

Asplenium trichomanes L. subsp. hastatum, stat. nov. - eine neue Unterart des Braunstiel-Streifenfarnes in Europa und vier neue intraspezifische Hybriden (Aspleniaceae, Pteridophyta)

von S. Jeßen, Chemnitz

Widmung

Dieser Beitrag ist dem Gedenken an meinen Freund Walter Meusel (1922-1990) gewidmet. Neben seinen Werken als Musiker und Komponist sind verschiedene zoologische und botanische Abhandlungen, an denen er maßgeblich beteiligt war, erschienen, u.a. „Die Bärlappe Europas“, „Die Schachtelhalme Europas“, „Die Weiden Europas“ (In: Die Neue Brehmbücherei Wittenberg Lutherstadt), „Pflanzen zwischen Schnee und Stein (Edition Leipzig). Er machte mich auf die Problematik innerhalb der Sippenstruktur des *Asplenium trichomanes*-Komplexes erstmals aufmerksam.

Zusammenfassung

Ein in Europa relativ weit verbreiteter, vorzugsweise senkrechte Kalkfelsen und Mauern besiedelnder, tetraploider Vertreter des *Asplenium trichomanes*-Komplexes wurde als identisch mit var. *hastatum* Christ (1900) erkannt und als *A. trichomanes* L. subsp. *hastatum* (Christ) S. Jeßen beschrieben. Die cytologischen Befunde zeigen, daß es sich um eine besondere Unterart handelt. Vier neue intraspezifische Hybriden wurden in der Natur gefunden. Sie werden hier wie folgt benannt: *A. trichomanes* nothosubsp. *lovisianum*, nothosubsp. *moravicum*, nothosubsp. *melzeranum*, nothosubsp. *tadei-reichsteinii*.

Summary

A tetraploid taxon of the *Asplenium trichomanes* complex relatively largely distributed in Europe preferably growing at vertical limestone rocks and walls, was recognized as an identical one with var. *hastatum* Christ (1900) and is described as *A. trichomanes* L. subsp. *hastatum* (Christ) S. Jeßen. The cytological results show that it is a particular subspecies. Four new intraspecific hybrids were found in the nature. Here, they are described as follows: *A. trichomanes* nothosubsp. *lovisianum*, nothosubsp. *moravicum*, nothosubsp. *melzeranum*, nothosubsp. *tadei-reichsteinii*.

1. Einleitung

Das von LINNÉ (1753) beschriebene, kosmopolitisch verbreitete *Asplenium trichomanes* ist eine sehr polymorphe Art, von der zahlreiche Formen und Varietäten beschrieben worden sind. Viele davon stellen aber nur ökologisch bedingte Abänderungen oder wenig verbreitete Mutationen dar, denen taxonomisch nur geringe oder gar keine Bedeutung zukommt.

Erst die Ergebnisse cytologischer Untersuchungen zeigten das Vorhandensein zweier Cytotypen, die sich ökologisch verschieden verhalten und miteinander Hybriden mit abortierten Sporen bilden. Es wurden daraufhin die diploide, silikatische Gesteine besiedelnde subsp. *trichomanes* und die tetraploide, bodenwege subsp. *quadrialeans* D. E. Meyer (1962) (= *A. lovisii* Rothmaler 1963) unterschieden.

Kurz darauf wurde *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* Lovis (1964) entdeckt (vgl. auch LOVIS, MELZER & REICHSTEIN 1966), eine diploide Sippe von schattigen Kalk- oder Dolomithfelsen. Sie stellt gewissermaßen das Pendant zu subsp. *trichomanes* dar. Von der oft mit ihr vergesellschafteten subsp. *quadrialeans* ist sie sowohl durch Chromosomenzählung wie durch genaue Messung der Exosporlänge und der Länge der Schließzellen zu unterscheiden.

Eine morphologisch meist deutlich von den drei genannten Unterarten abweichende Sippe, die bereits von CHRIST (1900) als *A. trichomanes* lusus *harovii* sublusus *pachyrachis* beschrieben und von KÜMMERLE (1922) in Albanien als selbständige Art, *Asplenium csikii* Kümmerle et Andrasovszky aufgestellt wurde, ist heute unter dem Namen *A. trichomanes* subsp. *pachyrachis* (Christ) Lovis et Reichstein (1985) bekannt. Sie ist tetraploid und bildet mit subsp. *quadrivalens* eine Hybride mit gestörter Meiose (LOVIS & REICHSTEIN 1985).

Auf Mallorca und in Süd-Spanien kommt eine weitere tetraploide, morphologisch auffällige *A. trichomanes*-Sippe vor, subsp. *coriaceifolium* Rasbach, Rasbach, Reichstein & Bennert (1990, 1991).

Neben diesen diploiden und tetraploiden Cytotypen sind aus Australien, Neuseeland, dem südlichen Asien, von Madeira und auch aus Europa (sehr selten in Belgien, Frankreich und Süd-Spanien) verschiedene hexaploide Sippen bekannt, von denen bisher eine, subsp. *maderense* Gibby et Lovis (1989) benannt worden ist. Über die Entstehung dieser Sippen konnten bislang nur Vermutungen angestellt werden (BOUHARMONT 1968, REICHSTEIN 1981, BENNERT et al. 1989).

In den Jahren 1979 und 1980 konnte subsp. *pachyrachis* erstmals für Sachsen und Thüringen nachgewiesen werden (JESSEN 1981). Bei darauf ausgerichteten Exkursionen fand sich an senkrechten Zechsteinkalkfelsen des Berges Gleitsch bei Saalfeld im oberen Saaletal eine Form von *A. trichomanes*, die wegen der Größe ihrer Sporen tetraploid zu sein schien, jedoch weder mit subsp. *quadrivalens* noch mit subsp. *pachyrachis* identisch war. Bei gründlicher Suche konnten an diesem Fundort auch ca. vier Exemplare einer Hybride zwischen der unbekanntenen Sippe und der mit ihr zusammen wachsenden subsp. *quadrivalens* entdeckt werden. Später fand ich in Mähren auch die Hybride der genannten Sippe mit subsp. *pachyrachis*. Herr Prof. Reichstein, Basel, teilte mir daraufhin mit, daß ihm zusammen mit Prof. J.D. Lovis, Christchurch, diese Sippe und ihre Hybride mit subsp. *quadrivalens* bereits 1963 im Schweizer Jura aufgefallen war. Die cytologischen Untersuchungen der Pflanzen aus der Schweiz erbrachten, daß es sich um eine tetraploide Sippe handelt (det. J.D. Lovis), deren Hybride mit subsp. *quadrivalens* sowohl abortierte Sporen als auch gestörte Meiose zeigt.

Nachdem die neue Sippe und verschiedene intraspezifische Hybriden an zahlreichen weiteren Orten in Europa nachgewiesen werden konnten, erscheint es zweckmäßig, diese als weitere Unterart an die Seite der bisher beschriebenen zu stellen.

2. Nomenklatur

Die im folgenden als subsp. *hastatum* beschriebene Sippe findet sich in Herbarien oft als Form oder Varietät *harovii* Milde, f. oder var. *auriculatum* Milde oder var. *hastatum* Christ bezeichnet.

Das Epitheton „*harovii*“ geht auf die Beschreibung einer *Asplenium trichomanes* ähnlichen Pflanze von Mauern einer alten Burg bei Metz in Frankreich als *Asplenium harovii* Godron (1842: 159; vgl. auch GODRON 1843: 136, 1843: 551) zurück. MILDE (1858: 579) bezweifelt bereits den Artrang von *A. harovii* und bezeichnet es als synonym mit *A. trichomanes* β *lobato-crenatum* DC.. MOORE (1860: 174) reduziert den Rang zu var. *harovii*. MILDE (1865: 39) verwendet diese Kombination (*A. trichomanes* var. *harovii* Moore), ordnet das Taxon aber später als f. *harovii* Milde (1867: 63) der var. *lobato-crenatum* DC. zu. CHRIST (1900: 92) schreibt dann *A. trichomanes* lusus *harovii* Milde (vgl. auch LOVIS & REICHSTEIN 1985).

Angaben unter den Namen „*lobato-crenatum*“ oder „*harovii*“ wurden u.a. wiederholt in Zusammenhang mit Vorkommen gebraucht, die inzwischen als zu subsp. *pachyrachis* (Christ) Lovis & Reichstein gehörig identifiziert werden konnten, so z.B. „bei Istein, in den Grotten am Klotz“ (MILDE 1858, MILDE 1865, MILDE 1867: als f. *badensis*, LUERSSEN 1889, CHRIST 1900, vgl. auch LOVIS & REICHSTEIN 1985) und „rocher de Dabo“ (WALTER 1838, vgl. SCHULZE 1990).

Der locus classicus von *A. harovii* Godron ist zerstört (LOVIS & REICHSTEIN 1985). Ein Fragment eines Original-exemplares von Metz liegt in B. T. Reichstein konnte es sehen und bezeichnete es als für eine genaue Identifizierung völlig unzureichend (T. Reichstein pers. Mitt.).

LAMARCK & DE CANDOLLE (1815: 554) geben für *A. trichomanes* γ *lobato-crenatum* weder eine separate Beschreibung, noch werden Lokalitäten genannt.

Die sehr knappe Beschreibung der f. *auriculatum* Milde (1858: 577): „Fiedern am Grunde der oberen Hälfte mit einem deutlichen, abgerundeten Ohrchen“ (vgl. auch MILDE 1865: 39, MILDE 1867: 63) läßt nicht unbedingt einen Bezug zu subsp. *hastatum* erkennen, dessen Fiedern oft spießförmig und nicht selten am Grunde doppelt geöhrt sind. Als Lokalitäten für f. *auriculatum* gab MILDE (1858) „Liegnitz (Gerhardt), Strehlen (Hilse), Gesenke (Milde)“ an.

CHRIST (1900: 92) beschreibt unter seiner var. *hastatum* eine Sippe, deren „Fiedern am Grunde ober- und unterseits mit großen, oft rückwärts abstehenden und also die Spindel deckenden Ohrchen“ versehen sind und gibt die folgenden Orte aus der Umgebung von Lugano an: Sorengo, Viotallo, Tassinio, Pazzallo, Wirtgen.

Bei Nachforschungen in B, BHU, doFR, G, H, IBF, JE, L, PC, S, U, W konnte kein brauchbares authentisches Material der Benennungen „*harovii*“, „*lobato-crenatum*“ oder „*auriculatum*“ gefunden werden. Hingegen fanden sich in BHU und PC folgende Bögen mit von Wirtgen als f. *auriculatum* Milde gesammelten Belegen von bei CHRIST (1900) unter var. *hastatum* z.T. zitierten Lokalitäten:

- *A. trichomanes* f. *auriculatum* Milde, Fl. d. Schweiz, Kanton Tessin, 6561; Lugano: Mauer am Viottallo Tassinio, Kalk, 300 m, 10.II.1900, F. Wirtgen (BHU). (Es handelt sich um subsp. *hastatum*, det. S. Jeßen, 23.4.1986).
- *A. trichomanes* Huds. f. *auriculatum* Milde, Fl. d. Schweiz, Kant. Tessin, 6564; Einige der mittleren Fiedern auch tiefer gespalten. Lugano: an einer Mauer bei Guidino, Kalk, 350 m, 26.3.1900, F. Wirtgen (BHU). (Fast keine Sporen mehr vorhanden, Bestimmung deshalb unsicher; subsp. *hastatum* oder Hybride, det. S. Jeßen, 23.4.1986).
- *A. trichomanes* Huds. f. *auriculatum* Milde, Fl. d. Schweiz, Kant. Tessin, 6562; Lugano, an einer alten Mauer zu Brenano, am Wege nach S. Tietro Pambio, Kalk, 300 m, 8.3.1900, F. Wirtgen (BHU). (subsp. *hastatum*, det. S. Jeßen, 23.4.1986).
- *A. trichomanes* f. *auriculatum* Milde, Fl. d. Schweiz, Kanton Tessin, 6563; Lugano, an einer Mauer von Novanev, Kalk, 300 m, 9.III.1900, F. Wirtgen (BHU). (Es handelt sich um subsp. *quadri-valens*, det. S. Jeßen, 23.5.1986).
- *A. trichomanes* Huds. f. *auriculatum* Milde, Herbar Wirtgen, 6 Avril 1914, Flora der Schweiz, Kant. Tessin, 6560, Standort: Lugano: An einer Mauer zu Pazzallo, Höhe 370 m, Bodenart: Kalk, 1.4.1900, leg. Wirtgen (PC); 93/79. *A. trichomanes* L. var. *hastatum* Christ, Iso-Type, det. T. Reichstein, 14.10.77 (19 Wedel, davon 18 subsp. *hastatum* und einer (rechts außen) einer intraspezifischen Hybride, det. S. Jeßen, 11.2.1991).
- *A. trichomanes* Huds. f. *auriculatum* Milde, Hin und wieder eine Fieder zu sbf. *sectum* Milde gehörig. Herbar Christ 9 Fevrier 1910; Flora der Schweiz, Kant. Tessin, Standort: Lugano: An Mauern vor Pazzallo, Kalk, 370 m, 4.4.1900, leg. F. Wirtgen (PC); 93/79.
Asplenium trichomanes var. *Harovii* A affin - Cette part était dans une chemise portant le ci-dessus.
A. trichomanes var. *hastatum* Christ, Syn-Type, Determinavit: T. Reichstein, 14.10.1977. (15 Wedel, 8 eindeutig subsp. *hastatum*, 6 intraspezifische Hybriden und eine intraspezifische Hybride fraglich (nur eine Fieder vorhanden), det. S. Jeßen, 11.2.1991).

Bei vor Einführung der Typenmethode beschriebenen Taxa sind oft keine Holotypen bzw. Isotypen bezeichnet worden. In diesem Falle gibt es die Möglichkeit, aus den Syntypen (soweit Angaben vorhanden), einen Lectotypus auszuwählen (vgl. auch VOSS et al. 1983).

Aufgrund dessen, daß keine authentischen Belege gefunden werden konnten und die Fortführung der in Vergangenheit z.T. sehr unterschiedlichen Verwendung der Namen „*harovii*“, „*lobato-crenatum*“ und „*auriculatum*“ durch verschiedene Autoren leicht zur Verwirrung führen könnte, sollten diese besser als nicht sicher zu interpretierende Namen angesehen werden.

Da CHRIST (1900) für seine var. *hastatum* mehrere Lokalitäten nennt, eine zwar kurze aber zutreffende Beschreibung gibt und außerdem Belege gefunden werden konnten, die eindeutig zu subsp. *hastatum* gehören, soll dieser Name Verwendung finden. Als Lectotypen wurden die entsprechenden Belege von Pazzallo ausgewählt, die die Aufschrift „Herbar Christ“ tragen und höchstwahrscheinlich der Angabe „Pazzallo“ (CHRIST 1900) zugrunde gelegen haben.

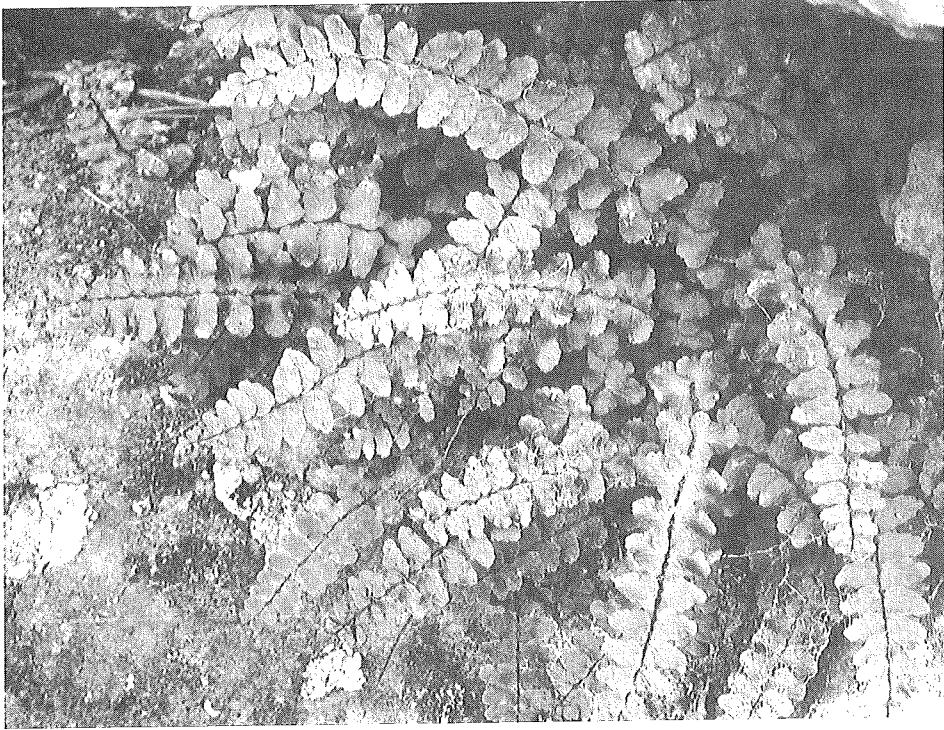


Abb. 1: *A. trichomanes* subsp. *hastatum*, SJ-808, Deutschland, Thüringen, Gleitsch bei Saalfeld, Zechsteinkalkfelsen.
Foto: 3.10.1990 S. Jeßen, Reproduktion K. Rasbach.

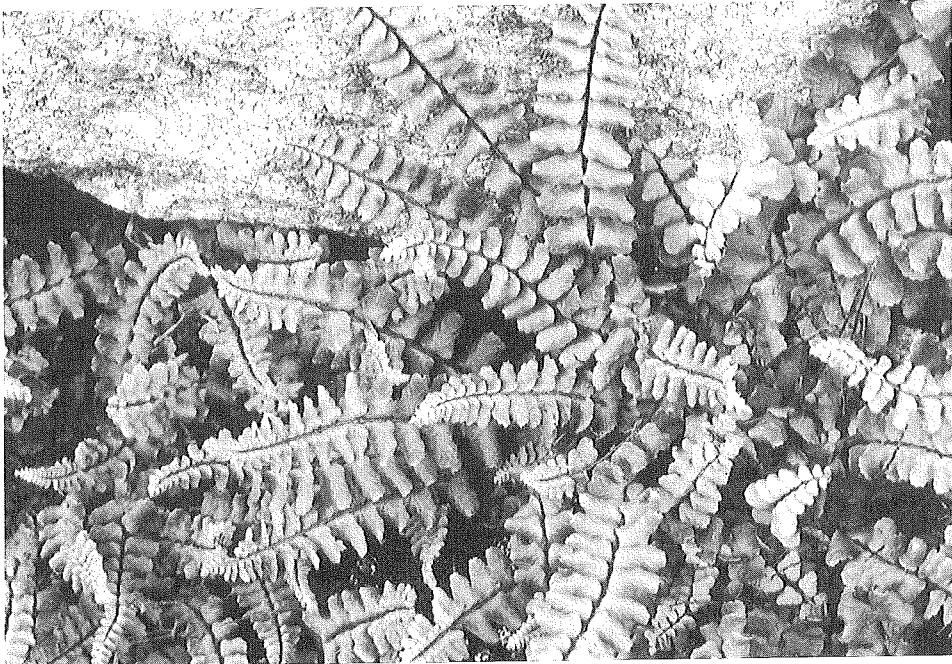


Abb. 2: *A. trichomanes* subsp. *hastatum*, SJ-810, Deutschland, Sachsen, Erzgebirge, Mauer in Grünhainichen. Foto:
23.9.1990 S. Jeßen, Reproduktion K. Rasbach.

Auf dem entsprechenden Bogen in PC fanden sich neben 8 Wedeln von subsp. *bastatum* auch 6 oder 7 Exemplare der genannten Hybride mit subsp. *quadrivalens*. Sie wurden einzeln unterschieden und gekennzeichnet (Abb. 3).

Es ist noch zu ergänzen, daß subsp. *bastatum* auch heute noch an den Mauern unterhalb und in Pazzallo bei Lugano zahlreich zusammen mit subsp. *quadrivalens* und der Hybride der beiden Sippen wächst (Überprüfung durch den Autor 1990, vgl. Verbreitungsangaben und Abb. 6).

3. Beschreibung und Typifizierung

Asplenium trichomanes L. subsp. *bastatum* (Christ) S. Jeßen, stat. nov.

Basionym: *Asplenium trichomanes* L. var. *bastatum* H. Christ (1900): Die Farnkräuter der Schweiz. Beitr. Kryptogamenfl. d. Schweiz 1(2): 92.

Typus: 4.4.1900, leg. F. Wirtgen, Herbarium Christ, 3. Februar 1910, Flora der Schweiz, Kant. Tessin; Paris (PC) 93/79, Lectotypus.

Locus: Lugano, an Mauern vor Pazzallo, Kalk, 370 m.

Derivatio: Nach der oft spießförmigen Form der Fiedern, besonders im unteren Teil der Spreite; *hasta* (lat.) = Spieß, Lanze.

Beschreibung: Wuchsform meist ± rosettenförmig, Wedel in der Regel trichterförmig angeordnet, von der Unterlage abstehend, selten (an trockenen Standorten) etwas angeschmiegt; fruchtbare Wedel 2,5 - 15 (-22) cm lang; Spreite meist breit und großflächig erscheinend, oberwärts oft durch lange, rechtwinklig abstehende Fiedern nur wenig verschmälert und mit 3-6-teiliger, rel. breiter, seltener wenigteiliger, kleinerer Endfieder endend; Rhachis mit 10-22 (-30) Fiederpaaren; Fiedern dichtgestellt, sich berührend, seltener etwas überdeckend oder wenig entfernt (an schattigen Standorten), gelb- bis dunkelgrün, oberseits fein glitzernd; unterste bis mittlere Fiedern oft spießförmig, beidseits geöhrt, fast dreieckig bis länglich-oval oder rechteckig; mittlere bis obere Fiedern 1,5-4 mal so lang wie breit; Fiederunterseiten wie bei subsp. *pachyrachis* besonders in Nähe des Stielansatzes mit vereinzelt bis zahlreichen mehrzelligen, weißlichen Drüsenhaaren mit verdickter, walzlicher oder kugelig, oft orangefarbener Endzelle; Blattstiel und Rhachis meist ± gerade, rel. dick und steif (an schattigen Standorten dünner); Spreuschuppen bis ca. 5 mm lang, mit dunkel- bis rotbraunem Mittelstreifen; Schließzellen (30)41-53(-55) µm, im Mittel 41-51 µm lang; Sporangien rel. lange geschlossen bleibend, mit schwärzlich-bis rötlichbraunen, später z.T. gelblichbraunen Anuluszellen; vollreife Sporen dunkel- bis gelbbraun, z.T. etwas durchscheinend (Binokular); Exosporlänge (32-)36-42(-50) µm, im Mittel 36-42 µm; Sporenoberfläche (REM) mit rel. weitmaschigem Leistennetz; Leisten meist rel. dünn aber hoch, geschwungen; zwischen den Perisporleisten liegende Felder glatt oder runzelig mit wenigen Spitzen (vgl. Abb. 4); Pflanzen tetraploid mit $2n = 144$, $n = 72$ ¹¹.

Ökologie und Verbreitung

A. trichomanes subsp. *bastatum* wächst meist lokal aber gesellig vor allem in Spalten, Löchern, Nischen und Höhlungen senkrechter, z.T. überhängender, lichter bis halbschattiger Kalk- und Dolomitfelsen und -blöcke, öfter auch an Mauern, selten an Sandsteinfelsen. Es besiedelt somit ganz ähnliche Standorte wie subsp. *pachyrachis*, mit dem es hin und wieder vergesellschaftet ist. Subsp. *bastatum* geht auch z.T. in moosreichere Spalten von Felsen und Blöcken über, während subsp. *pachyrachis* die meist schwach durch andere Pflanzen besiedelten senkrechten Wände kaum verläßt. Subsp. *quadrivalens* kommt an den verschiedensten Standorten hin bis zu moosigen, steinigen Waldhängen und Geröllhalden vor und kann selbst auf morschem, bereits stark verwittertem Holz angetroffen werden. Es scheint jedoch die nahezu kahlen Felswände eher zu meiden.

Asplenium lepidum und *A. seelosii*, für die senkrechte und überhängende Kalk- bzw. Dolomitfelswände als charakteristische Standorte gelten, finden sich in Mittel- und Südost-Europa nicht selten in Gesellschaft von *A. trichomanes* subsp. *bastatum*.

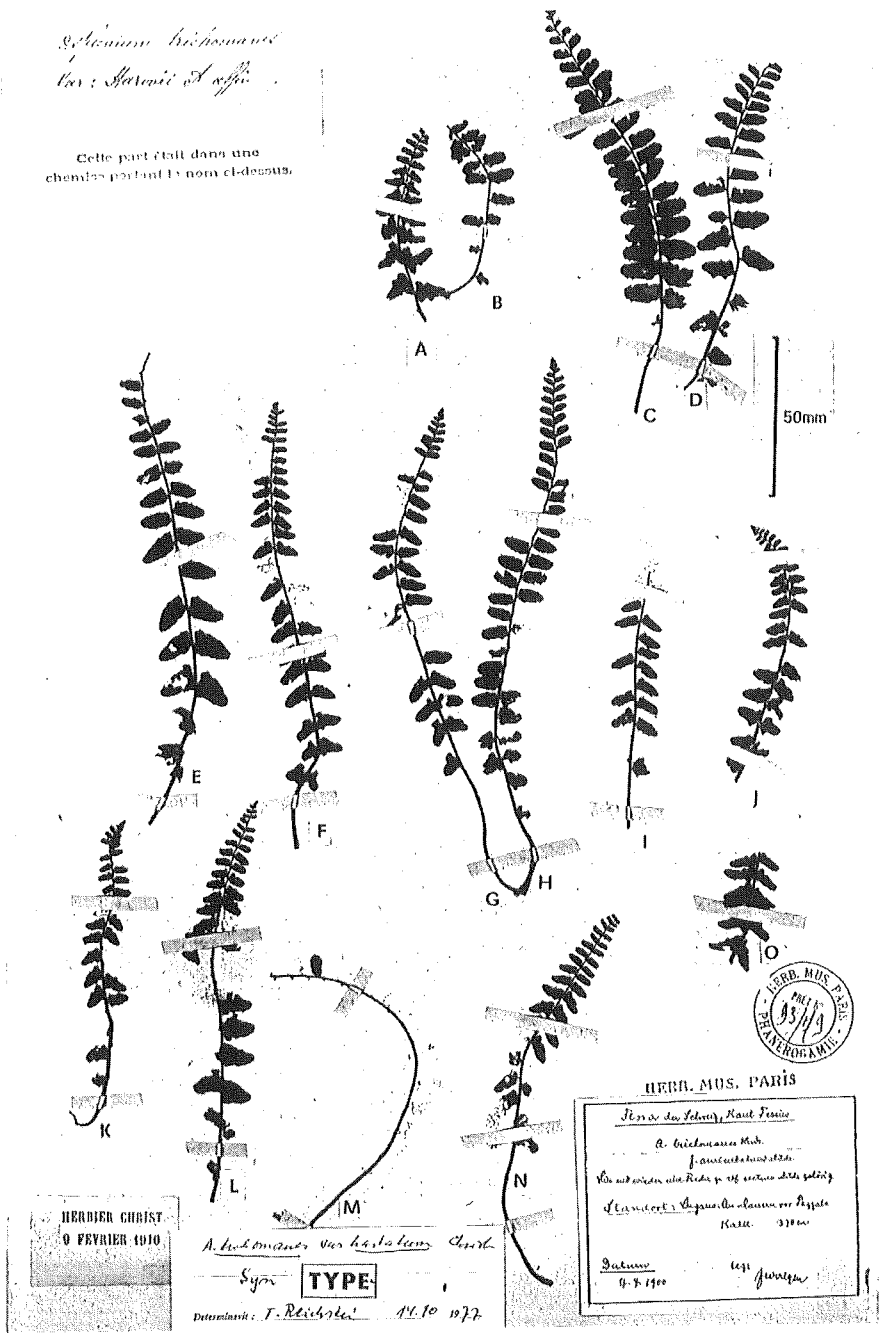


Abb. 3: Lectotypus von *A. trichomanes* var. *hastatum* Christ, Pazzallo, Herbarium Christ, leg. F. Wirtgen 4.4.1900 (Herb. Christ, PC); 8 Wedel subsp. *hastatum* (A, B, G, I, J, K, N, O); 6 Wedel nothosubsp. *lovisianum* (C, D, E, F, H, L); ein Wedel nothosubsp. *lovisianum* (?): M.

Die Vertikalverbreitung von subsp. *hastatum* reicht von planar (z.B. Jugoslawische Küste: Lošinj) bis in die mittlere, seltener obere montane Höhenstufe (Dolomiten noch bei 1730 m).

Nachweise von folgenden Fundorten in verschiedenen Ländern Europas liegen bisher vor:

- Abkürzungen: BHU – Herbarium der Humboldt-Universität Berlin
JE – Herbarium Haussknecht, Friedrich-Schiller-Universität Jena
PC – Herbarium Naturhistorisches Museum Paris
H.M. – Herbarium H. Melzer
Ras- – Belegnummer Herbarium H. & K. Rasbach
SJ- – Belegnummer Herbarium S. Jeßen
TR- – Belegnummer Herbarium T. Reichstein

Anmerkung: wenn bei einer SJ-Nummer nicht anders vermerkt, so ist der Sammler S. Jeßen.

Bulgarien:

1. Balkangebirge, Iskardurchbruch, Gara Lakatnik, schroffe Kalkfelsen, 15.7.1984 (SJ-963)
2. N-Balkangebirge, Kalkfelsen bei Gabrovo, 27.7.1986 (SJ-1689)
3. N-Balkangebirge, Mauer am Kloster Drjanovski Manastir, I. & S. Jeßen, 28.7.1986 (SJ-1690)
4. N-Balkangebirge, Kalkfelswände über dem Kloster Drjanovski Manastir, 28.7.1986 (SJ-1691, 1692)

Deutschland:

1. Thüringen, Saalfeld, Gipfel des Gleitsch, 400 m, Zechsteinkalk, 1974 etc. (Abb. 1) (SJ-808, -809); SJ-808: tetraploid, $n = 72^{\text{II}}$, det. H. Rasbach 28.9.1991 (Abb. 12)
2. Thüringen, Gleitsch, 20.6.1967, ex Herbarium F. Sachse (jetzt im Herb. der städt. Museen Gera, Nr. II A 568)
3. Thüringen, Döbritz bei Pößneck, Zechsteinkalk, 30.10.1978 (SJ-805)
4. Thüringen, Ranis bei Pößneck, Mauern in der Burg, 7.8.1980 (SJ-807)
5. Thüringen, Pößneck, Altenburg, Zechsteinkalk, 23.10.1980 (SJ-806)
6. Thüringen, Klostermauer von Schulpforte/Saale u. 661, 16.8.1956, Herb. S. Fröhner (BHU)
7. Sachsen, Zschopau, Mauer in Grünhainichen, 1974 (SJ-810) (Abb. 2)
8. Baden-Württemberg, Überkingen, Michelsberg, 720 m, W. Bennert, U. Peters, P. Aleksejew, 18.9.1985 (SJ-1620)
9. Baden-Württemberg, Ruine Hochburg bei Emmendingen, 346 m, zahlreich an gemörtelten Mauern aus Buntsandstein, H. & K. Rasbach 31.1.1993 (Ras, SJ-2301); tetraploid, det. H. Rasbach (in litt. 6.9.1993)
10. Bayern, Fränkische Schweiz, Kalkfelsen am Limberg W Obertrubach, 430 m, 9.6.1991 (SJ-2096) (Fundortangabe von W. Bennert)
11. Bayern, Fränkische Schweiz, Kalkfelsen an der Straße im Püttlachtal WSW Pottenstein, 9.6.1991 (SJ-2099)
12. Bayern, Fränkische Schweiz, Kalkfelsen „Weiherstaler Männchen“ bei Schüttersmühle, ca. 390 m, I. & S. Jeßen 30.4.1990
13. Bayern, Karlstein/Bad Reichenhall, H. Diekjobst, det. S. Jeßen (Herb. H. Diekjobst)
14. Bayern, Chiemgau, vom Achberg zur Gscheuerwand am Felsen mit Höhle im Wald, ca. 800 m, E. Geißler 14.7.1991 (SJ-2354)
15. Rheinland-Pfalz, Falkenburg/Wilgartswiesen, MTB 6713/III, S-seitige Felswand, Sandstein, C. Stark, 25.1.1989 (Herb. C. Stark)

Frankreich:

1. Alpes Haute Provence, Verdon-Schlucht, H. & K. Rasbach (Ras-332), 6.6.1983; $n = 72^{\text{II}}$, det. H. Rasbach
2. Comps-S- Artuby S der Gorges du Verdon, H. Diekjobst, 19.4.1984 (Herb. H. Diekjobst)
3. Samur, Dep. Maine et Loire, in Mauerritzen des Schlosses, H. Melzer 8.7.1986 (H.M., SJ-1911)
4. Hohenburg/Hirschthal, 1 km südl. der Deutsch-Französischen Grenze, am Aufstieg zum Bergfried vor oberstem Turmaufbau, C. Stark 12.11.1991 (Herb. C. Stark)
5. Lubéron, Kalkfelswände südöstl. bis südwestl. des Ferienheimes unter der Ruine (le Fort Ruines) südl. Buoux, C. Stark 10.4.1993 und 23.5.1993 (Herb. C. Stark, Nr. S.CH.-100493/02, 03, 05, 17, 28, 29, 80, 81; 230593/10, 11, 12, 13, 14, 17)

6. Lubéron, Kalkfelsen am Sträßchen nach Osten nahe der Ruine südl. Buoux, 405 m, G. Zenner, C. Stark 23.5.1993 (Herb. G. Zenner Nr. 23051993304, SJ-2349)

Griechenland:

1. 1 km südl. von Ano Faneri, tiefe Karstspalte, ca. 560 m, H. & K. Rasbach, R. Viane 7.5.1992 (Ras-826 = R. Viane-5165)

Italien:

1. Constantie XI 13, F. Wirtgen (als f. *auriculatum* Milde)(BHU)
2. Positano to Amalfi, steep bank along road to Amalfi, Kalk, C.J. de Joncheere 5.1961 (SJ-854 = TR-1641)
3. Itri, Kalkfelsen neben der Straße Nr. 82 gegen Cepiano, H.L. & T. Reichstein 9.10.1966 (SJ-1060 = TR-1800)
4. Alps of Bergamo, above Colere, ca. 1200 m, F. Mokri 12.6.1981; tetraploid (SJ-1062, 1063 = TR-5566, 5568)
5. Prov. Bergamo, Presolana oberhalb Colere, ca. 1200 m, H. & K. Rasbach 8.9.1984 (Ras-352a)
6. Trient, Salurner Klause, H. & K. Rasbach 12.9.1984 (Ras-382)
7. Trentino, Torbole, Gardasee, H. Diekjobst 6.1985 (Herb. H. Diekjobst)
8. Trentino, Riva, Gardasee, Polizeirat Bonta 2.4.1915 (als f. *auriculatum*) (BHU)
9. Südtirol, Weinbergmauer bei Meran, Entleutnez 6.1983 (als var. *harovii* Moore)(BHU)
10. Südtirol, Dolomiten, Kripes-Tal, ca. 1450 m, H. & K. Rasbach 20.7.1986 (Ras-493)
11. Südtirol, Dolomiten, Abtei-Tal bei Capanna Alpita, ca. 1730 m, H. & K. Rasbach 24.7.1986 (Ras-502)
12. Südtirol, Dolomiten, Pragser Wildsee bei Toblach, W-Ufer, ca. 1500 m, J. Hübl, S. Jeßen, J. Riethausen, C. Schmidt 22.8.1990 (SJ-2112)
13. Valganna-Grotte bei Varese, H. Diekjobst 21.8.1986 (Herb. H. Diekjobst)
14. Valganna-Schlucht bei Varese, Grotte, S. Jeßen, E. Kopp, G. Peroni, K. Rasbach, P. Vogel 15.7.1990 (SJ-2051)
15. Longarone bei Belluno, Mac-Schlucht, 450 m, S. Jeßen, J. Riethausen 24.8.1990 (SJ-2113)
16. Friaul-Julisch-Venetien, Fallatal (Canale di Ferro) in Chiusaforte, Mauer nahe Bahnhof, H. Melzer 4.9.1990 (H.M.)

Jugoslawien:

1. Insel Lošinj, Čikat-Bucht, H. & K. Rasbach 1.7.1986 (Ras-489)
2. Insel Brao, Kalkfelsen nahe Bobovisa, H. Melzer 22.3.1989 (H.M., SJ-1908)
3. Mali Lošinj, buschige Felsen, H. Melzer 16.2.1989 (H.M., SJ-1907)
4. zwischen Mali und Veli Lošinj, H. & K. Rasbach (Ras-492)
5. Kroatien, Quarnerische Inseln, Lošinj (Lussin), Bucht von Čikat, Natursteinmauer nahe dem Denkmal, H. Melzer 19.8.1989 (H.M.)

Österreich:

1. Steiermark, Judenburg, nahe der Ruine Liechtenstein, H. Melzer 15.9.1979 (H.M., SJ-895)
2. Steiermark, Judenburg, zwischen der Ruine Liechtenstein und Wöllmersdorf, 800 m, H. Melzer 4.11.1982 (H.M., SJ-892)
3. Steiermark, Judenburg, gegen den Gipfel des Liechtensteinberges, 900 m, H. Melzer 4.11.1982 (H.M., SJ-893)
4. Steiermark, Judenburg, unter der Ruine Liechtenstein, 760 m, H. Melzer 6.11.1982 (H.M., SJ-894)
5. Steiermark, Judenburg, an einer Mauer, H. Melzer 12.10.1983 (H.M., SJ-883)
6. Steiermark, Judenburg, nahe der Ruine Liechtenstein, H. Melzer 7.10.1983 (H.M., SJ-884)
7. Steiermark, Judenburg, östl. Umgebung der Ruine Liechtenstein, 800 m, H. Melzer 7.10.1983 (H.M., SJ-885)
8. Steiermark, Judenburg, Tormauer der Ruine Liechtenstein, 800 m, H. Melzer 7.10.1983 (H.M., SJ-886)
9. Steiermark, Judenburg, unter der Ruine Liechtenstein, 780 m, H. Melzer 7.10.1983 (H.M., SJ-887)
10. Steiermark, Judenburg, Kalkfelsen in der Ruine Liechtenstein, H. Melzer 7.10.1983 (H.M., SJ-888)
11. Steiermark, Judenburg, westl. der Ruine Liechtenstein, 850 m, H. Melzer 7.10.1983 (H.M., SJ-889)

12. Steiermark, Judenburg, westl. der Ruine Liechtenstein, 840 m, H. Melzer 7.10.1983 (H.M., SJ-890)
13. Steiermark, Judenburg, nordwestl. der Ruine Liechtenstein, 850 m, H. Melzer 7.10.1983 (H.M., SJ-891)
14. Steiermark, Judenburg, östl. der Ruine Liechtenstein mit *A. x adulteriniforme*, H. Melzer 7.10.1983 (H.M., SJ-896)
15. Steiermark, Judenburg, Liechtensteinberg, S. Jeßen, H. Melzer, H. Wagner 15.9.1987 (SJ-1758)
16. Steiermark, Judenburg, im Oberweggraben in der Umgebung der Grotte an Kalkfelsen, H. Melzer 14.1.1987 (H.M.)
17. Steiermark, Kanzel bei Graz, H. Melzer 12.11.1961 (H.M., SJ-1987)
18. Steiermark, Graz, Stützmauer Schloßberg, H. Melzer 18.11.1983 (H.M., SJ-902)
19. Steiermark, Grazer Bergland, Peggauer Wand, H. Melzer 16.10.1983 (H.M., SJ-897)
20. Steiermark, Grazer Bergland, in der Weizklamm an schattigen Kalkfelsen nahe dem Rabloch, H. Melzer 12.6.1986 (H.M.)
21. Steiermark, Müritzsteg, Felsen bei der Brücke bei Lanau, 25.10.1990 (SJ-2083)
22. Steiermark, NW Leoben bei St. Peter-Freienstein, H. Melzer 26.10.1983 (H.M., SJ-898)
23. Steiermark, Eisenerzer Alpen, Kalkfelswand bei Radmer, H. Melzer 8.10.1978 (H.M., SJ-899)
24. Steiermark, Liesingtal, Ruine Kammerstein, H. Melzer 22.4.1979 (H.M., SJ-900)
25. Steiermark, Hochschwab, NW Aflenz, Fölzklamm, 850 m, H. Melzer 16.10.1977 (H.M., SJ-901)
26. Steiermark, Totes Gebirge, überhängender Fels bei Pürgg, H. Diekjobst 5.8.1987 (Herb. Diekjobst)
27. Steiermark, Totes Gebirge, überhängender Fels oberhalb Burg Wörschau, H. Diekjobst 4.8.1987 (Herb. Diekjobst)
28. Steiermark, Tragöß, Meßnerin, Pillsteiner Mauern, Dolomit, S. Jeßen, H. Melzer, H. Wagner 17.9.1987 (SJ-1759)
29. Steiermark, Tragöß, Meßnerin, Felsen gegenüber den Pillsteiner Mauern, S. Jeßen, H. Melzer, H. Wagner 17.9.1987 (SJ-1765)
30. Niederösterreich, Thermenalpen, NW Pernitz, Hirschwände, 600 m, H. Melzer 3.10.1977 (H.M., SJ-903)
31. Niederösterreich, Semmeringgebiet, Falkensteinwand, S. Jeßen, H. Melzer, H. Wagner 12.9.1987 (SJ-1755)
32. Niederösterreich, Semmeringgebiet, in den Adlitzgräben, klammartiger Teil, H. Melzer 9.9.1989 (H.M., SJ-2340)
33. Niederösterreich, Semmeringgebiet, Ruine Klamm, N-Seite, Kalkfels, H. Melzer 9.11.1989 (H.M., SJ-2341)
34. Niederösterreich, Gutenstein, Lange Brücke, H. Diekjobst VI.1984 (Herb. Diekjobst)
35. Kärnten, Weißbriach, Gössering, 900 m, S. Jeßen, H. Melzer, H. Wagner 13.9.1987 (SJ-1756)
36. Kärnten, Ferlacher Horn bei Waidisch, Dolomit, 870 m, P. Franz, S. Jeßen, H. Melzer, H. Wagner 13.9.1987 (SJ-1757)
37. Kärnten, Warmbad Villach, an der Schwarzen Wand ober der Napoleonwiese in Ritzen eines Kalkblockes, H. Melzer 16.4.1989 (H.M.)
38. Kärnten, Kazianiberg bei Finkenstein, H. Melzer 11.10.1987 (H.M., SJ-1985)
39. Kärnten, Karawanken, S-Seite d. Setitsche, Kalkbrekzienfels, 1350 m, H. Melzer 4.10.1989 (H.M., SJ-2334, 2335)
40. Kärnten, Karawanken, S-Seite d. Setitsche, 1450 m, Kalkbrekzienwand, H. Melzer 4.10.1989 (H.M., SJ-2339)
41. Kärnten, Karawanken, Wabutschnikgraben bei Zellpfarre, 660 m, H. Melzer 4.10.1989 (H.M., SJ-2336)
42. Kärnten, Karawanken, Tal südl. Globasnitz an der Westseite der Petzen, H. Melzer 18.10.1989 (H.M., SJ-2338)
43. Kärnten, Karawanken, Petzengebiet, Bachtal südl. Globasnitz, 600 m, Kalk, I. & S. Jeßen 13.10.1991 (SJ-2190/1-2, Abb. 8)

Polen

1. Tatra, Nosal bei Zakopane, L. Wisniewski 24.7.1963 (BHU)

Rumänien:

1. Bucegi-Gebirge W Buşteni, Jepilor-Tal, 1075 m, Kalk, 28.8.1982 (SJ-815)
2. Herkulesbad, Cerna-Tal, 500-600 m, Kalk, I. & S. Jeßen 14.7.1986 (SJ-1694)
3. Turda, Cheile Turzii, 350 m, Kalk, I. & S. Jeßen 30.7.1986 (SJ-1695)

Schweiz:

1. Kt. Aargau, Ramsfluh, 650 m, J.D. Lovis, T. Reichstein 17.9.1963 (SJ-1059 = TR-980)
2. Kt. Aargau, Ramsfluh bei Erlinsbach, S. Jeßen, H. & K. Rasbach, T. Reichstein 5.9.1989 (SJ-1929)
3. Kt. Aargau, Ramsfluh bei Erlinsbach, S. Jeßen, H. & K. Rasbach 29.7.1991 (SJ-2171/2 = Ras-788), tetraploid, det. H. Rasbach
4. Kt. Aargau, Ramsfluh bei Erlinsbach, S. Jeßen, H. & K. Rasbach 29.7.1991 (SJ-2172 = Ras-790), tetraploid, n = 72ⁿ, det. H. Rasbach
5. Kt. Aargau, Kalkfelsen über der Straße südl. Buckten, ca. 500 m, S. Jeßen, H. & K. Rasbach 29.7.1991 (SJ-2174)
6. Kt. St. Gallen, Serenbach, Walensee, N-side, rocks on left side of the brook, Kempter 17.11.1963 (SJ-946 = TR-1069) (als var. *harovii* Milde lusus *harovii* Christ)
7. Kt. Bern, Berner Oberland, Innertkirchen, Urbachtal bei Unterstock, Kalkfelswand N über Sandey, 890 m, 21.7.1992 (SJ-2268, entdeckt von C. Stark)
8. Kt. Solothurn, Hägendorf, Tüfelsschlucht, unterhalb Chanzelflue, Fels oberhalb der Straße, 650 m, Koord. 62930/24387, J. J. Schneller 31.12.1989 (Herb. J. J. Schneller)
9. Kt. Solothurn, Balsthal, St. Wolfgang, auf Fels gegenüber Ruine Falkenstein, 530 m, Koord. 62038/24135, J. J. Schneller 1.1.1990 (Herb. J. J. Schneller)
10. Kt. Tessin, Mauer in Osogna, I. & S. Jeßen 22.7.1991 (SJ-2144)
11. Kt. Tessin, Ponte Tresa, Kellermauer, I. & S. Jeßen 23.7.1991 (SJ-2147)
12. Kt. Tessin, Lugano, Mauer am Viottalo Tassino, Kalk, 300 m, F. Wirtgen 10.2.1900 (als f. *auriculatum* Milde); Herb. Wirtgen 6561 (BHU)
13. Kt. Tessin, Lugano, an einer alten Mauer zu Brenano, am Wege nach S. Tietro Pambio, Kalk, 300 m, F. Wirtgen 8.3.1900 (als f. *auriculatum* Milde); Herb. Wirtgen 6562 (BHU)
14. Kt. Tessin, Lugano, an einer Mauer zu Pazzallo, F. Wirtgen 8.3.1900 (als f. *auriculatum* Milde); Herb. Wirtgen 6560 (PC 93/79)
15. Kt. Tessin, Lugano, an Mauern vor Pazzallo, Kalk, 370 m, F. Wirtgen 4.4.1900 (als f. *auriculatum* Milde); Herb. Christ (PC 93/79) (Abb. 3)
16. Kt. Tessin, Lugano, Mauer nördl. unterhalb Pazzallo, 380 m, I. & S. Jeßen 24.7.1991 (SJ-2161) (Abb. 6)
17. Kt. Tessin, Lugano, Mauer in Pazzallo, 420 m, I. & S. Jeßen 24.7.1991 (SJ-2164)
18. Kt. Tessin, Cugnasco bei Bellinzona, Mauer in Sciarana, 260 m, 29.7.1993 (SJ-2317)

Slowakische Republik:

1. Malé Karpaty, Kalkfelsen S Buková, 6.10.1982 (SJ-811)
2. Malé Karpaty, Mauern der Ruine Ostrý Kamen bei Buková, 6.10.1982 (SJ-812)
3. Malá Vatra, Vratna dolina, Tiesňavy südl. Terchova, 600-650 m, Kalkfelsen, I. & S. Jeßen 25.8.1985 (SJ-1351)
4. Žilina, Ruinenmauern und Felsen bei Strečno, I. & S. Jeßen 7.10.1982 (SJ-126)
5. Žilina, Mauern der Ruine Starý hrad, I. & S. Jeßen 8.10.1982 (SJ-814)
6. Trenčín, Kalkfelsen NO unter der Burg, 7.10.1982 (SJ-813)
7. Trenčín, Kalkfelsen SO des Burgberges, 26.8.1985 (SJ-1355)
8. Ružomberok, Bórová hora über Hrboltova, ca. 730 m, I. & S. Jeßen 18.8.1985 (SJ-1318)
9. Slovenský Ray, Hrabušice, Hornád-Tal, Prielom Hornádu, 450 m, Kalkfelswand, I. & S. Jeßen 19.8.1985 (SJ-1328)
10. Slovenský Ray, Spišská nova Ves, Hornád-Tal, I. & S. Jeßen 20.8.1985 (SJ-1330)
11. Slovenský Ray, Spišske Tomášovce, Hornád-Tal, I. & S. Jeßen 20.8.1985 (SJ-1331)
12. Slovenský Ray, Stratená, Kalkfelsen NNW, 950 m, 21.8.1985 (SJ-1332)
13. Slovenský Ray, Stratená, Krivian, 850 m, 17.7.1989 (SJ-1918)
14. Slovenský Ray, zwischen Stratená und Stratenská pila, Kalkfelsen, 820 m, 18.7.1989 (SJ-1919)
15. Slovenský Ray, Stratená, Ostrá Skala, Kalkfelsen, 950 m, 18.7.1989 (SJ-1920)
16. Slovenský Ray, Hrabušice, Kamenné Vratá, Kalkfelsen, 750 m, I. & S. Jeßen 19.7.1989 (SJ-1921)
17. Slovenský Kras, Rožňava, Slavec, Vysoké bralo, Kalkfelsen, I. & S. Jeßen 21.8.1985 (SJ-1335)
18. Slovenský Kras, Slavec bei Rožňava, Drienovec, 25.7.1989 (SJ-1925)
19. Slovenský Kras, Burgmauern Turniansky hrad, 350 m, I. & S. Jeßen 21.7.1989 (SJ-1922)
20. Slovenský Kras, Zádielska dolina, 350 m, Kalkfelsen, I. & S. Jeßen 23./24.8.1985 (SJ-1337)
21. Slovenské Rudohorie, Murán, Martinova dolina, ca. 600 m, I. & S. Jeßen 26.7.1989 (SJ-1927)

Tschechische Republik:

1. Mährischer Karst, Kalkfelsen im Pustý žleb bei der Punkva-Höhle, ca. 350 m, 7.10.1982 (SJ-816)(Abb. 7)
2. Mährischer Karst, Suchý žleb, senkrechte Kalkfelsen,, I. & S. Jeßen 27.8.1985 (SJ-1358)
3. Mähren, Mauern der Burg Buchlov bei Buchlovice, I. & S. Jeßen 17.8.1985 (SJ-1316)
4. S-Mähren, Pavlov-Berge W Pavlov, 350 m, Kalkfelsen, I. & S. Jeßen 3.8.1986 (SJ-1693)

Ungarn:

1. Aggtelek N Putnock, schroffe Kalkfelsen, 340 m, 25.7.1989 (SJ-1923)

4. Material und Methoden

Neben der Revision von Herbarbelegen dienten zahlreiche gezielte Exkursionen zu *A. trichomanes*-Fundorten der Untersuchung der morphologischen Variationsbreite, des ökologischen und pflanzengeographischen Verhaltens von subsp. *bastatum* sowie der Suche nach möglichen intra- und interspezifischen Hybriden. Verschiedentlich wurden Pflanzen entnommen und in Chemnitz kultiviert. Diese und Pflanzen am natürlichen Standort dienten als Ausgangsmaterial zur Untersuchung von Sporen (REM-Vergrößerung in Bochum) und Herstellung von Fixierungen von Sporenmutterzellen. Die Herstellung der Präparate und die Analysen der Paarungsverhältnisse in der Meiose erfolgten in Glottertal und Zürich.

4.1. Zur cytologischen Methodik (von H. RASBACH)

Die cytologischen Untersuchungen wurden nach der Methode von MANTON (1950) durchgeführt: Teile von Wedeln mit unreifen Sporangien werden in einer frisch bereiteten Lösung aus absolutem Alkohol und Eisessig im Verhältnis 1 : 3 fixiert. Nach 24 Stunden Lagerung bei -5 bis -15° wird die Lösung erneuert und nach drei bis fünf Tagen zum Versand durch 70% Alkohol ersetzt. Dadurch wird die Zersetzung des Materials bei höheren Temperaturen während des Transportes verhindert. Die von den Fiedern abgelösten Sporangien werden mit Karminessigsäure gefärbt und die Chromosomen in den Sporenmutterzellen werden in einem Quetschpräparat ausgebreitet. Die Analyse der Chromosomen erfolgt bei 1000facher Vergrößerung (Abb. 12-16).

Nach Auskunft von H. Rasbach wurden in den Fixierungen der von ihr untersuchten Hybriden keine optimal ausgebreiteten Sporenmutterzellen gefunden. Sie hält es deshalb für wünschenswert, weitere Untersuchungen an anderen Pflanzen zu machen, um die Resultate zu präzisieren. Dies ganz besonders deshalb, weil es sehr schwierig ist, das Vorhandensein oder Fehlen von multivalenten Chromosomen festzustellen. Der sichere Nachweis von multivalenten Chromosomen in der Meiose von Hybriden hat eine besondere Bedeutung für die Genomanalysen, d.h. für die verwandtschaftlichen Beziehungen verschiedener Sippen untereinander (RASBACH et al. 1991).

5. Unterscheidung

Da die Unterarten von *A. trichomanes* eine gewisse Variabilität zeigen, bereitet die Unterscheidung selbst Experten zuweilen Schwierigkeiten.

Nach oben wenig verschmälerte Blattspreiten mit z.T. breiter, mehrteiliger Endfieder bei subsp. *bastatum* geben nicht selten Anlaß zur Verwechslung mit subsp. *inexpectans*, von dem es durch größere Sporen und Schließzellen, im Zweifelsfall durch Chromosomenzählung zu unterscheiden ist.

Auch eine Verwechslung mit subsp. *pachyrachis* ist möglich. Subsp. *bastatum* fehlt jedoch der Unterlage seesternartig angeschmiegte Wuchs; die Zähnung der Fiederränder erinnert in der Regel mehr an diejenige bei subsp. *quadri-valens*, die Färbung der Blattoberflächen tendiert zu gelbgrün (bei subsp. *pachyrachis* zu blaugrün) und die Sporen erscheinen dunkler und nur selten etwas durchscheinend (frische, vollreife Sporen !), während für subsp. *pachyrachis* bernsteinfarbige, ± durchscheinende Sporen charakteristisch sind (Binokular !).

Von subsp. *quadri-valens* läßt sich subsp. *bastatum* meist relativ gut durch die Form der Fiedern (bei subsp. *quadri-valens* ± rundlich-eiförmig), das Vorhandensein von Kopfdrüsenhaaren auf den Fiederunterseiten und die kürzeren Spreiten mit geringerer Anzahl an Fiederpaaren (bei subsp. *quadri-valens* bis zu 32 und mehr) unterscheiden.

Rasterelektronenmikroskop (REM)- Aufnahmen der Sporen verschiedener *A. trichomanes*-Unterarten aus Schweden (TIGERSCHÖLD 1980, 1981) und von Mallorca (CUBAS, ROSELLO & PANGUA 1989) wurden bereits publiziert. Die Untersuchung von Sporen jeweils mehrerer verschiedener Populationen der fünf mitteleuropäischen *A. trichomanes*-Unterarten durch Herrn Dr. Bennert (Bochum) erbrachte folgende Unterschiede in der Sporenoberflächenstruktur (Abb. 4):

subsp. *trichomanes*: Perisporleistennetz relativ weitmaschig; Leisten dünn aber hoch, ± zusammenhängend; Felder zwischen den Leisten ziemlich groß, fast glatt oder mit zerstreuten kleinen Spitzen

subsp. *inexpectans*: Leistennetz engmaschig; Leisten kräftig und hoch, kurz abgeschnitten und stachelig; Felder klein, runzelig oder stachelig

subsp. *quadri-valens*: Leistennetz relativ engmaschig; Leisten kräftig und hoch, verwinkelt, zusammenhängend und mit Seitenausläufern; Felder klein bis rel. groß, runzelig oder mit Spitzen versehen

subsp. *pachyrachis*: Leistennetz weitmaschig; Leisten wenige, relativ dünn und niedrig, geschwungen; Felder groß, glatt oder mit einigen kurzen, geschwungenen, niedrigen Leisten

subsp. *bastatum*: Leistennetz meist weitmaschig; Leisten relativ dünn aber hoch, geschwungen; Felder groß, oft glatt oder mit wenigen Spitzen, sonst runzelig.

Um die Variationsbreite der Sporenoberflächenstruktur der fünf Unterarten besser erfassen zu können, wäre die Untersuchung möglichst vieler Populationen erforderlich. Auch weitere mikromorphologische Untersuchungen, z.B. der Zellstruktur der Blattoberflächen, wären anstrebenswert.

6. Intraspezifische Hybriden

Werden in der Natur reife Pflanzen mit überwiegend schwärzlichem, krümeligem Sporangieninhalt gefunden, so weist dies in der Regel auf eine Hybride mit abortierten Sporen hin (vgl. Abb. 10 und 11). Es gibt auch Pflanzen reiner Sippen, die teilweise abortierte Sporen zeigen. Diese sind aber selten, und der Anteil normal entwickelter Sporen beträgt meist mehr als 50%.

Um eine richtige Zuordnung zur entsprechenden intraspezifischen Hybride treffen zu können, ist das Studium der in der Nähe wachsenden Unterarten von *A. trichomanes* erforderlich.

Aus Europa sind bisher folgende intraspezifische Hybriden von *A. trichomanes* mit abortierten Sporen und gestörter Meiose benannt worden:

A. trichomanes nothosubsp. *lusaticum* (D.E. Meyer) Lawalree (vgl. Meyer 1958) = subsp. *quadri-valens* x subsp. *trichomanes*

A. trichomanes nothosubsp. *staufferi* Lovis et Reichstein (1985) = subsp. *pachyrachis* x subsp. *quadri-valens*

A. trichomanes nothosubsp. *lucanum* Cubas, Rosello & Pangua (1989) (= *A. trichomanes* nothosubsp. *melzeri* Lovis, Rasbach & Reichstein 1989) = subsp. *inexpectans* x subsp. *quadri-valens*

A. trichomanes nothosubsp. *malacitense* H. Rasbach, K. Rasbach, T. Reichstein & W. Bennert (1990, 1991) = subsp. *coriaceifolium* x subsp. *inexpectans*

A. trichomanes nothosubsp. *barreraense* H. Rasbach, K. Rasbach, T. Reichstein & W. Bennert (1990, 1991) = subsp. *coriaceifolium* x subsp. *quadri-valens*

Nachfolgend werden vier weitere in der Natur gefundene und cytologisch untersuchte intraspezifische Hybriden beschrieben.

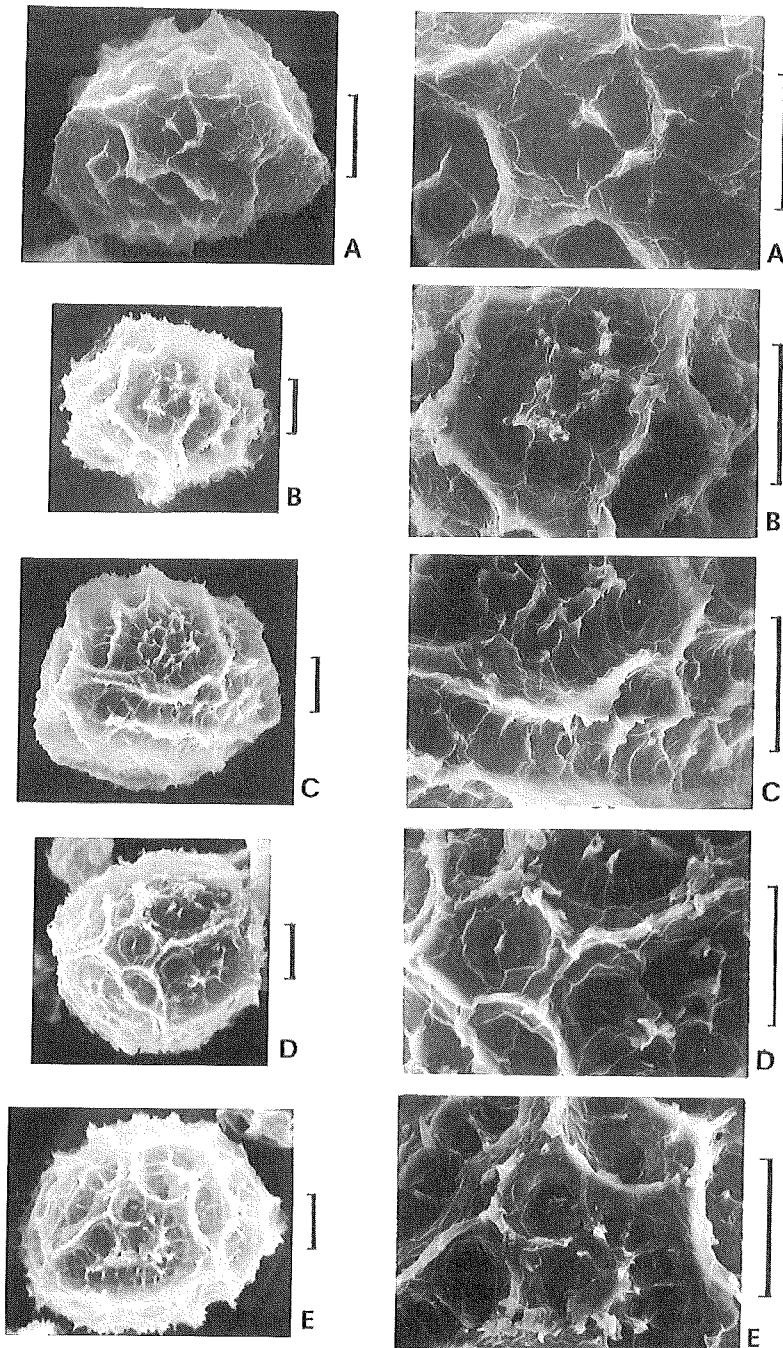


Abb. 4: REM-Aufnahmen von Sporen der 5 mitteleuropäischen *A. trichomanes*-Unterarten (Maßstab = 10 µm).
 Aufnahmen: H.W. Bennert.
 A: *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*, SJ-801, Slowakische Republik, Žilina, Ruine Starý hrad.
 B: *A. trichomanes* subsp. *inexpectans*, SJ-859, Steiermark, Mixnitzgraben.
 C: *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*, SJ-682/14, Thüringen, Bad Liebenstein, Altensteiner Felsen.
 D: *A. trichomanes* subsp. *pachyachis*, SJ-822, Mährischer Karst, Pustý žleb.
 E: *A. trichomanes* subsp. *bastatum*, SJ-810, Erzgebirge, Grünhainichen.

6.1. *Asplenium trichomanes* L. nothosubsp. *lovisianum* S. Jeßen nothosubsp. nova (= *A. trichomanes* subsp. *hastatum* x subsp. *quadrivalens*)

Diagnose: Planta hybrida, media inter parentes, scilicet subsp. *hastatum* et subsp. *quadrivalens*; frondes 10-20(-30) cm longae; pinnae oblongae vel hastato-biauriculatae; sporae plurimae abortivae; planta tetraploidea, numerus chromosomaticus $2n = 144$, meiosi tetraivalentibus 0-3, trivalentibus 0-12, paribus 28-51 et univalentibus 20-52.

Holotypus: 17.9.1963, leg. J.D. Lovis & R. Reichstein (TR-982, JE), kult. in Basel und 1964 cytologisch untersucht von J. D. Lovis; Isotypen: Originalwedel derselben Pflanze vom selben Datum, Herbarium T. Reichstein (TR-982); zwei Pflanzen desselben Stockes nach Kultur in Basel geteilt, gepreßt am 12.11.1984, Herbarium T. Reichstein (TR-982) und Herbarium S. Jeßen (SJ-1064/2); Wedel derselben Pflanze nach Kultur in Basel gepreßt am 14.12.1981, Herbarium S. Jeßen (SJ-1064/1 = TR 982).

Locus: Schweiz, Kt. Aargau: nach Norden gerichtete Kalkfelsen westlich des Standortes von subsp. *pachyrachis* und nothosubsp. *staufferi* (vgl. LOVIS & REICHSTEIN 1985) an der Ramsfluh oberhalb Erlinsbach, ca. 650 m; mehrere Exemplare zwischen den Eltern.

Derivatio: Herrn Prof. J.D. Lovis, Christchurch, gewidmet. Er hat schon 1963 zusammen mit Prof. T. Reichstein sowohl die subsp. *hastatum* als auch diese Hybride entdeckt und erstmals cytologisch untersucht.

Verbreitung: *A. trichomanes* nothosubsp. *lovisianum* ist die verbreitetste der vier hier beschriebenen intraspezifischen Hybriden. Sie entsteht offenbar leicht und findet sich fast stets einzeln verstreut an den Orten, wo die Elternsippen gemeinsam vorkommen.

Deutschland:

1. Thüringen, Pößneck, Altenburg, S. Jeßen 8.10.1977 (SJ-832, 834)
2. Thüringen, Saalfeld, Gipfel des Gleitsch, Zechsteinkalk, 400 m, 14.9.1980 (SJ-833)
3. Bayern, Fränkische Schweiz, Kalkfelsen am Limberg W Obertrubach, 430 m, I. & S. Jeßen 30.4.1990 (SJ-2042), tetraploid, $n = ca. 0-1^{III}, 46-51^{II}, 39-52^I$, det. H. Rasbach (in litt. 26.11.1992)(Abb. 13)
4. Baden-Württemberg, Ruine Hochburg bei Emmendingen, 346 m, gemörtelte Buntsandsteinmauern; schätzungsweise an die 100 Hybriden zwischen mehreren hundert Pflanzen der Eltern; leg. et det. H. & K. Rasbach 31.1.1993 (Ras, SJ-2302); 4 Pflanzen untersucht: tetraploid, $n = ca. 5-12^{III}, 28-40^{II}, 20-39^I$, gelegentlich $1-3^{IV}$ (H. Rasbach in litt. 6.9.1993)

Italien:

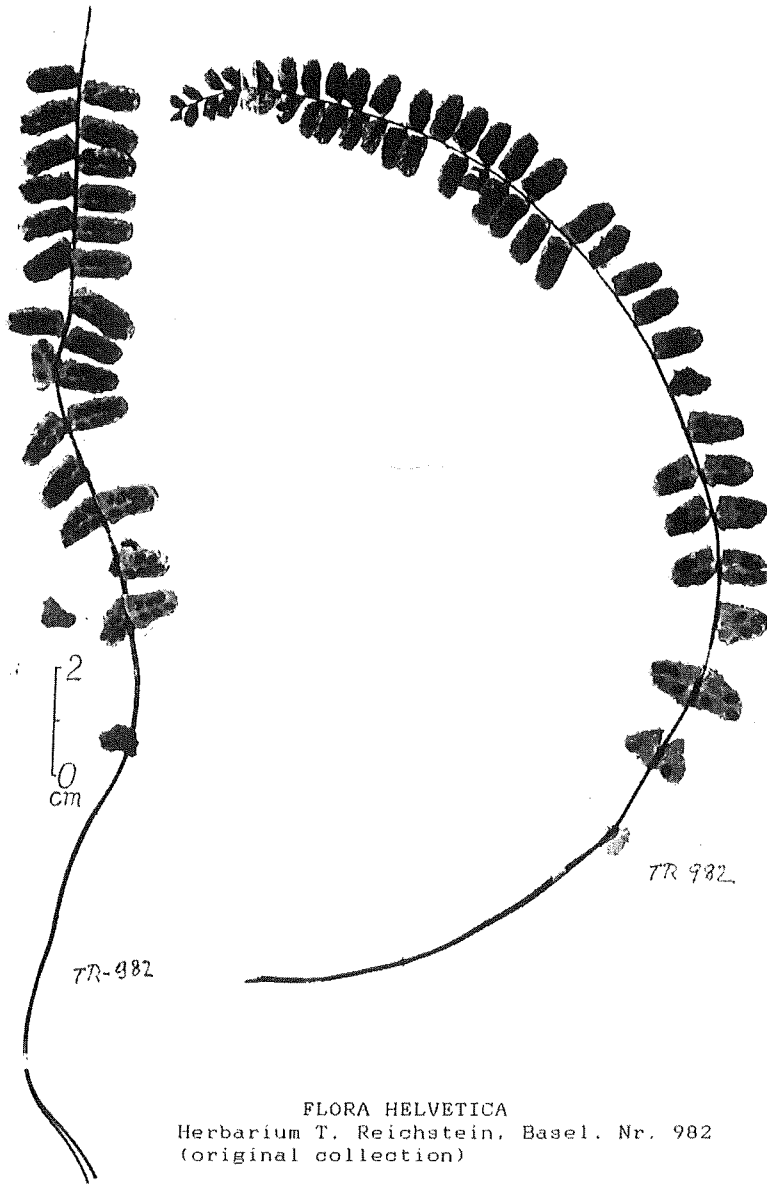
1. Longarone bei Belluno, Mae-Schlucht, 450 m, Dolomit, S. Jeßen & J. Riethausen 24.8.1990 (SJ-2115)
2. Valganna-Schlucht bei Varese, Tal oberhalb der Grotte, 23.7.1991 (SJ-2153)

Österreich:

1. Steiermark, Judenburg, Liechtensteinberg, Tormauer der Ruine, 800 m, H. Melzer 7.10.1983 (H.M., SJ-907)
2. Steiermark, in Judenburg an einer Mauer, H. Melzer 12.10.1983 (H.M.; SJ-915)
3. Steiermark, Grazer Bergland, Peggauer Wand, H. Melzer 16.10.1983 (H.M., SJ-916)
4. Steiermark, Graz, Stützmauer auf dem Schloßberg, H. Melzer 18.11.1983 (H.M., SJ-917)
5. Steiermark, NW Leoben bei St. Peter-Freienstein, H. Melzer 26.10.1983 (H.M., SJ-919)
6. Kärnten, Ferlacher Horn bei Waidisch, 870 m, Dolomit, S. Jeßen, H. Melzer, P. Franz, H. Wagner 13.9.1987 (SJ-1767)

Schweiz:

1. Kt. Aargau, Ramsfluh bei Erlinsbach, J.D. Lovis, T. Reichstein 17.9.1963 (TR-982 = SJ-1064) (Abb. 5); tetraploid, $n = ca. 60^{II}$ und $ca. 24^I$, det. J.D. Lovis 17.6.1964.
2. Kt. Aargau, Ramsfluh bei Erlinsbach, S. Jeßen, H. & K. Rasbach, T. Reichstein 5.9.1989 (SJ-1988)
3. Kt. Aargau, Ramsfluh bei Erlinsbach, S. Jeßen, H. & K. Rasbach 29.7.1991 (Ras-791, SJ-2171/1)
4. Kt. Aargau, Baden, Brunnmatt, Tüfels-Chäller, auf Nagelflüh, 460 m, Koord. 66599/25722, J. J. Schneller 8.1.1990 (Herb. J. J. Schneller)



FLORA HELVETICA
 Herbarium T. Reichstein, Basel. Nr. 982
 (original collection)

Tetraploid intraspecific hybrid of A. trichomanes
 L. subsp. hastatum (Christ) S. Jessen with
A. trichomanes L. subsp. quadrivalens D.E. Meyer.
 Kanton Aargau, Ramsfluh above Erlinsbach,
 border between forest floor and limestone rocks in
 shade at c. 650 m alt., between the parents. Plant
 collected living and cult. in Basel. Cytol.
 examination (J.D.Lovis 17-VI-1964) proved the
 tetraploid state and showed $n = c. 60$ pairs in
 meiosis, the remaining c. 24 chromosomes appeared
 as univalents.

coll. and pressed 17 Sept. 1963 J. D. Lovis v. T. Reichstein

Abb. 5: *A. trichomanes* nothosubsp. *louisianum*, TR-982 (Holotypus).

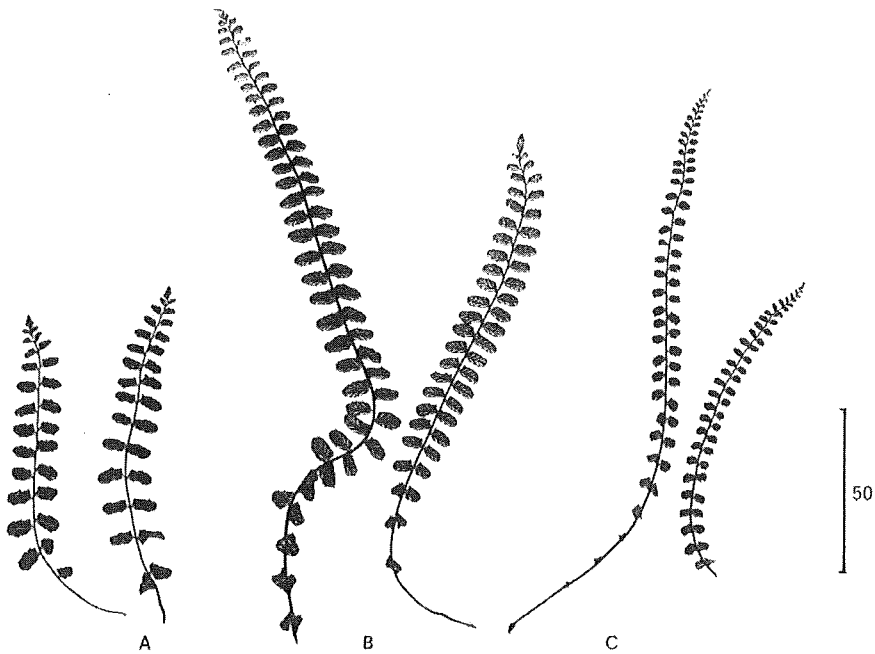


Abb. 6: *A. trichomanes*-Belege aus der Schweiz: Tessin, Pazzallo bei Lugano, 380 m.
 A: *A. trichomanes* subsp. *hastatum*, SJ-2161.
 B: *A. trichomanes* nothosubsp. *lovisianum*, SJ-2162.
 C: *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*, SJ-2163.

5. Kt. Solothurn, Hägendorf, Tüfelsschlucht, unterhalb Chanzelflüh, Fels oberhalb Straße, 650 m, Koord. 62930/24387, J. J. Schneller 31.12.1989 (Herb. J. J. Schneller)
6. Kt. Tessin, Mauer in Osogna, I. & S. Jeßen 22.7.1991 (SJ-2145)
7. Kt. Tessin, Lugano, an einer Mauer zu Pazzallo, 370 m, Kalk, F. Wirtgen 1.4.1900 (Herb. Wirtgen, 6560; PC 93/79) (als f. *auriculatum* Milde)
8. Kt. Tessin, Lugano, an einer Mauer vor Pazzallo, Kalk, 370 m, F. Wirtgen 4.4.1900 (Herb. Christ; PC 93/79) (als f. *auriculatum* Milde) (Abb. 3)
9. Kt. Tessin, Lugano, Mauer nördl. unterhalb Pazzallo, 380 m, I. & S. Jeßen 25.7.1991 (SJ-2162) (Abb. 6)
10. Kt. Tessin, Cugnasco bei Bellinzona, Mauer in Sciarana, 260 m, 29.7.1993 (SJ-2318)
11. Kt. Bern, Berner Oberland, Innertkirchen, Urbachtal bei Unterstock, Kalkfelsen N über Sandey, 890 m, 21.7.1992 (SJ-2269)

Slowakische Republik:

1. Malé Karpatý, Ostry Kamen bei Buková, 6.10.1982 (SJ-835)
2. Trenčín, NO-Hang unter der Burg, 7.10.1982 (SJ-836, -837)
3. Žilina, Felsen unter Ruine Strečno, I. & S. Jeßen 7.10.1982 (SJ-127)
4. Slovenský Ray SSO Hrabušice, Hornád-Tal, 450 m, I. & S. Jeßen 19.8.1985 (SJ-1326)
5. Slovenský Kras, Zádielska dolina, 350 m, I. & S. Jeßen 23./24.8.1985 (SJ-1339)
6. Slovenský Kras, Rožňava, Slavec, Drienovec, 25.7.1989 (SJ-1926)

Tschechische Republik:

1. Mährischer Karst, Pustý žleb, Kalkfelsen um die Punkva-Höhle, I. & S. Jeßen 25.8.1977 (SJ-838, -839)
2. Mähren, Mauern der Burg Buchlov bei Buchlovice östl. Brno, I. & S. Jeßen 17.8.1985 (SJ-1317)

Ungarn:

1. Aggtelek N Putnok, schroffe Kalkfelsen, 340 m, 25.7.1985 (SJ-1924)

6.2. *Asplenium trichomanes* L. nothosubsp. *moravicum* S. Jeßen, nothosubsp. nova (= *A. trichomanes* subsp. *bastatum* x subsp. *pachyrachis*)

Diagnose: Planta hybrida, media inter parentes, scilicet *A. trichomanes* subsp. *bastatum* et subsp. *pachyrachis*; frondes 5-10(-18) cm longae; stipes et rhachis crassae, rigidae fragilesque; pinnae 2-4-plo longiores quam latae; sporae plurimae abortivae; planta tetraploidea numerus chromosomaticus $2n = 144$, meiosi tetravalentibus ca. 0-6, trivalentibus ca. 0-1, paribus ca. 47-57, univalentibus ca. 23-40.

Holotypus: 7.10.1981, leg. S. Jeßen (SJ-678/23, JE), kult. in Chemnitz, 1982 und 1992 cytologisch untersucht von J.J. Schneller; Isotypen: Originalwedel derselben Pflanze vom selben Datum und später gepreßte Wedel der in Chemnitz kultivierten Pflanze, Herbarium S. Jeßen (SJ-678/23)

Locus: Tschechische Republik, Mährischer Karst (Moravský kras) nördlich Brno, senkrechte Kalkfelswände wenig oberhalb der Punkva-Höhle (Punkevní jeskyně) im Tal Pustý žleb, ca. 350 m; mehrfach zwischen den Eltern und *A. ruta-muraria* subsp. *ruta-muraria*; *A. trichomanes* subsp. *quadrialeans* erst in weiterer Entfernung.

Derivatio: Nach dem Erstfund in Mähren (Moravia).

Verbreitung: Diese Hybride ist weniger verbreitet als nothosubsp. *lovisianum*, weil subsp. *bastatum* weniger oft zusammen mit subsp. *pachyrachis* vorkommt als mit subsp. *quadrialeans*. Sie entsteht aber ebenfalls leicht und ist fast stets einzeln verstreut an den gemeinsamen Vorkommen der Eltern zu finden.

Deutschland.

1. Bayern, Fränkische Schweiz, Felsen am Limberg W Obertrubach, 430 m, I. & S. Jeßen 30.4.1990 (SJ-2041); S. Jeßen 9.6.1991 (SJ-2097): tetraploid, $n = ca. 52-54^u$, ca. 35-40', det. H. Rasbach, 24.7.1991; S. Jeßen 9.6.1991 (SJ-2098): tetraploid, $n = ca. 54-57^u$, 30-36', det. H. Rasbach 24.7.1991.

2. Bayern, Fränkische Schweiz, Pottenstein, „Weiherstaler Männchen“ bei der Schüttersmühle, ca. 390 m, I. & S. Jeßen 30.4.1990 (SJ-2044)

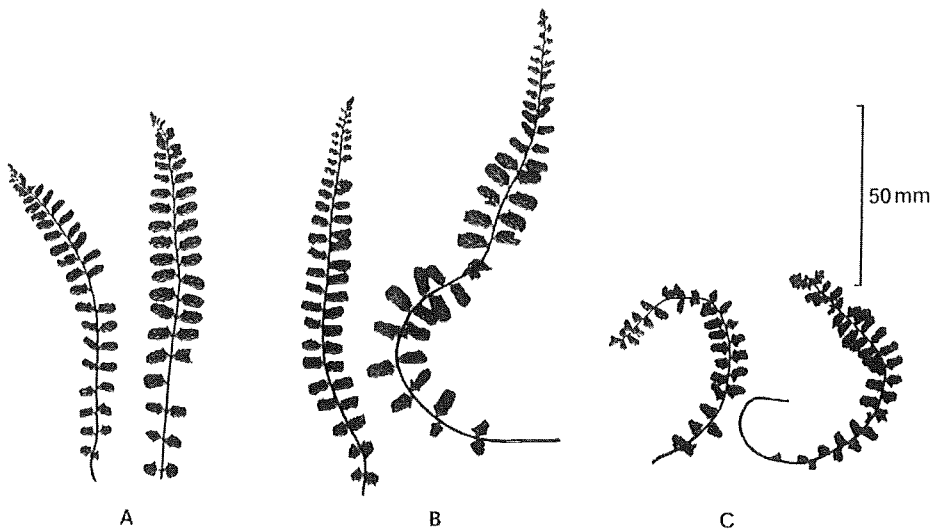


Abb. 7: *A. trichomanes*-Belege aus dem Mährischen Karst: Pustý žleb:
A: *A. trichomanes* subsp. *bastatum*, SJ-816/27.
B: *A. trichomanes* nothosubsp. *moravicum*, SJ-678/23 (Holotypus)
C: *A. trichomanes* subsp. *pachyrachis*, SJ-822/21.

3. Bayern, Fränkische Schweiz, Kalkfelsen an der Straße im Püttlachtal WSW Pottenstein, 9.6.1991 (SJ-2100).

Österreich:

1. Steiermark, Thermenalpen, Hirschwände NW Pernitz, 600 m, H. Melzer 3.10.1977 (H.M., SJ-921)
2. Kärnten, westl. Warmbad Villach, Schwarze Wand, 640 m, H. Melzer 16.4.1989 (H.M., SJ-2183)

Schweiz:

1. Kt. Solothurn, Balsthal, St. Wolfgang, auf Fels gegenüber Falkenstein, 530 m, Koord. 62038/24135, J. J. Schneller 1.1.1990 (Herb. J. J. Schneller)

Tschechische Republik:

1. Mährischer Karst, Pustý žleb, Kalkfelsen bei der Punkva-Höhle, ca. 350 m, 7.10.1981 (SJ-678/17, 18, 19, 22, 23, 35); SJ-678/23 (Abb. 7): tetraploid, $n = ca. 60-62^{II}$, ca. $20-24^I$, det. J.J. Schneller 9. 1982; tetraploid, $n = ca. 6^{IV}$, 1^{III} , 47^{II} , 23^I , det. J.J. Schneller 1.1992 (in litt. 16.7.1993) (Abb. 14)
2. Mährischer Karst, Pustý žleb, Kalkfelsen bei der Punkva-Höhle, ca. 350 m, 26.10.1990 (SJ-2084)

6.3. *Asplenium trichomanes* L. nothosubsp. *melzerianum* S. Jeßen nothosubsp. nova (= *A. trichomanes* subsp. *bastatum* x subsp. *inexpectans*)

Diagnose: Planta hybrida, media inter parentes, scilicet *A. trichomanes* subsp. *bastatum* et subsp. *inexpectans*, sed subspeciei *bastatum* paulo similior; frondes 5-20(-25) cm longae; pinnae rectangulares et parallelo-marginatae vel hastato-biauriculatae, 1,2-3,4-plo longiores quam latae; sporae abortivae; planta triploidea, numerus chromosomaticus $2n = 108$, meiosi trivalentibus 0-3, bivalentibus 28-37, univalentibus 28-39.

Holotypus: 13.10.1991, leg. I. & S. Jeßen (SJ-2191/1, JE), kult. in Chemnitz und 1992 cytologisch untersucht von H. Rasbach; Isotypen: Originalwedel derselben Pflanze vom selben Datum und später gepreßte Wedel der in Chemnitz kultivierten Pflanze, Herarium S. Jeßen (SJ-2191/1) und Herbarium T. Reichstein.

Locus: Österreich, Kärnten: NW-Abfall des Petzen-Massivs, Bachtal südl. Globasnitz, Kalkfelsenwand der rechten Talseite, ca. 600 m, mehrfach zwischen den Eltern subsp. *bastatum* (vereinzelt) und subsp. *inexpectans* (rel. zahlreich); subsp. *quadri-valens* erst in weiterer Entfernung,

Derivatio: Zu Ehren OStR. Mag. H. Melzer, Zeltweg, durch dessen umfangreiche Aufsammlungen ich auf die Hybride aufmerksam wurde.

Verbreitung: Die Hybride entsteht offenbar leicht, wächst einzeln verstreut zwischen den Elternsippen und fällt oft durch ihre Größe auf.

Österreich:

1. Kärnten, Karawanken, südl. von Globasnitz im schluchtartigen Tal an der Westseite der Petzen an schattigen Kalkfelsen, H. Melzer 18.10.1989 (H.M., SJ-2342)
2. Kärnten, Karawanken, W-Abfall des Petzen-Massivs, Bachtal südl. Globasnitz, Kalkfelsen bei ca. 600 m, I. & S. Jeßen 13.10.1991 (SJ-2191/1-3); SJ-2191/1 (Abb. 8): triploid, $n = ca. 0-3^{III}$, $28-37^{II}$, $28-39^I$, det. H. Rasbach (in litt. 26.11.1992) (Abb. 15).

Frankreich:

1. Lubéron, Vaucluse, unter der Straße zwischen den Parkplätzen unter der Ruine (le Fort Ruines) südl. Buoux, mehrfach zusammen mit subsp. *inexpectans* (besondere, subsp. *pachyrachis* ähnliche Form, zahlreich) und subsp. *bastatum* (weniger zahlreich); C. Stark 10.4.1993 (Herb. C. Stark Nr. S.CH.-100493/30a = 141193/02, SJ-2351; S.CH.-100493/30b = 141193/01, SJ-2352)
2. Lubéron, Vaucluse, Felsen nahe dem Ferienhaus unter der Ruine (le Fort Ruines) südl. Buoux, C. Stark 23.5.1993 (Herb. C. Stark Nr. S.CH.-230593/15; 230593/16)

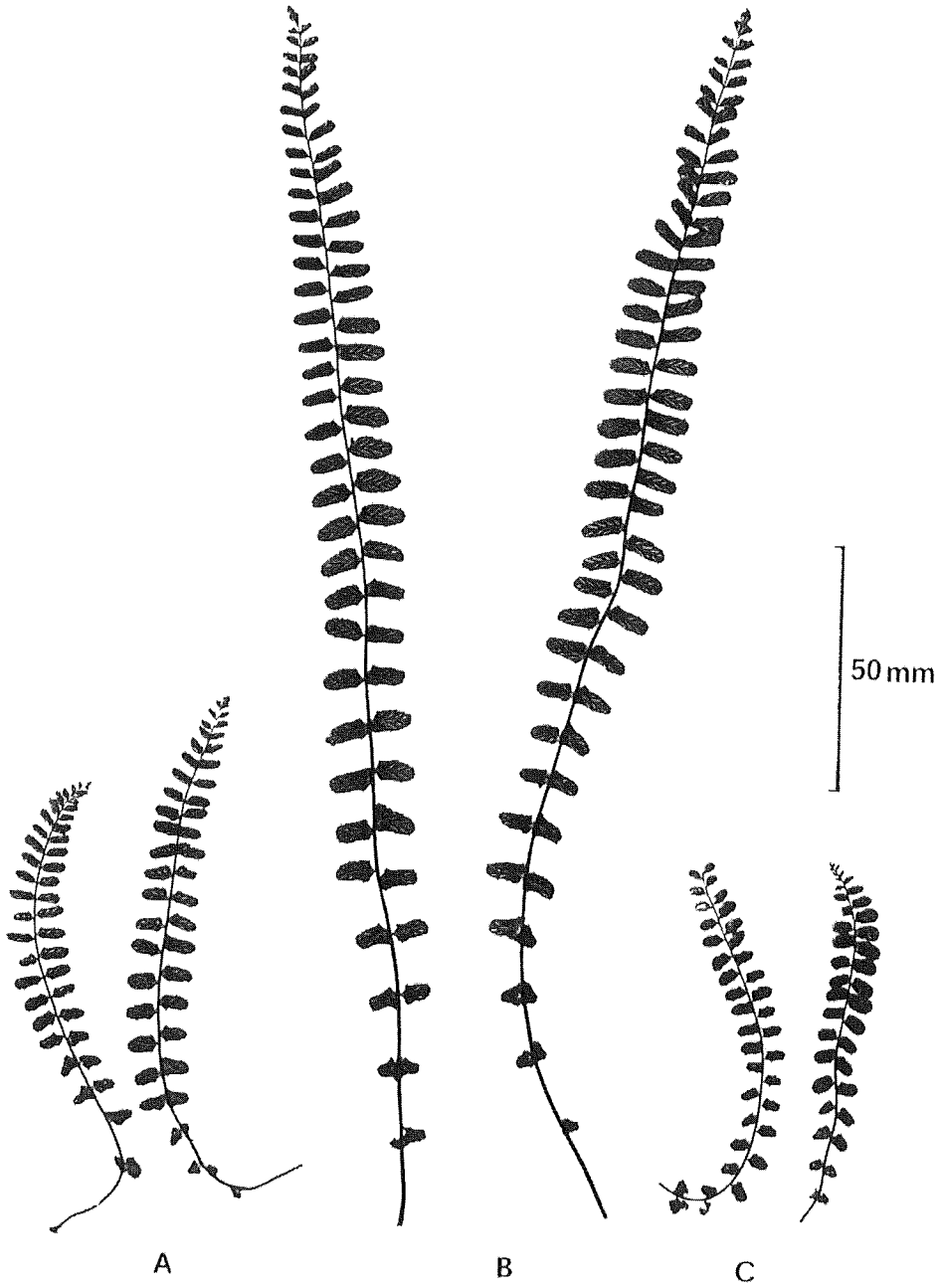


Abb. 8: *A. trichomanes*-Belege aus Österreich: Kärnten, Globasnitz:
 A: *A. trichomanes* subsp. *bastatum*, SJ-2190/2.
 B: *A. trichomanes* nothosubsp. *melzeranum*, SJ-2191/1 (Holotypus)
 C: *A. trichomanes* subsp. *inexpectans*, SJ-2189.

6.4. *Asplenium trichomanes* L. nothosubsp. *tadei-reichsteinii* S. Jeßen nothosubsp. nova (= *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* x subsp. *pachyrachis*)

Diagnose: Planta hybrida, media inter parentes, scilicet *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* et subsp. *pachyrachis*, sed subspecies *pachyrachis* paulo similior; frondes 5-15(-20) cm longae; stipes et rhachis rigidae fragilesque; pinnae 1,5-3-plo longiores quam latae, rectangulares et parallelo-marginatae vel hastato-biauriculatae, glaucae; sporae abortivae; planta triploidea, numerus chromosomaticus $2n = 108$, meiosi tetravalentibus 0-1, trivalentibus 4-7, bivalentibus 24-37, univalentibus 20-35.

Holotypus: 25.10.1990, leg. S. Jeßen (SJ-2080, JE), kultiviert in Chemnitz und 1992 cytologisch untersucht durch H. Rasbach; Isotypen: Originalwedel derselben Pflanze vom selben Datum und später gepreßte Wedel der in Chemnitz kultivierten Pflanze, Herbarium S. Jeßen (SJ-2080).

Locus: Österreich, Steiermark: Mürtzsteg bei Mürtzschlag, Kalkfelsen nördlich über der Straße östlich Mürtzsteg, 800 m, mehrfach zwischen den Eltern.

Derivatio: Zu Ehren Prof. Dr. T. Reichstein, Basel, einem der besten Farnkenner, der in Hinblick auf die Klärung vieler taxonomischer Fragen, auch in bezug auf den *Asplenium trichomanes*-Komplex, entscheidende Pionierarbeit geleistet hat.

Verbreitung: Die Hybride wurde zuerst im Mixnitzgraben bei Mixnitz mehrfach zwischen den Eltern gefunden. Alle Pflanzen von dort zeigten jedoch selbst nach mehrjähriger Kultur nur mißgebildete Sporangien, so daß eine Untersuchung der Paarungsverhältnisse in der Meiose nicht möglich war. Durch die Aufsammlungen von H. Melzer gelang es, die Fundorte der Hybride bei Mürtzsteg ausfindig zu machen, an denen alle Pflanzen normale Sporangienentwicklung zeigten. Eine der kultivierten Pflanzen konnte untersucht werden. Die Originalwedel dieser werden deshalb hier als Holotypus bezeichnet.



Abb. 9: *A. trichomanes*-Belege aus Österreich: Steiermark, Mürtzsteg:
A: *A. trichomanes* subsp. *inexpectans*, SJ-2081
B: *A. trichomanes* nothosubsp. *tadei-reichsteinii*, SJ-2080 (Holotypus)
C: *A. trichomanes* subsp. *pachyrachis*, SJ-2079

Die Hybride entsteht relativ leicht, findet sich in der Regel mehrfach an den gemeinsamen Vorkommen der Elternsippen und fällt oft durch ihre Größe auf. Sie ist im Fiederschnitt und in der meist bläulichgrünen Färbung der Fiedern subsp. *pachyrachis* recht ähnlich; die Wedel sind aber meist weit trichterförmig angeordnet, während subsp. *pachyrachis* bekanntlich in der Regel seesternartig angeschmiegt den Wuchs zeigt.

A. trichomanes nothosubsp. *tadei-reichsteinii* ist bisher von folgenden Orten belegt:

Österreich:

1. Steiermark, Mixnitzgraben unterhalb der Bärenschützklamm bei Mixnitz, 620 m, S. Jeßen, H. Melzer, H. Wagner 16.9.1987 (SJ-1773)
2. Steiermark, Mixnitzgraben, 650 m, S. Jeßen, H. Melzer, H. Wagner 16.9.1987 (SJ-1774)
3. Steiermark, Bärenschützklamm, Mixnitz, H. Diekjobst, VII.1984, det. S. Jeßen 1990
4. Steiermark, Mürzsteg NW Mürzzuschlag, 900 m, senkrechte Wand, H. Melzer 28.10.1989 (H.M., SJ-2343)
5. Steiermark, Mürzsteg NW Mürzzuschlag, nach O gerichtete senkrechte Kalkfelswand, H. Melzer 28.10.1989 (H.M., SJ-2344)
6. Steiermark, Mürzsteg, Felsen über dem Jagdschloß in 900 m, I. & S. Jeßen 25.10.1990 (SJ-2077)
7. Steiermark, Mürzsteg, Felsen rechts über der Straße östlich vorm Ort, 800 m, 25.10.1990 (SJ-2080): triploid, $n = ca. 0-1^{IV}, 4-7^{III}, 24-37^{II}, 20-35^I$, det. H. Rasbach (in litt. 26.11.1992) (Abb. 16)
8. Steiermark, Mürzsteg, Felsen rechts direkt an der Straße östlich vorm Ort, 800 m, 25.10.1990 (SJ-2082)

7. Diskussion der Resultate

Autopolyploidie spielt bei der Sippenentstehung innerhalb des *A. trichomanes*-Komplexes offenbar eine große Rolle (vgl. MANTON 1950, MEYER 1962, LOVIS 1964, REICHSTEIN 1981, KRAMER et al. 1984). Es ist sehr wahrscheinlich, daß die tetraploide subsp. *quadrivalens* einmal durch Chromosomenverdoppelung aus einer diploiden Sippe von *A. trichomanes* (z.B. subsp. *trichomanes*) hervorgegangen ist.

Die Untersuchung experimentell erzeugter Kreuzungen zwischen subsp. *trichomanes* und subsp. *inexpectans* ergab fast völlige Paarbildung (mit 0-2 Univalenten) in der Meiose (REICHSTEIN 1981, KRAMER et al. 1984). Bei der Aussaat entstanden weitgehend fruchtbare Nachkommen. Das zeigt, daß die beiden Sippen nahezu homologe Genome enthalten. Im Laufe der Zeit haben sie sich vermutlich durch ihre ökologisch bedingte Isolierung auch morphologisch etwas getrennt.

Das Auftreten von intraspezifischen Hybriden mit abortierten Sporen und gestörter Meiose zwischen den tetraploiden Unterarten subsp. *quadrivalens*, subsp. *pachyrachis* und subsp. *bastatum* zeigt, daß diese sich genetisch etwas weiter voneinander entfernt haben, als dies bei subsp. *trichomanes*, subsp. *inexpectans* und subsp. *quadrivalens* der Fall ist. Das wird auch durch Resultate von Untersuchungen mit Hilfe der Elektrophorese bestätigt (BENNERT & FISCHER in Vorber.). Um sichere Aussagen über die Verwandtschaftsverhältnisse treffen zu können, sind jedoch weitere, vor allem cytologische, Untersuchungen erforderlich.

Einige neue interspezifische Hybriden, z.B. *A. lepidum* subsp. *lepidum* x *trichomanes* subsp. *bastatum*, *A. lepidum* subsp. *lepidum* x *trichomanes* subsp. *pachyrachis*, *A. trichomanes* subsp. *bastatum* x *viride*, *A. ruta-muraria* subsp. *ruta-muraria* x *trichomanes* subsp. *pachyrachis*, deren Untersuchung ebenfalls weitere Rückschlüsse auf die Verwandtschaft und Entstehung der Sippen von *A. trichomanes* geben könnten, sind vermutlich gefunden worden (z.T. unpubliziert, vgl. auch JESSEN 1991). Über die Ergebnisse hierzu soll später noch berichtet werden.

Danksagung

Dem Ehepaar Dipl.-Biol. H. & Dr. K. Rasbach, Glottertal, danke ich für vielseitige technische Unterstützung, vor allem durch das Übernehmen des Großteiles der cytologischen Untersuchungen, für Literatur, Belege, Korrekturvorschläge zum Manuskript und gemeinsame Exkursionen; ebenso Herrn Prof. Dr. T. Reichstein, Basel, für sein stets reges Interesse

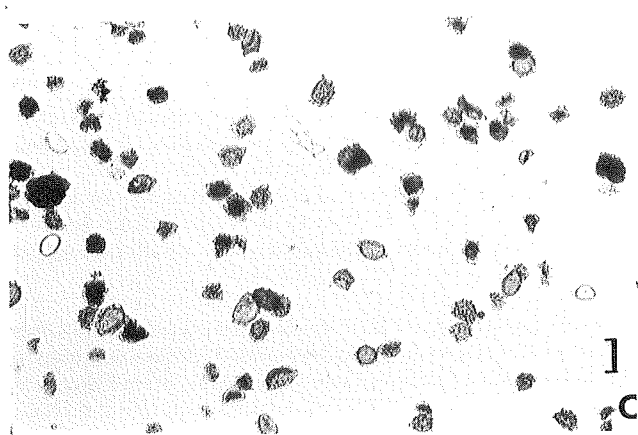
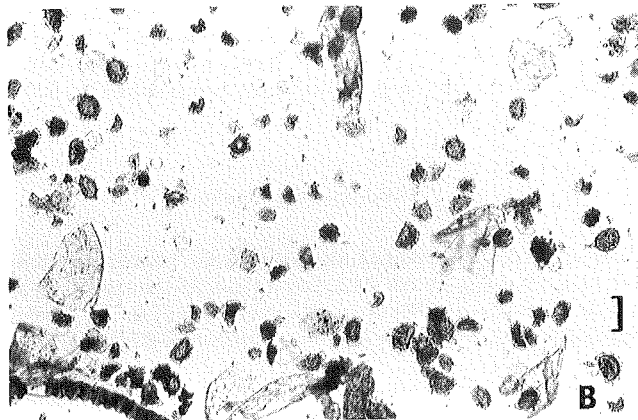
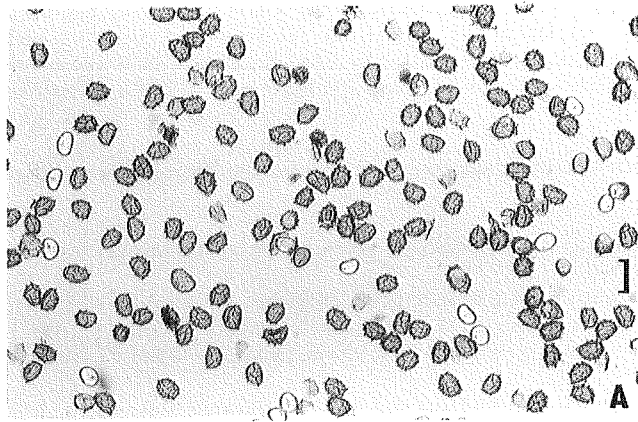


Abb. 10 und 11: Durchlichtaufnahmen von Sporen (Maßstab = 50 µm); Aufnahmen: H. & K. Rasbach.
 Abb. 10 A: *A. trichomanes* subsp. *hastatum*, SJ-1929, Schweizer Jura, Ramsfluh bei Erlinsbach.
 Abb. 10 B: *A. trichomanes* nothosubsp. *lovisianum*, SJ-1064/1 = TR-982 (Isotypus), Schweizer Jura, Ramsfluh bei Erlinsbach.
 Abb. 10 C: *A. trichomanes* nothosubsp. *moravicum*, SJ-678/23 (Holotypus), Mährischer Karst, Pustý žleb.

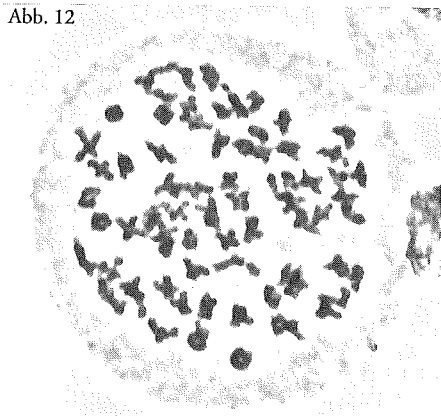
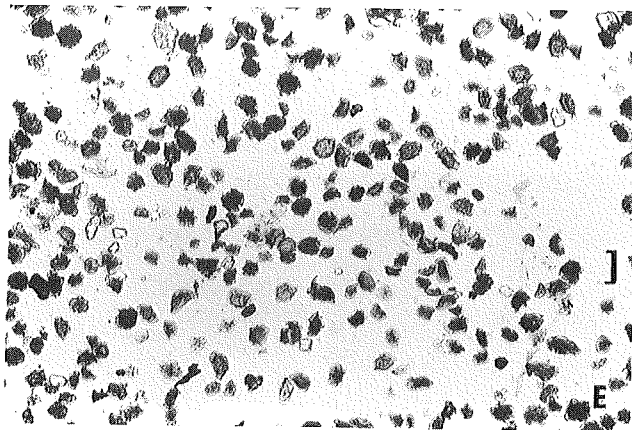
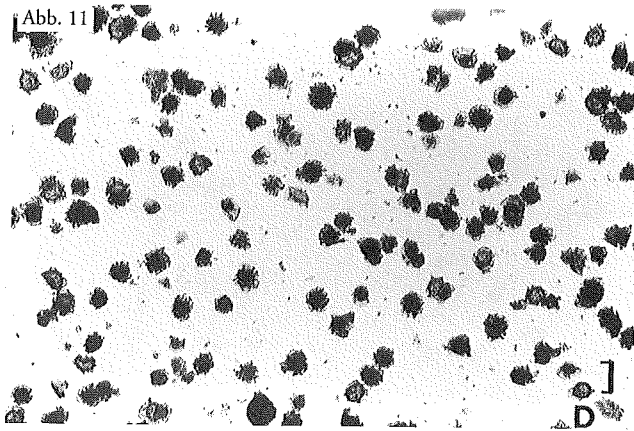


Abb. 11 D: *A. trichomanes* nothosubsp. *melzeranum*, SJ-2191/1 (Holotypus), Kärnten, Globasnitz.

Abb. 11 E: *A. trichomanes* nothosubsp. *tadei-reichsteinii*, SJ-2080 (Holotypus), Steiermark, Mürzsteg.

Abb. 12: *A. trichomanes* subsp. *hastatum*, SJ-808, Thüringen, Gleitsch bei Saalfeld; Sporenmutterzelle in Meiose mit $n = 72^{\text{II}}$ (tetraploid). Links: Foto; rechts: erläuterndes Diagramm. Präparation, Aufnahme und Zeichnung: H. Rasbach.

Abb. 13

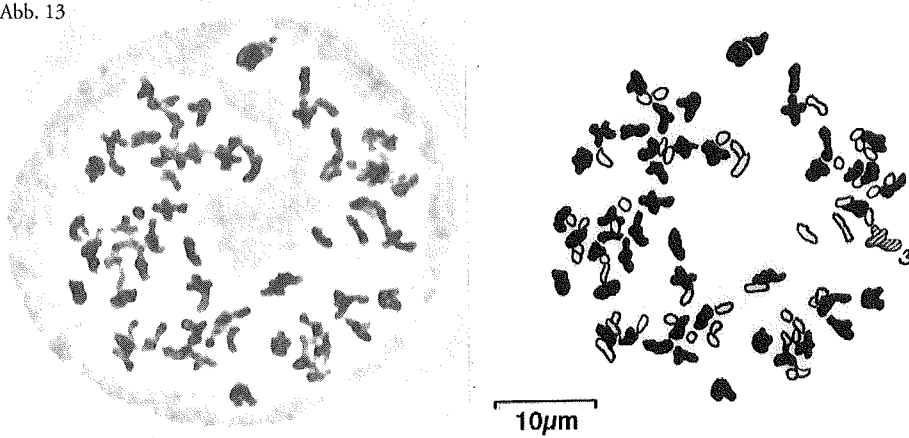


Abb. 14

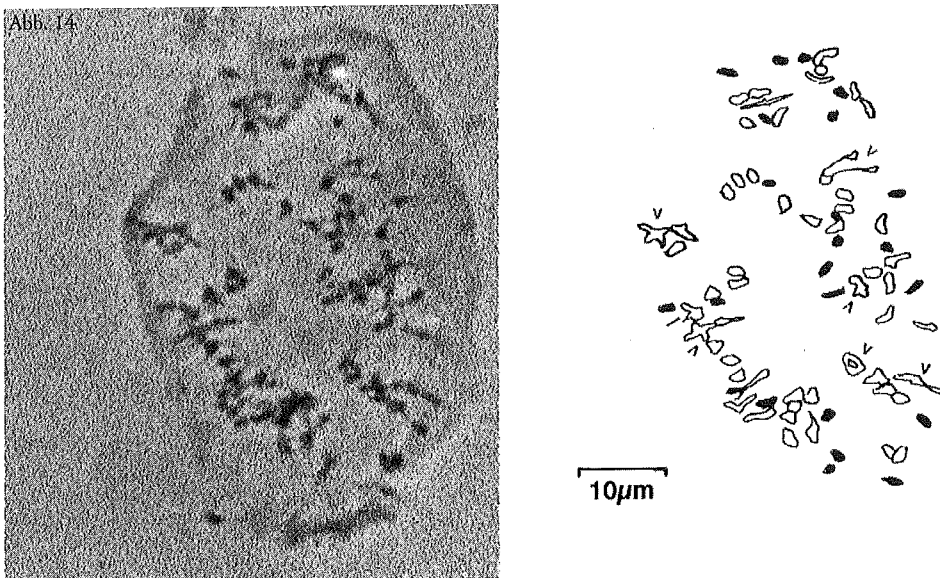


Abb. 13: *A. trichomanes* nothosubsp. *lovisianum*, SJ-2042, Fränkische Schweiz, Obertrubach; Sporenmutterzelle in Meiose mit $n = 1^{\text{III}}$, 47^{II} , 47^{I} (trivalente Chromosomen gestreift, Bivalente schwarz, Univalente im Umriß). Links: Foto; rechts: erläuterndes Diagramm. Präparation, Aufnahme und Zeichnung: H. Rasbach.

Abb. 14: *A. trichomanes* nothosubsp. *moravicum*, SJ-678/23, Mährischer Karst, Pustý žleb; Sporenmutterzelle in Meiose mit $n = \text{ca. } 6^{\text{IV}}$, 1^{III} , 47^{II} , 23^{I} (tetravale Chromosomen mit Pfeil, Trivalente mit Strich, Bivalente im Umriß und ohne Symbol, Univalente schwarz). Links: Foto; rechts: erläuterndes Diagramm. Präparation, Aufnahme und Zeichnung: J.J. Schneller.

Abb. 15

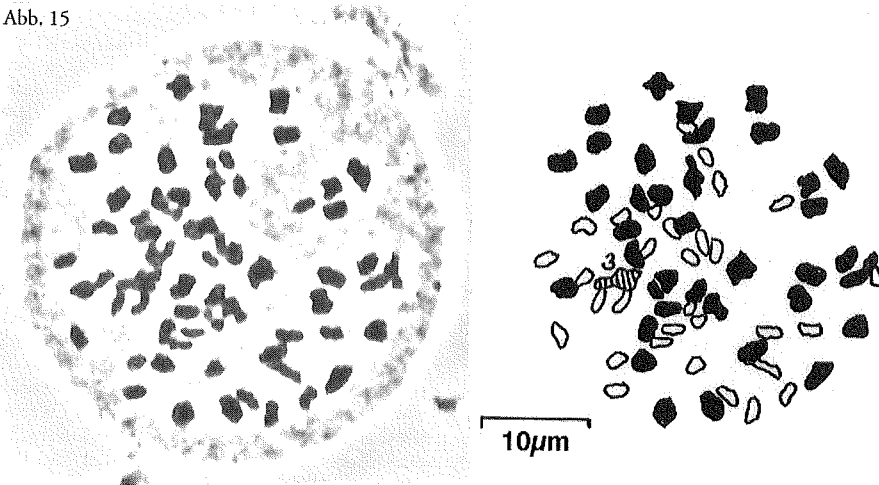


Abb. 16

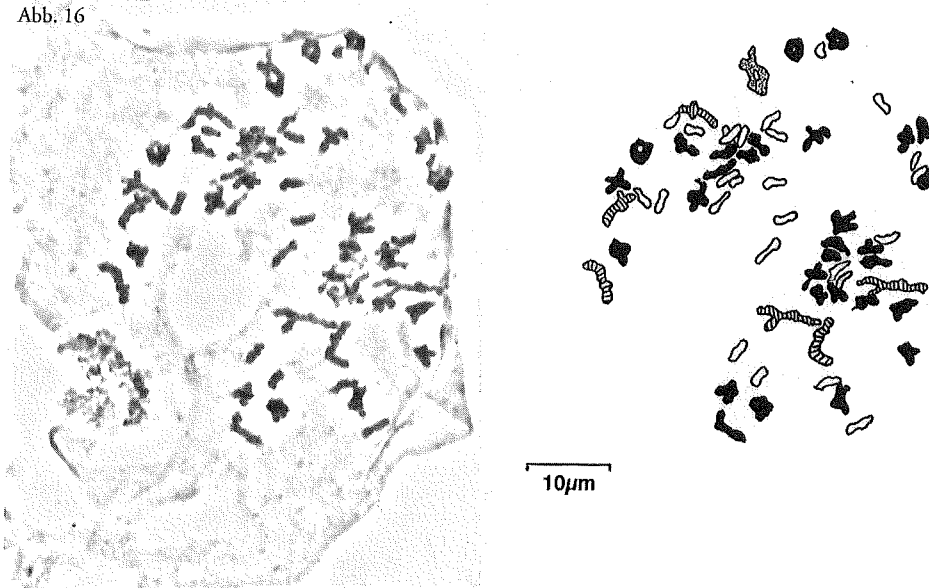


Abb. 15: *A. trichomanes* nothosubsp. *melzeranum*, SJ-2191/1, Kärnten, Globasnitz; Sporenmutterzelle in Meiose mit $n = 1^{III}, 37^{II}, 31^I$ (trivalente Chromosomen gestreift, Bivalente schwarz, Univalente im Umriß). Links: Foto; rechts: erläuterndes Diagramm. Präparation, Aufnahme und Zeichnung: H. Rasbach.

Abb. 16: *A. trichomanes* nothosubsp. *tadei-reichsteimii*, SJ-2080, Steiermark, Mürtzsteg; Sporenmutterzelle in Meiose mit $n = 1^{IV}, 6^{III}, 30^{II}, 26^I$ (tetravalente Chromosomen punktiert, Trivalente gestreift, Bivalente schwarz, Univalente im Umriß). Links: Foto; rechts: erläuterndes Diagramm. Präparation, Aufnahme und Zeichnung: H. Rasbach.

und Anregungen zu diesem Beitrag, für Belege, Literatur und eine gemeinsame Exkursion. Herrn Prof. Dr. K.U. Kramer, Zürich, danke ich für die Hilfe bei den lateinischen Diagnosen, für Literatur, die Korrektur des Manuskriptes und viele hilfreiche Hinweise - Herrn Dr. W. Bennert, Bochum, für die REM-Aufnahmen, Belege, Fundorthinweise und die unermüdete Beschaffung von Literatur - Herrn OstR. Mag. H. Melzer, Zeltweg, für das Sammeln und Senden sehr umfangreichen Belegmaterials und mehrere gemeinsame Exkursionen - Herrn Prof. Dr. J.J. Schneller, Zürich, für zwei cytologische Untersuchungen und die Zusendung von Belegen - Herrn J. Vogel, Bielefeld, für zahlreiche Kopien einschlägiger Literatur - den Herren R. Conrad, Gera, Dr. H. Diekjobst, Iserlohn, OstR. H. Falkenberg, Gera, E. Geißler, Leisnig, Dr. L. Meinunger, Ludwigsstadt-Ebersdorf, F. Müller, Schlottwitz, C. Stark, Speyer, G. Zenner, Kirn, W. Thoß, Wilkau-Haßlau und OMR, Dr. H. Wagner, Bruck a.d. Mur, für Belege und Fundorthinweise und den Herren Dr. M. Bäßler (BFU), Prof. Ph. Morat (PC) und Dr. H.J. Zündorf (JE) für das Zusenden von Herbarmaterial.

Literatur

- BENNERT, H. W., R. E. G. PICHI SERMOLLI, H. RASBACH, K. RASBACH & T. REICHSTEIN 1989: *Asplenium x belii* Lusina, the valid name for the hybrids between *A. petraeae* (Guerin) DC. and *A. trichomanes* L. (Aspleniaceae, Pteridophyta) I. Nomenclatural notes. *Bauhinia* 9: 103-106. — BENNERT, H. W., R. E. G. PICHI SERMOLLI, H. RASBACH, K. RASBACH & T. REICHSTEIN 1989: *Asplenium x belii* Lusina, the valid name for the hybrids between *A. petraeae* (Guerin) DC. and *A. trichomanes* L. (Aspleniaceae, Pteridophyta) II. Detailed description and illustrations. *Webbia* 43: 311-337. — BENNERT, H. W. & G. FISCHER (in Vorber.): Biosystematics and Evolution of the *Asplenium trichomanes* complex. — BOUHARMONT, J. 1968: Les formes chromosomiques d' *Asplenium trichomanes* L. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 38: 103-114. — CHRIST, H. 1900: Die Farnkräuter der Schweiz. *Beitr. Kryptogamenfl. Schweiz* 1(2): 1-189. — CUBAS, P., J.A. ROSELLO & E. PANGUA 1989: A new triploid hybrid in the *Asplenium trichomanes* complex: *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *lucanum* (*A. trichomanes* subsp. *inexpectans* x *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*) nothosubsp. nova. *Candollea* 44: 181-190. — GODRON, D. A. 1842: *Proc. Linn. Soc. London* 1: 159. — GODRON, D. A. 1843: *Ann. Mag. Nat. Hist.* 11: 136. — GODRON, D. A. 1843: *Bot. Zeitung* (Berlin) 1: 551. — GIBBY, M. & J. D. LOVIS 1989: New ferns of Madeira. *Fern Gaz.* 13(5): 285-290. — JESSEN, S. 1991: Beitrag zur Kenntnis der Pteridophytenflora der südlichen DDR (2. Beitrag). *Mitt. flor. Kart. Halle* 7(2): 114-127. — JESSEN, S. 1991: Neue Angaben zur Pteridophytenflora Osteuropas. *Farnblätter* 23: 14-47. — KÜMMERLE, J. B. 1922: *Pteridologiai Közlemenyek. Pteridologische Mitteilungen*, II. Mitt. *Magyar Bot. Lapok* 21: 1-5. — KRAMER, K. U. (Hrsg.), J. DOSTAL, T. REICHSTEIN & C. R. FRASER-JENKINS 1984: Pteridophyten. In: HEGI, G.: *Illustrierte Flora von Mitteleuropa* I/1, 3. Aufl., Parey, Berlin und Hamburg. — LAMARCK, M. & A. DE CANDOLLE 1815: *Flore Francaise*. Paris. — LINNAEUS, C. 1753: *Species Plantarum*. London. — LOVIS, J. D. 1964: The taxonomy of *Asplenium trichomanes* in Europe. *Brit. Fern Gaz.* 9(5): 147-160. — LOVIS, J. D., H. MELZER & T. REICHSTEIN 1966: *Asplenium x siriaticum* D.E. Meyer emend. and *A. x aprutianum* hybr. nov., die zwei *Asplenium lepidum* x *trichomanes* - Bastarde. *Bauhinia* 3: 87-101. — LOVIS, J. D., H. RASBACH & T. REICHSTEIN 1989: *Asplenium trichomanes* nothosubsp. *melzeri* nothosubsp. nov. - The triploid hybrid between *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* and subsp. *quadrivalens*. *Candollea* 44: 543-553. — LOVIS, J. D. & T. REICHSTEIN 1985: *Asplenium trichomanes* subsp. *pachyrachis* (Aspleniaceae, Pteridophyta), and a note on the typification of *A. trichomanes*. *Willdenowia* 15: 187-201. — LUERSEN, C. 1889: Die Farnpflanzen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. In: RABENHORST, L.: *Kryptogamen-Flora*. 2. Aufl., Leipzig. — MANTON, I. 1950: Problems of cytology and evolution in the Pteridophyta. *Cambridge Univ. Press*. — MEYER, D. E. 1958: Zur Zytologie der Asplenien Mitteleuropas (XVI-XX). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 71: 11-20. — MEYER, D. E. 1962: Zur Zytologie der Asplenien Mitteleuropas (XXIX, Abschluß). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 74: 449-461. — MILDE, J. 1858: Die Gefäß-Cryptogamen Schlesiens. *Nova Acta* 26/2: Breslau und Bonn. — MILDE, J. 1865: Die höheren Sporenpflanzen Deutschlands und der Schweiz. Leipzig. — MILDE, J. 1867: *Filices Europae et Atlantidis, Asiae minoris et Sibiriae*. Lipsia. — MOORE, T. 1860: *Index Filicum*: 174. — RASBACH, H., K. RASBACH, T. REICHSTEIN & H. W. BENNERT 1990: *Asplenium trichomanes* subsp. *coriaceifolium*, a new subspecies and two new intraspecific hybrids of the *Asplenium trichomanes* complex (Aspleniaceae, Pteridophyta). I. Nomenclature and typification. *Willdenowia* 19: 471-474. — RASBACH, H., K. RASBACH, T. REICHSTEIN & H. W. BENNERT 1991: *Asplenium trichomanes* subsp. *coriaceifolium*, a new subspecies and two new intraspecific hybrids of the *Asplenium trichomanes* complex (Aspleniaceae, Pteridophyta). II. Description and illustration. With an appendix on pairing behaviour of chromosomes in fern hybrids. *Willdenowia* 21: 239-261. — REICHSTEIN, T. 1981: Hybrids in European Aspleniaceae (Pteridophyta). *Bot. Helvetica* 91: 89-139. — SCHULZE, G. 1990: *Asplenium trichomanes* subsp. *pachyrachis* (Christ) Lovis & Reichstein in der Pfalz. *Pollichia* 77: 215-221. — TIGERSCHIÖLD, E. 1980: Tre underarter av *Asplenium trichomanes*, svart bräken, i Sverige. *Svensk Bot. Tidskr.* 74: 353-360. — TIGERSCHIÖLD, E. 1981: The *Asplenium trichomanes* complex in East Central Sweden. *Nord. J. Bot.* 1: 12-16. — VOSS, E. G. et al. 1983: International Code of Botanical Nomenclature adopted by the Thirteenth International Botanical Congress, Sydney, August 1981. Utrecht - Antwerpen - The Hague - Boston. — WALTER, E. 1938: Note sur l'*Asplenium Harovii* Godron. *Bull. Soc. Hist. Nat. Moselle* 35: 91-93.

Stefan JESSEN
Walter-Meusel-Stiftung
Arktisch-Alpiner-Garten
Schmidt-Rottluff-Str. 90
D-09114 Chemnitz