. Meyer, (B 091613)
- E. x moorei*, Grunewald: Avus-Kurve, 25.9.1969, D.E. Meyer, (B 091614)
- E. x moorei* Newm., Berlin: Havelufer, nördl. vom Grunewaldturm, 25.8.1981, D.E. Meyer, (B 091615)
- E. x moorei* Newm., Berlin: nahe Wannsee, Schießstand, 15.5.1980, D.E. Meyer, (B 091616, mit Fotos)
- E. x moorei* Newman, Berlin: Grunewald, Avus-Südkurve, 28.10.1973, D.E. Meyer, (B 091617)
- E. x moorei* Newman, Havelufer, Jagen 95/96, gegenüber dem auf der Pfaueninsel gelegenen Borkenhäuschen, 3.11.1968, W. Bennert, (herb. WB 125/68)
- E. x moorei* Newman, Havelufer, Jagen 104, gegenüber der Westecke von Kälberwerder, 3.11.1968, W. Bennert, (herb. WB 124/68)
- E. x moorei* Newm., Agropyron-Halbtrockenrasen am Potsdamer Platz, Berlin-Tiergarten, 24.7.1987, W. Bennert, (herb. WB 10/87)
- E. x moorei*, Grunewald, am Sprengplatz, 11.7.1980, R. Böcker, (herb. RB s.n.)

Abkürzungen:

B: Herbar des Botanischen Museums Berlin-Dahlem

herb. WB: Herbar H. Wilfried Bennert

herb. RB: Herbar Reinhard Böcker

herb. UH: Herbar Ursula Hennig

BTU: Herbar Ute und Dietrich Müller-Doblies

herb. WS: Herbar Walter Seidling

s.a.: ohne Angabe des Sammeldatums

o.N.: ohne Angabe des Sammlers

s.n.: ohne Angabe einer Sammelnummer

?: Ortsname oder Name des Sammlers unleserlich

(?): Angabe nicht eindeutig zu entziffern