

# Neufunde von *Asplenium x heufleri* REICHARDT im Schwarzwald und ein Vergleich mit *Asplenium x alternifolium* WULFEN (Pteridophyta)

HELGA RASBACH

## Kurzfassung

Alle älteren Vorkommen von *Asplenium x heufleri* wurden für den Schwarzwald zuletzt 1990 genannt (PHILIPPI 1990). Diese Hybride zwischen *Asplenium septentrionale* (L.) HOFFM. und *Asplenium trichomanes* L. subsp. *quadrivalens* D. E. MEY. war seit langem im Nordschwarzwald bekannt. Der Fundort bei Ettlingen wurde seitdem mehrfach kontrolliert. In jüngster Zeit wurden im Mittleren Schwarzwald und im Südschwarzwald neue Vorkommen dieser Hybride entdeckt. Die Abstammung wird durch cytologische Untersuchung dokumentiert. *Asplenium x heufleri* ist überall sehr selten. Eine genetisch nahestehende und deutlich häufigere *Asplenium*-Hybride, *Asplenium x alternifolium* WULFEN, wird im Vergleich herangezogen.

## Abstract

### New records of *Asplenium x heufleri* REICHARDT in the Black Forest and a comparison with *Asplenium x alternifolium* WULFEN (Pteridophyta)

In 1990 (PHILIPPI 1990) all previous records of *Asplenium x heufleri* in the Black Forest were enumerated for the last time. In the northern part of the Black Forest this hybrid between *Asplenium septentrionale* (L.) HOFFM. and *Asplenium trichomanes* L. subsp. *quadrivalens* D. E. MEY. has been known for a long time. The locality near Ettlingen has been visited several times over the last years. Recently new localities of this hybrid were discovered in the middle as well as in the southern Black Forest. Their origin was checked by cytological study. Everywhere *Asplenium x heufleri* is very rare. This hybrid has been compared to the genetically related and clearly more common *Asplenium x alternifolium* WULFEN.

## Autorin

Dipl.-Biol. HELGA RASBACH, Dätscherstr. 23, D-79286 Glottertal.

## 1. Einleitung

In der Gattung *Asplenium* gibt es in Europa (und weltweit) viele natürliche Hybriden, die im Laufe der Zeit und bei fortschreitenden Untersuchungsmöglichkeiten oft verschiedene Deutungen erfuhren (REICHSTEIN 1984: 243). Inzwischen konnten – zusätzlich zu den alten, erprobten Methoden –

weitere technische Möglichkeiten (z. B. Mikromorphologie, DNA-Analysen und verfeinerte Technik in der Cytologie) entwickelt werden, durch welche die Abstammung vieler Arten und Hybriden und ihre Verwandtschaft sogar zu weit entfernt vorkommenden Arten festgestellt werden konnten.

## 2. Die Fundorte von *Asplenium x heufleri*

*Asplenium x heufleri* (Tafel 2, Abbildung a) ist eine sehr seltene Hybride zwischen *Asplenium septentrionale* (L.) HOFFM. (Tafel 1, Abbildung a) und *Asplenium trichomanes* L. subsp. *quadrivalens* D. E. MEY. (Tafel 1, Abbildung c). Die Hybride bildet sich offenbar schwer, obwohl – vor allem an Mauern – im Schwarzwald beide Eltern-Sippen zusammen vorkommen, und die Sporen leicht gemeinsam in die Gesteinsspalten gelangen können. *A. septentrionale* wächst im Schwarzwald an kalkarmen, sauren und trocknen Standorten auf Gneis, Granit, seltener auf Buntsandstein; im Südschwarzwald auch auf Devonschiefer. Die Art bevorzugt Mauern, die ohne Mörtel aufgesetzt sind. *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens* kommt auf verschiedenen Gesteinen vor, vor allem auf basischem Substrat. An natürlichen Felsstandorten ist diese Sippe im Schwarzwald nicht häufig; dagegen ist sie an vom Menschen geschaffenen Standorten sehr verbreitet.

Die älteren Funde von *A. x heufleri* hat PHILIPPI (1990) aufgeführt, darunter ein Vorkommen an einer Buntsandsteinmauer an der Watthalde bei Ettlingen (7016/4) in ca. 200 m Höhe. Dieser Fundort wurde erstmals 1987 besucht, wobei ein Stock von *A. x heufleri* gefunden und cytologisch untersucht werden konnte. 1988 wurde diese Pflanze bestätigt. 1995 konnten 6 Exemplare der Hybride an der Watthalde gefunden und 1996 alle bestätigt werden. 1998 waren von diesen Pflanzen noch drei vorhanden, 2005 noch zwei; diese waren allerdings von sehr üppig wachsenden *A. trichomanes*-Pflanzen bedrängt. Von letzterer Art ist an der Watthalde offensichtlich nur die tetra-

ploide Sippe, subsp. *quadrivalens* vertreten (so weit die Mauern zum Suchen zugänglich sind). In Glottertal, Gewann Eichberg (7913/1), wurde im März 2002 in 390 m Höhe an einer Weinbergsmauer eine ungewöhnlich große Pflanze von *A. x heuffleri* entdeckt, die in einer waagerechten Spalte 30 cm einnahm und buschig wuchs. Im März waren die meisten Blätter vertrocknet; im August konnten etwa 300 Wedel gezählt werden (Tafel 2, Abbildung a). Die Pflanze wächst zwischen alten Bausteinen aus Buntsandstein und Gneisblöcken und wurde im Jahr 2005 bestätigt. Ebenfalls 2002 fiel eine zweite Pflanze von *A. x heuffleri* in den Weinbergen des Glottertals bei 360 m Höhe auf, die in einer senkrechten Spalte von anstehendem Gneis wuchs; sie hatte sich 2005 gut entwickelt, nachdem sie von Efeu freigehalten wurde.

Im November 2004 wurden im oberen Wiesental (8113/3) bei etwa 800 m Höhe, gemeinsam mit Dr. G. HÜGIN, mehrere alte, von Wiesengelände umgebene Stützmauern aus Gneisblöcken auf Vorkommen von Streifenfarnen geprüft und dabei in einer senkrechten Spalte unmittelbar übereinander je eine Pflanze von *A. x heuffleri* und *A. x alternifolium* (s. unten) gefunden (Tafel 3). Im gleichen Mauerabschnitt von drei Metern wuchsen drei und im weiteren Umkreis nochmals drei Exemplare von *A. x alternifolium*, aber keine zweite Pflanze von *A. x heuffleri*. Es ist selten zu sehen, dass die beiden Hybriden nebeneinander wachsen, und es setzt voraus, dass neben *A. septentrionale* sowohl diploides als auch tetraploides *A. trichomanes* anwesend sein müssen (Abbildung 1 und 2).

### 3. Cytologische Untersuchung

Soll eine Hybride cytologisch untersucht werden, kann der diploide Chromosomenbestand (2n) festgestellt werden, z. B. in Wurzelspitzen. In der Meiose dagegen stellt man den haploiden Chromosomenbestand (n) fest und kann vor allem das Paarungsverhalten der Chromosomen erkennen; dadurch lässt sich die Abstammung von Hybriden klären. Hier wurden solche Untersuchungen nach der etwas abgewandelten Methode von MANTON (1950) durchgeführt.

*A. x heuffleri* ist eine tetraploide Hybride, die Sporen sind weitgehend abortiert; daneben finden sich auch einige gut ausgebildete (Abbildung 7). Ob diese keimfähig sind, kann nur im Experiment durch Aussaatversuche geklärt werden. Die Hy-

bride ist gebildet aus zwei autotetraploiden Arten: *A. septentrionale* (Genomformel SeSeSeSe) und *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens* (Genomformel TrTrTrTr). Dies bedeutet: bei der Sporengene treffen zwei weitgehend homologe Chromosomensätze zusammen, die in der Meiose Chromosomenpaare bilden können: SeSe und TrTr. Bei der cytologischen Untersuchung findet man infolgedessen sehr viele Chromosomenpaare (Bivalente) und in entsprechend wechselnder Zahl Einzelchromosomen (Univalente) (Abbildung 3). Es könnten sich 72 Paare bilden, wodurch dann keimfähige allotetraploide Sporen entwickelt würden. Nach LOVIS (1977: 365) kann es sich in einem solchen Fall um verzögerte Allopolyploidie (delayed allopolyploidy) handeln, bedingt durch geringe genetische Unterschiede bei den jeweiligen autotetraploiden Eltern-Arten. Im Experiment konnten derart entstandene Pflanzen erhalten werden; in der Natur ist vermutlich jedes Exemplar von *A. x heuffleri* eine Einzelpflanze aus einem einmaligen Kreuzungsvorgang. Zum Vergleich werden die Chromosomenbilder von *A. trichomanes* subsp. *trichomanes* (Abbildung 5) und von subsp. *quadrivalens* (Abbildung 6) angefügt.

Eine dem *A. x heuffleri* morphologisch und cytologisch nahestehende Hybride ist *A. x alternifolium* (Tafel 2, Abbildung b), eine Kreuzung zwischen *A. septentrionale* und der diploiden Unterart von *A. trichomanes*, subsp. *trichomanes* (TrTr). Die Sporen dieser Hybride sind vollständig abortiert (Abbildung 8); auch die Sporangien sind zu einem großen Teil abortiert und enthalten gar keine Sporen. Die Genomformel von *A. x alternifolium* ist SeSeTr, diese Hybride ist triploid (Abbildung 4). In der Meiose erkennt man 36 Chromosomenpaare (SeSe) und 36 Einzelchromosomen (Tr). *A. x alternifolium* ist viel häufiger als *A. x heuffleri*.

### 4. Morphologische Merkmale

Die genetischen Unterschiede zwischen den beiden Hybriden zeigen sich deutlich in ihrer Morphologie; die wesentlichen Merkmale lassen sich schon im Feld erkennen. Die Wedel von *A. x heuffleri* (Abbildung 1) haben einen braunen Stiel und im unteren Abschnitt der Blattspreite eine braune Rhachis. *A. x alternifolium* (Abbildung 2) ist im Vergleich dazu nur im unteren Abschnitt des Stiels braun gefärbt. Die beiden an den

Tafel 1. a) *A. septentrionale* in einer Blockhalde an der Utzenfluh, 1999.  
– Alle Fotos: H. & K. RASBACH.



Tafel 1. b) *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*, an einer Mauer im Wittelsbachtal bei Oberried, 1995..



Tafel 1. c) *A. trichomanes* subsp. *quadri-valens*, an einer Buntsandsteinmauer der Hochburg bei Emmendingen, 2002.

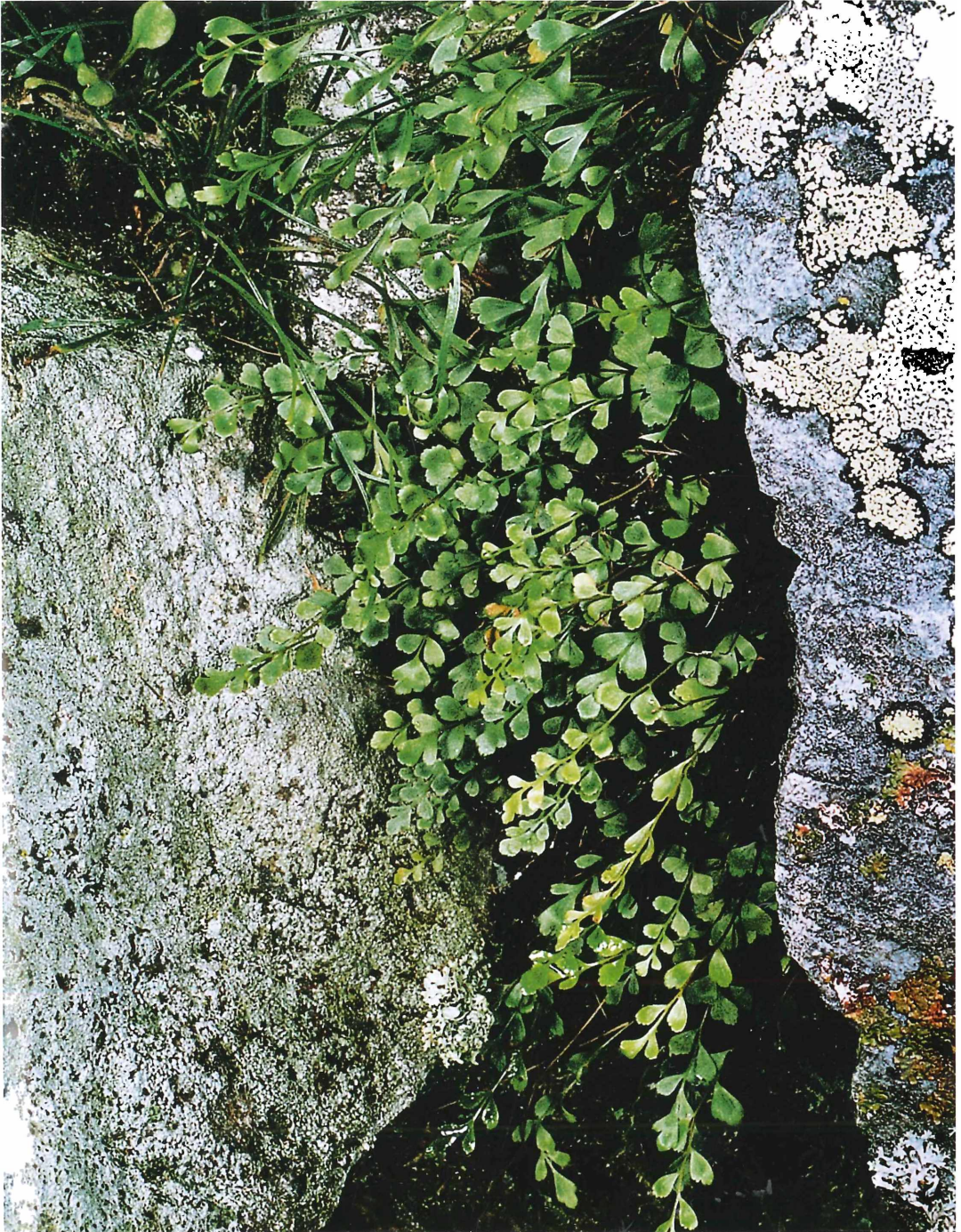




Tafel 2. a) *A. x heufferi*, an einer Weinbergsmauer, Glottertal, 2002.



Tafel 2. b) *A. x alternifolium*, an einer Weinbergsmauer, Glottertal, 1995.



Tafel 3. *A. x alternifolium* (oben) und *A. x heufleri* (unten) in einer senkrechten Spalte aus Gneisblöcken im oberen Wiesental, 2004



Tabelle 1. Unterscheidung der beiden Unterarten von *A. trichomanes*

|                             | subsp. <i>trichomanes</i>                 | subsp. <i>quadrivalens</i>                             |
|-----------------------------|---|--|
| Chromosomenzahl 2n          | 72  | 144  |
| Chromosomenzahl n           | 36  | 72   |
| Sporengröße = Exosporlänge* | (23)28-32(34) µm                          | (26)32-38(47) µm                                       |
| Schließzellenlänge          | 32-40 µm                                  | 40-48 µm   |
| Fiedern                     | rundlich-oval, oft entfernt stehend, zart | länglich, parallelrandig, dicht gestellt, etwas derber |

\* Maße bei Einbettung in „Depex“, „Euparal“ o. ä.

Hybriden beteiligten Unterarten des *A. trichomanes* sind im Feld schwer, oft auch gar nicht zu unterscheiden. Subsp. *trichomanes* (Tafel 1, Abbildung b) hat rundliche bis ovale Fiedern, die etwas entfernt voneinander stehen und im oberen Bereich der Blattspreite gegen die Blattspitze hin gerichtet sind. Subsp. *quadrivalens* (Tafel 1, Abbildung c) hat dichter gestellte größere, längliche Fiedern, die sich an ihren Rändern etwas decken können. Deutliche Unterschiede liegen in der Größe der Sporen (Exosporlänge) und in der Länge der Schließzellen (VIANE et al. 1993: 20) (s. Tabelle und Abbildung 9, 10). Beide Unterarten von *A. trichomanes* sind an vielen Mauern im Schwarzwald, so auch im Glottertal und im Wiesental vorhanden. Unter diesen Voraussetzungen bildet sich sehr leicht eine intraspezifische triploide Hybride, *Asplenium x lusaticum* D. E. MEY., die durch ihren besonders großen Wuchs auffällt (Heterosis).

## 5. Anmerkung zur Nomenklatur

In jüngerer Zeit empfehlen einige Autoren eine geänderte Nomenklatur für Hybriden (DERRICK et al. 1987: 1 und GREUTER & HIEPKO 1995: 99). Vor die Rangstufe des Taxons wird das Präfix „notho“ = Bastard eingefügt. Es soll zum Ausdruck gebracht werden, dass es sich um Hybriden aus unterschiedlichen Unterarten handelt – hier um Sippen von *A. trichomanes*. Anstelle des Namens *A. x heuffleri* wird empfohlen: *A. x alternifolium* nothosubsp. *heuffleri*. Für *A. x alternifolium* gilt demnach die Empfehlung: *A. x alternifolium* nothosubsp. *alternifolium*. (Der Name *alternifolium* ist der ältere und hat deshalb Priorität). Wir möchten in dem vorliegenden Beitrag bei der in den meisten Floren verwendeten Nomenklatur bleiben.

Herbarbelege der genannten Pflanzen werden an das Staatliche Museum für Naturkunde (KR) gegeben.

## Dank

Für wichtige Hinweise und technische Unterstützung sage ich Herrn Dr. habil. G. HÜGIN (Denzlingen) und Herrn Prof. Dr. R. VIANE (Gent) meinen besten Dank.

## Literatur

- DERRICK, L. N., JERMY, A. C. & PAUL, A. M. (1987): Checklist of European Pteridophytes.- Sommerfeltia, **6**: 94 S.; Reading, Berlin.
- GREUTER, W. & HIEPKO, P. (1995): Internationaler Code der Botanischen Nomenklatur (Tokio-Code).- Englera, **15**: 150 S.; Berlin.
- LOVIS, J. D. (1977): Evolutionary patterns and processes in ferns.- In: PRESTON, R. D. & WOODHOUSE, H. W. (eds.): Adv. Bot. Research, **4**: 229-415.
- MANTON, I. (1950): Problems of Cytology and Evolution in the Pteridophytes.- 316 S.; Cambridge University Press, Cambridge.
- PHILIPPI, G. (1990): Pteridophyta.- In: SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Bd. 1: 51-193; Stuttgart (Ulmer).
- REICHSTEIN, T. (1984): Aspleniaceae.- In: KRAMER, K. U. (Hrsg.): HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, 2. Aufl., Bd. I/1: 211-275; Berlin, Hamburg (Parey).
- VIANE, R., JERMY, A. C. & LOVIS, J. D. (1993): *Asplenium*.- In: TUTIN et al. (Hrsg.): Flora Europaea, 2. Aufl., Bd. 1: 18-23; Cambridge University Press, Cambridge.

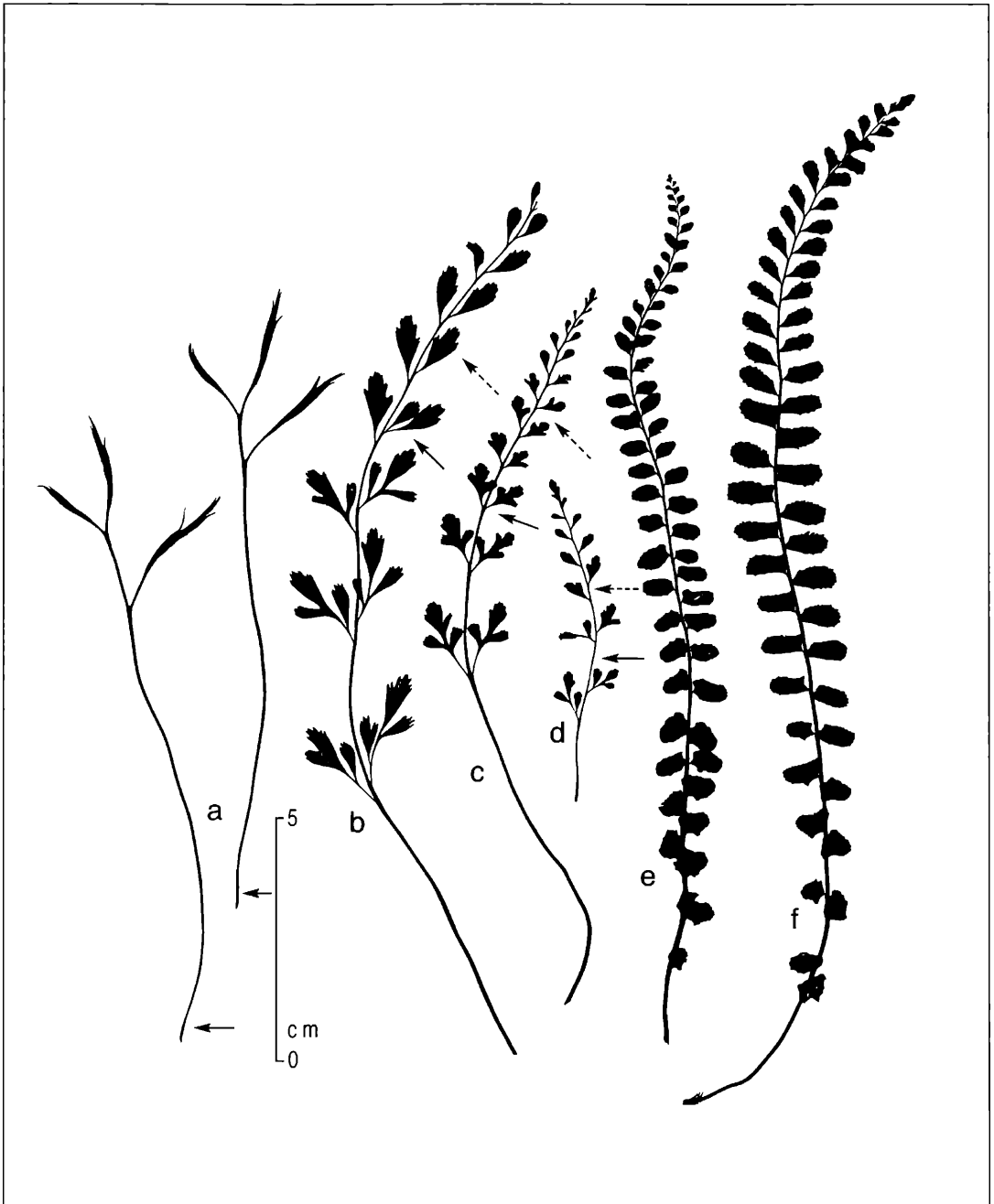


Abbildung 1. Wedelsilhouetten von *A. x heufleri* mit den Eltern-Arten.

a = *A. septentrionale*, Glottertal, 2005; b = *A. x heufleri*, Glottertal, 2005; c = *A. x heufleri*, Glottertal, 2005; d = *A. x heufleri*, Ettlingen, 2005; e = *A. trichomanes* subsp. *quadri-valens*, Glottertal, 2005; f = *A. trichomanes* subsp. *quadri-valens*, Glottertal, 2005. Die Pfeile zeigen den Übergang von brauner zu grüner Rhachis an. Ausgezogener Pfeil = Blattoberseite; gestrichelter Pfeil = Blattunterseite. Alle Wedel von verschiedenen Pflanzen. – Alle Fotos: H. & K. RASBACH.



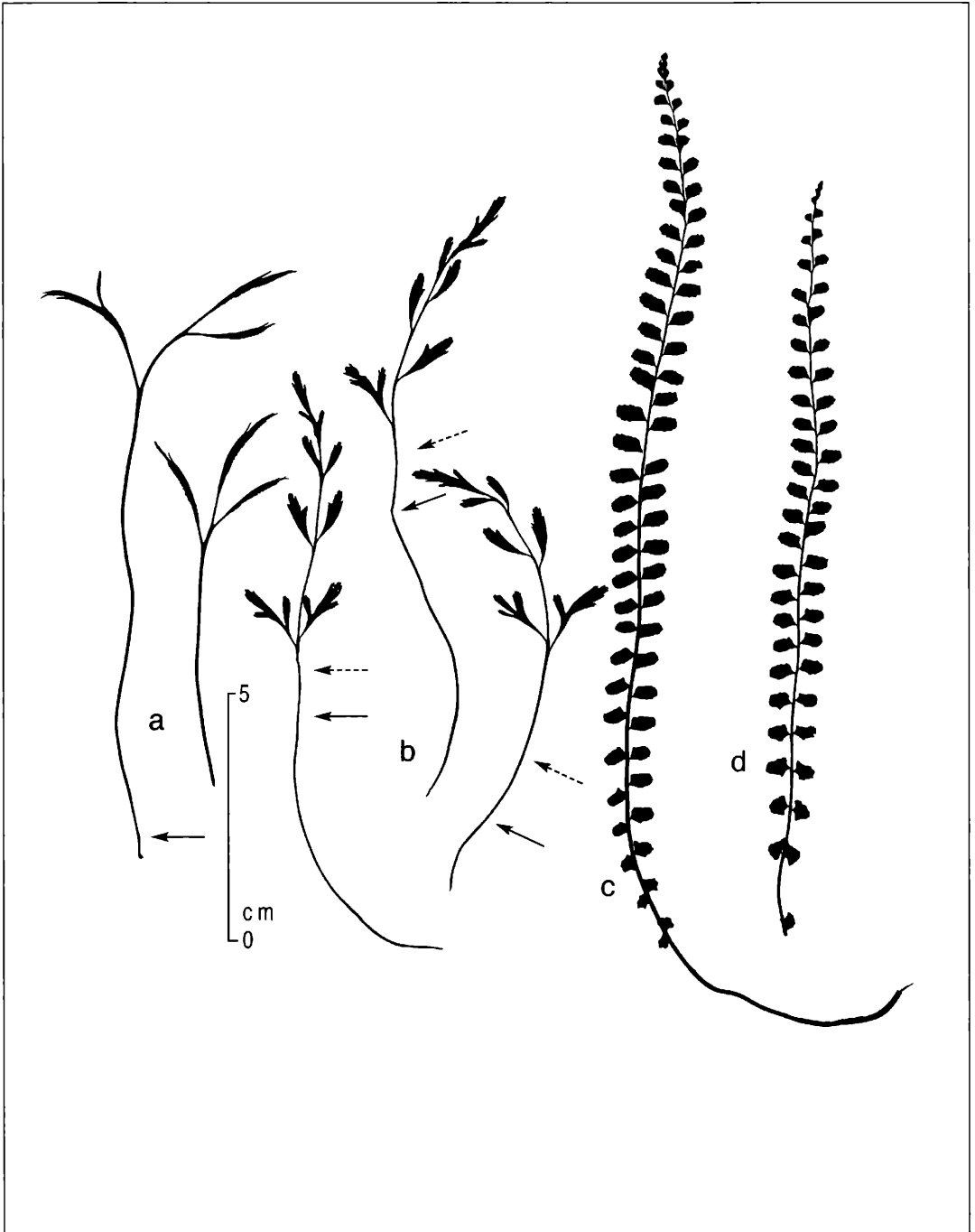


Abbildung 2. Wedelsilhouetten von *A. x alternifolium* mit den Eltern-Arten.  
 a = *A. septentrionale*, Glottertal, 2005; b = *A. x alternifolium*, Glottertal, 2005; c = *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*, Glottertal, 2005; d = *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*, Glottertal, 2005. Alle Wedel von verschiedenen Pflanzen (mit Ausnahme von b).

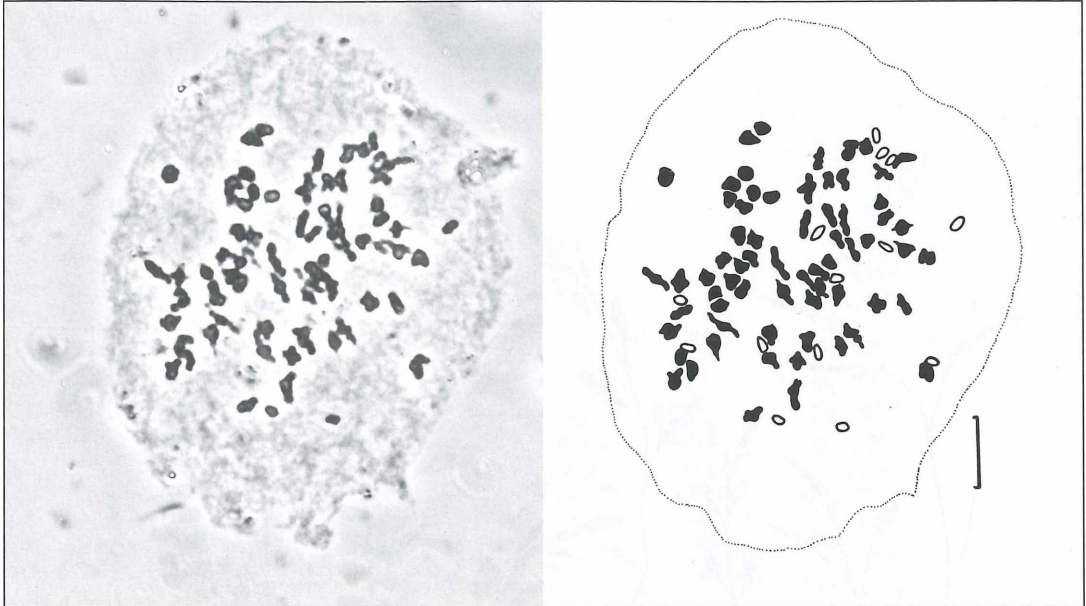


Abbildung 3. Cytologie. *A. x heufferi*. Sporenmutterzelle in Meiose mit  $n = 65$  Chromosomenpaaren und 14 univalenten Chromosomen. Links: Foto, rechts: erläuterndes Diagramm; Paare schwarz, Univalente im Umriss. Maßstab:  $10\mu\text{m}$ .

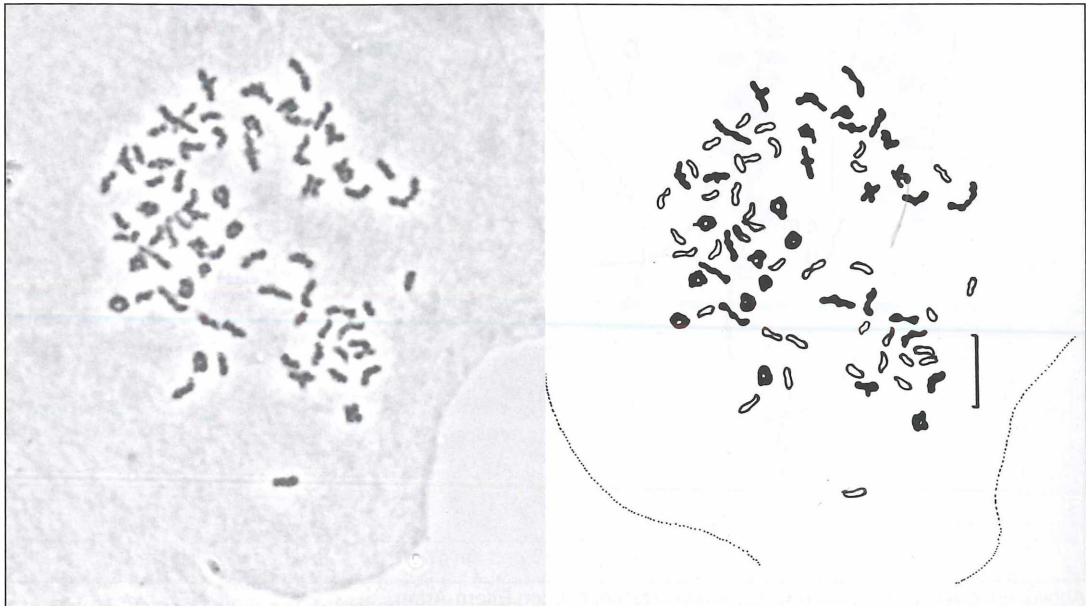


Abbildung 4. Cytologie. *A. x alternifolium*. Sporenmutterzelle in Meiose mit  $n = \text{ca. } 36$  (35) Chromosomenpaaren und 36 (38) univalenten Chromosomen. Links: Foto, rechts: erläuterndes Diagramm; Paare schwarz, Univalente im Umriss. Maßstab:  $10\mu\text{m}$ .

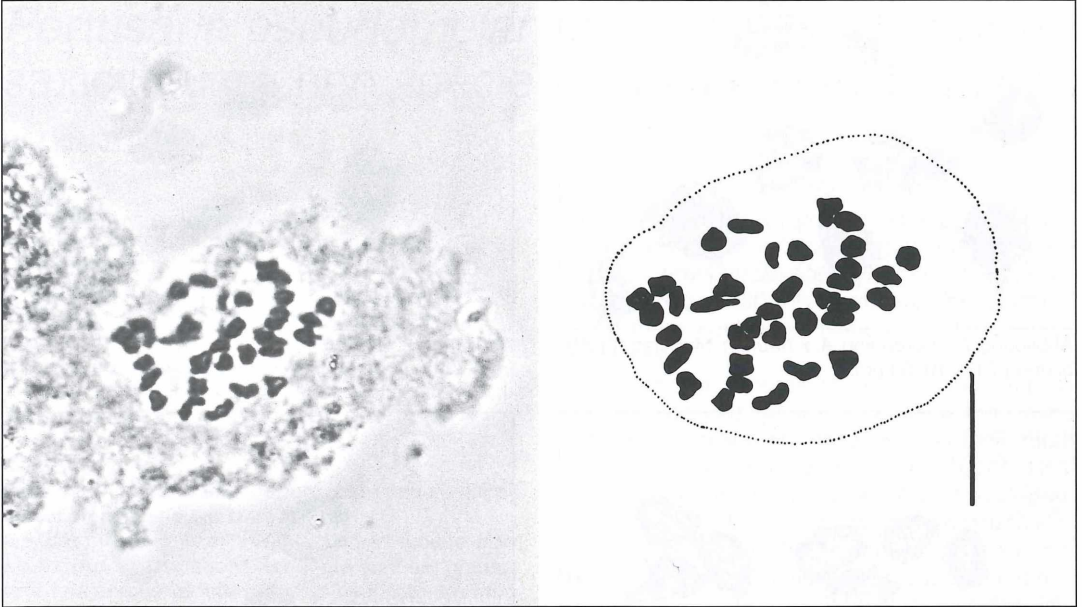


Abbildung 5. Cytologie. *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*. Sporenmutterzelle in Meiose mit  $n = 36$  Chromosomenpaaren. Links: Foto, rechts: erläuterndes Diagramm. Maßstab:  $10\mu\text{m}$ .

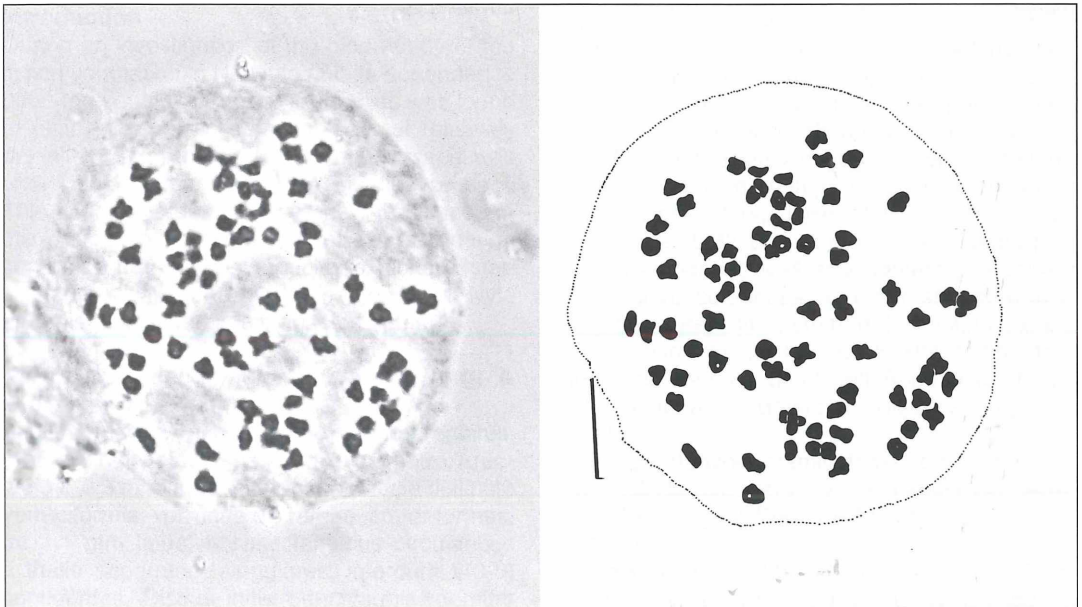


Abbildung 6. Cytologie. *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*. Sporenmutterzelle in Meiose mit  $n = 72$  Chromosomenpaaren. Links: Foto, rechts: erläuterndes Diagramm. Maßstab:  $10\mu\text{m}$ .

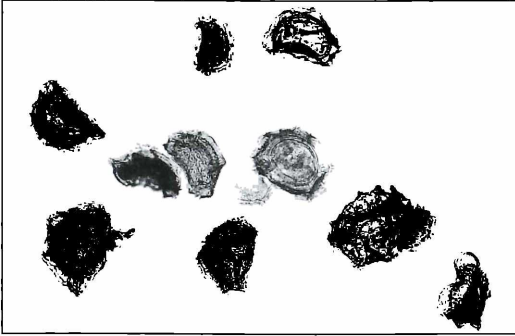


Abbildung 7. Sporen von *A. x heufleri*. Maßstab für Abbildung 7 bis 10: 50 µm.

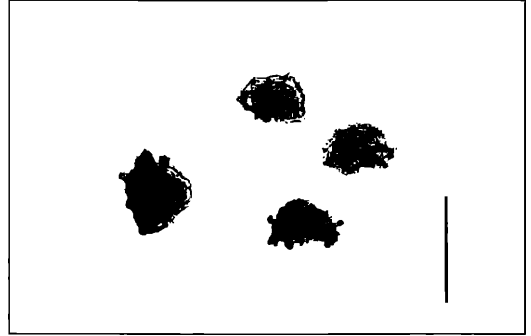


Abbildung 8. Sporen von *A. x alternifolium*.

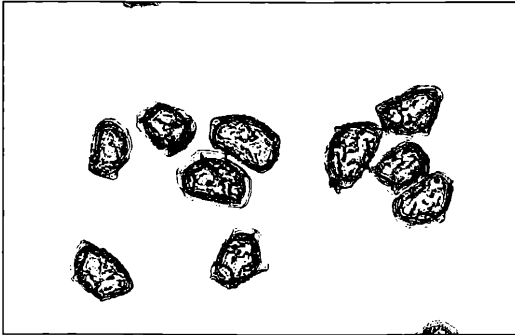


Abbildung 9. Sporen von *A. trichomanes* subsp. *trichomanes*.

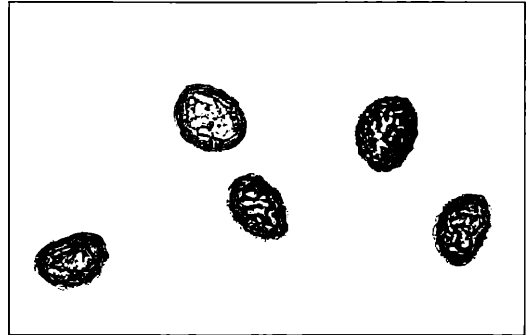


Abbildung 10. Sporen von *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*.