

Die Chromosomenzahlen von *Cystopteris sudetica*

A. Br. et Milde von Berchtesgaden (Bayern)

sowie von *Cystopteris dickieana* Sim s. l.

vom Foostock (Kanton Glarus, Schweiz)

Von *I. Manton*, Leeds ¹⁾), und *T. Reichstein*, Basel ²⁾)

Manuskript eingegangen am 25. Januar 1965

Cytologische Untersuchungen bei Farnen sind wegen der Kleinheit der Chromosomen oft erschwert. Dies gilt besonders auch für die Gattung *Cystopteris*. Diese Gattung enthält jedoch einige Gruppen, deren Verwandtschaft ohne solche Untersuchungen (und zusätzliche experimentelle Kreuzungen) kaum verständlich ist. Bei den wichtigsten europäischen Vertretern fand Manton (1950) für den Komplex von *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. s. l. (inkl. *C. regia* [L.] C. B. Presl und *C. dickieana* Sim) die Chromosomenzahlen $n = 84$ und $n = 126$ und für *Cystopteris montana* (Lam.) Bernh. $n = 84$. Diese Zahlen lassen sich nur verstehen, wenn man die entsprechenden Pflanzen als Vertreter einer polyploiden Reihe ansieht, die sich von diploiden Formen mit $n = 42$ ableiten. Seither sind solche diploide Arten von *Cystopteris* in Amerika, im Himalaya sowie in Japan gefunden worden ³⁾.

I. *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde

Wir interessierten uns schon längere Zeit für die Chromosomenzahl von *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde, weil es sich nach dem weiten, aber sehr zerstückelten Verbreitungsgebiet (Bergdolt 1935, Blasdell 1963) ⁴⁾ um eine sehr alte Art zu handeln scheint und weil nach der geringen Grösse der Sporen (vgl. Fig. 1) der Verdacht bestand, es könne eine diploide Art vorliegen. Eine nahe verwandte Sippe ist die asiatische *C. sudetica* var. *moupinensis* (Franch.) Blasdell.

¹⁾ Department of Botany, University of Leeds (England).

²⁾ Institut für organische Chemie der Universität, Basel.

³⁾ Dazu gehören: *Cystopteris bulbifera* (L.) Bernh. (Britton 1953; Wagner 1955), *C. protusa* (Weatherby) Blasdell (Wagner and Hagenah 1956), *C. sudetica* A. Br. et Milde var. *moupinensis* (Franch.) Blasdell (Birin Mehra 1961, p. 154), *C. diaphana* (Bory) Blasdell aus Chile (Blasdell 1963, p. 18 u. 99) und *C. japonica* Luerssen (Blasdell 1963, p. 18).

⁴⁾ *Cystopteris sudetica* ist 1917 nach Murr (1923) bei Vandans (Vorarlberg), also nahe der Schweizer Grenze, gefunden worden, doch wurde sie, soweit uns bekannt, von dort seither nie mehr gemeldet. Möglicherweise sind durch die Verbauungen des Rellsbaches früher günstige Standorte trocken gelegt worden. (Vgl. Nachtrag.)

Eine hierzu gehörige Pflanze aus dem Himalaya ist kürzlich von Bir (in Mehra 1961, vgl. Fabbrini 1963) gezählt und tatsächlich als diploid befunden worden ($n=42$). Die Bestimmung bei der europäischen Sippe hat sich verzögert, weil *C. sudetica* recht selten ist, und weil es uns bisher nicht gelang, die Pflanze aus erhaltenen Rhizomstücken in Kultur zum Fruchten zu bringen⁵⁾. Inzwischen hat Brøgger (1960) eine sorgfältige Studie über vier norwegische Farne publiziert, in der auch über die Bestimmung der Chromosomenzahlen berichtet wird. Für *C. sudetica* aus Norwegen (die dort auch sehr selten ist) fand er bei der Meiose $n = 84$ Bivalente; die Pflanze ist somit als tetraploid zu bezeichnen. Demgegenüber gibt Blasdell in seiner Monographie (1963 p. 45) für die europäische Sippe, also für *C. sudetica* var. *sudetica* (ohne Angabe der Provenienz), die Zahl $n = 42$. Liest man aber die Arbeit sehr genau, so ist (aus Tabelle 3, p. 19) ersichtlich, dass seine Angabe überhaupt auf gar keiner experimentellen Bestimmung beruht, sondern eine rein willkürliche Behauptung (auf Grund der kleinen Sporen) darstellt⁶⁾.

Durch das Entgegenkommen von Herrn Dr. A. Schumacher war es möglich, eine Kontrolle vorzunehmen. Er sammelte und fixierte eine Anzahl Fiedern mit unreifen Sporangien am 27. Juni 1963 im Alpeltal bei Berchtesgaden (Bayern) und sandte uns diese zusammen mit Belegmaterial (Fig. 4). Das Material konnte in Leeds nach früher beschriebener Methode (Manton 1950) untersucht werden. Obgleich keine Sporenmutterzellen gefunden wurden, die eine völlig exakte Bestimmung der Chromosomenzahl ermöglicht hätten, war das Resultat (vgl. Fig. 6) eindeutig genug, um festzustellen, dass auch diese Pflanzen, in Übereinstimmung mit denjenigen aus Norwegen, tetraploid sind.

Von befreundeter Seite erhielten wir auch lebende Pflanzen von *C. sudetica* aus der Tschechoslowakei. Leider war es uns bisher nicht möglich, davon brauchbares Material für eine Chromosomenzählung zu gewinnen (vgl. oben). Wir publizieren das vorläufige Resultat vor allem, um zu verhindern, dass die falsche Angabe von Blasdell in weitere Literatur eingeht.

II. *Cystopteris dickieana* Sim sensu lato vom Foostock (Kanton Glarus, Schweiz)

Über diese Pflanze ist kürzlich berichtet worden (Oberholzer et al. 1962). Einige Rhizomfragmente wurden in Basel kultiviert, ausserdem machte auch die Vermehrung durch Sporen keine Schwierigkeiten. Die Voraussetzungen für eine cytologische Kontrolle waren also günstig, dafür bereitete die Zählung

⁵⁾ Bessere Resultate gab die Aufzucht aus Sporen.

⁶⁾ Es ist zwar bekannt, dass bei Farnen manchmal zwei Sippen von verschiedener Ploidiestufe auch verschiedene Sporengröße zeigen. Wenn die sonstigen morphologischen Unterschiede gering sind, kann daher die Sporengröße ein nützliches Unterscheidungsmerkmal darstellen (z. B. *Asplenium trichomanes* L. s. l., *Asplenium ceterach* L. s. l.). Voraussetzung ist aber, dass nicht nur die Sporengröße, sondern auch ihre Abhängigkeit von der Chromosomenzahl für beide Sippen bereits genau bekannt ist. Das Beispiel von *Cystopteris sudetica* zeigt erneut, dass es keinesfalls zulässig ist, auf Grund der Sporengröße allein die Ploidiestufe (oder gar die Chromosomenzahl) einer Farnspecies erraten zu wollen, für die noch gar keine Zählungen vorliegen. Es ist daher sicher begründet, wenn einige Zeitschriften neue Angaben über Chromosomenzahlen nur dann zur Publikation annehmen, wenn sie dokumentiert sind.

wegen der hohen Chromosomenzahl grosse Schwierigkeiten. Fig. 7 zeigt eine Sporenmutterzelle in Meiose. Auch hier ist eine genaue Zählung nicht möglich. Hingegen ist eindeutig erkennbar, dass die Pflanze hexaploid ist. Da *C. dickieana* vom Locus *classicus* (Schottland) sowie aus Norwegen tetraploid ist (Manton 1950), muss unsere Pflanze als eine davon verschiedene Sippe betrachtet werden. Fig. 8 zeigt, dass sie auch bei Kultur unter gleichen Bedingungen von der schottischen Pflanze auch morphologisch ein wenig verschieden bleibt. Bei der Pflanze aus Schottland ist die starke Überlappung der Fiedern (Clapham, Tutin and Warburg 1962, p. 26) viel deutlicher ausgeprägt. Bemerkenswert ist, dass die tetraploide Pflanze merklich grösser wird als die hexaploide. Von einer besonderen Benennung soll vorläufig Abstand genommen werden, da eine solche in nützlicher Weise nur in Zusammenhang mit einer genauen, möglichst auch experimentellen, Untersuchung des ganzen Komplexes von *C. fragilis* s. l., dem weltweite Verbreitung zukommt, geschehen kann. Dabei sind Formen mit stachellosen Sporen nach Wiggins (1954), Löve und Friedman (1956) und besonders nach Hagenah⁷⁾ (1961) in Nordamerika sehr viel häufiger als in Europa. Blasdell (1963) hat einen verdienstlichen Versuch zu einer vergleichenden Untersuchung unternommen. Seine Monographie enthält aber leider bei den europäischen Vertretern (über die anderen können wir uns kein Urteil erlauben) zu viele Behauptungen, die durch keine Beweise belegt sind und die teilweise sicher falsch sind⁸⁾.

Bemerkung zur Nomenklatur. — Die meisten Floristen scheinen es vorzuziehen, *C. dickieana* Sim nach Hylander (1945) als Subspecies von *C. fragilis* (L.) Bernh. zu behandeln, weil sie im Feld (ohne Mikroskop) nicht sicher von den verschiedenen Formen von *C. fragilis* unterschieden werden kann. Dagegen ist nichts einzuwenden. Wenn aber Blasdell in seiner Monographie (1963) *C. dickieana* in die Synonymie von *C. fragilis* (L.) Bernh. var. *fragilis* stellt (obgleich dies im Gegensatz zu der von ihm selbst gegebenen Diagnose steht), so können wir ihm dabei nicht folgen. Ein so wichtiges und konstantes Merkmal wie die Form der Sporen einfach zu negieren, geht unserer Meinung nach entschieden zu weit. Dafür spricht auch die folgende Beobachtung. Die eine von uns (I. M.) hatte vor einigen Jahren 3 Pflanzen aus Norwegen in demselben Topf: *C. fragilis* (tetraploid mit Stachelsporen), *C. dickieana* (tetraploid mit stachellosen Sporen) und den vermutlichen Bastard der beiden mit abortierten Sporen. Leider ist die dritte Pflanze eingegangen, bevor eine cytologische Kon-

⁷⁾ Leider ist diese wichtige Publikation früher (Oberholzer et al. 1962) nicht zitiert worden.

⁸⁾ So behauptet Blasdell (1963, p. 52-53), *Cystopteris alpina* (Wulff) ap. Jacquin Desv. (in Europa als Synonym von *C. regia* [L.] C. B. Presl angesehen, vgl. Rothmaler 1963, Binz-Becherer 1964) sei ein Bastard von *C. fragilis* × *montana*. Ob *C. alpina* eine «gute» Art darstellt oder zweckmässiger als Subspecies zu *C. fragilis* zu stellen ist, soll hier nicht diskutiert werden. Wer aber je *C. alpina* in der Natur gesehen hat, wird kaum auf die Idee kommen, dass diese, oft in Massen auftretende, fertile Pflanze mit dem von Christ (1900, p. 162-163) beschriebenen und abgebildeten, äusserst seltenen und höchstwahrscheinlich sterilen Bastard von *C. fragilis* × *montana* identisch sein soll, der sich auch nach der Abbildung auf den ersten Blick von *C. alpina* unterscheiden lässt. Blasdell will offenbar sagen, dass er *C. alpina* für eine hybridogen durch Allopolyploidie entstandene Sippe hält. Wenn er dies meint, die Pflanze aber ausdrücklich als Synonym zum Bastard von Christ stellt, so kann die Verwirrung dadurch nur vergrössert werden.

trolle möglich war. Wenn es sich aber experimentell bestätigen lässt, dass *C. fragilis* und *C. dickieana* derselben Ploidiestufe einen sterilen Bastard liefern, so dürfte es zweckmäßig sein, sie mindestens als ssp. voneinander zu unterscheiden. (Vgl. Nachtrag.)

Im August 1963 fanden wir (leg. H. Kunz u. T. Reichstein) *Cystopteris dickieana* (Nr. TR. 916) auch auf den Peñones de San Francisco (ca. 2570 m vgl. Quél 1953 p. 8, Felszacken westlich des Alb. Universitario), Sierra Nevada, Südspanien, nordexponiert, bei ca. 2500 m in Silikatfels, soweit feststellbar als reinen Bestand, aber sehr lokal. Mehrere andere Proben von *Cystopteris* von der Sierra Nevada aus Höhen von 2000 bis 3300 m erwiesen sich alle als *C. fragilis* mit Stachelsporen. Die aus Sporen von Nr. 916 aufgezogenen Pflanzen waren völlig einheitlich und gehören auf Grund der morphologischen Merkmale vermutlich zur tetraploiden Sippe.

Wir danken Herrn Dr. h. c. A. Schumacher, Waldbröl (Rheinland, Deutschland), bestens für das Material von *Cystopteris sudetica* und Fräulein Anne Sleep, Leeds, England, für ein Rhizomstück, sowie für reife Sporen von *Cystopteris dickieana* vom Locus classicus. Für Rhizomstücke von *Cystopteris sudetica* aus der Tschechoslowakei danken wir Frau O. Hubová und Herrn Dr. J. Futak in Bratislava sowie Herrn Prof. F. Šantavý und Dr. B. Šula in Olomouc.

Literatur

- Bergdolt E. 1935 in Hegi G. Illustrierte Flora von Mittel-Europa I, 2. Aufl. 16-17. C. Hanser Verlag München. — Bei der dort gegebenen Standortaufnahme von angeblicher *C. sudetica* dürfte eine Verwechslung mit *C. montana* vorliegen. Wir geben darum in Fig. 5 eine authentische Aufnahme.
- Binz A. bearbeitet von Becherer A. 1964. Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz, 11. Aufl. Basel.
- Blasdell R. F. 1963. A monographic Study of the Fern Genus *Cystopteris*. Memoirs of the Torrey Botanical Club Vol. 21, Nr. 4, Jan. 10.
- Britton D. M. 1953. Chromosome Studies on Ferns. Amer. Journal of Botany 40, 575-583.
- Brøgger A. 1960. Morphological and cytological Studies on some Norwegian Ferns. Blyttia 18, 33-48.
- Christ H. 1900. Die Farnkräuter der Schweiz. Beiträge z. Kryptogamenflora d. Schweiz I, 2. Bern.
- Clapham A. R., Tutin T. G. and Warburg E. F. 1962. Flora of the British Isles. 2. ed. Cambridge University Press.
- Fabbri F. 1963 Primo Supplemento alle Tavole Cromosomiche delle Pteridophyta di Alberto Chiarugi, Caryologia 16, 237-335.
- Hagenah D. J. 1955. Notes on Michigan Pteridophytes, I. New County Records on Osmundaceae and Polypodiaceae. Amer. Fern Journal 45, 65-80.
- 1961. Spore Studies in the Genus *Cystopteris*, I. The Distribution of *Cystopteris* with non-spiny spores in North America. Rhodora 63, 181-193.
- Hylander N. 1945. Nomenklatorische und systematische Studien über nordische Gefäßpflanzen. Uppsala Universitets Årsskrift fasc. 7, 1-337, bes. p. 59.
- Löve D. and Freedman N. J. 1956. A Plant Collection from Southwest Yukon. Bot. Not. 109, 153-211.
- Manton I. 1950. Problems of Cytology and Evolution in the Pteridophyta. Cambridge University Press.
- Mehra P. N. 1961. Chromosome numbers of Himalayan Ferns. Res. Bull. Panjab. Univ. (N. S.) 12, 139-164.

- Murr J. 1923. Neue Übersicht über die Farn- und Blütenpflanzen von Vorarlberg und Liechtenstein I. Bregenz-Feldkirch, p. 10.
- Oberholzer E., Sulger Büel E. und Reichstein T. 1962 *Cystopteris dickieana* Sim am Foostock (Kanton Glarus, Schweiz). Ber. Schweiz. Botan. Ges. 72, 286-289.
- Quézel P. 1953. Contribution à l'étude phytosociologique et géobotanique de la Sierra Nevada. Mem. da Soc. Broteriana 9.
- Rothmaler W. 1963. Exkursionsflora von Deutschland IV. Kritischer Ergänzungsband, Gefäßpflanzen, p. 6. Berlin.
- Wagner W. H. Jr. 1955. Cytotaxonomie Observations on North American Ferns. Rhodora 57, 219-240.
- Wagner W. H. Jr. and Hagenah, D. J. 1956. A diploid Variety in the *Cystopteris fragilis* Complex. Rhodora 58, 79-87.
- Wiggins I. L. 1954. *Cystopteris dickieana* and *Woodsia glabella* in Arctic Alaska. Amer. Fern Journal 44, 97-108.

Nachträge

1) S. 321 (*C. sudetica*):

Um festzustellen, ob nach 1917 noch starke Geländeeveränderungen durch Verbauungen erfolgten, haben wir Herrn Prof. Wagner bei der Vorarlberger Naturschau in Dornbirn angefragt, der unseren Brief an die Forsttechnische Abteilung für Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Bregenz, weiterleitete. Von dort gab uns Herr wirkl. Hofrat Dipl.-Ing. Alfons Jehly die folgende Auskunft, für die wir auch hier bestens danken möchten:

«Bei der, einen grossen Teil des Landes Vorarlberg betroffenen Hochwasserkatastrophe vom 15. 6. 1910 wurde die Gemeinde Vandans wohl am schwersten in Mitleidenschaft gezogen. Der Rellsbach führte ungeheure Schottermassen zu Tal, die Einhänge des Baches wurden weit hinauf angebrochen. Am oberen Ende des Schwemmkegels brach der Bach gegen die Ortschaft aus. Daraufhin setzte die Verbauung des Rellsbaches ein. Zunächst wurden, vermutlich 1910-1912, die Damm bauten am Schwemmkegel errichtet, davon auch der von Ihnen erwähnte abgepflasterte Damm am linken Ufer. Ergänzungen, Vorbauten von Spornen, der Bau von Sperren usw. erfolgten in diesem Bereich bis zum Jahre 1964. Die vor dem Damm nach oben anschliessende Strassenstützmauer wurde ebenfalls noch vor dem ersten Weltkrieg errichtet. Ebenso wurde in dieser Zeit die Verbauung im Talinnern, im steileren Mittellauf, begonnen. Mit Unterbrechungen wurde daran bis in die 30er Jahre gebaut.

Nach der erwähnten Katastrophe waren das Bachbett und seine Einhänge eine sterile Schotterwüste, in welcher sich erst allmählich wieder Pflanzen ansiedelten. Der junge Fichtenwald am rechten Ufer, in der Strecke zwischen dem oberen Ende des erwähnten Damms und der nächstfolgenden Brücke, dürfte auf diese Zeit zurückgehen, ebenso die alten Erlenbestände überall längs des Bachlaufes.

Wenn *Cystopteris sudetica* früher in diesem Bereich gefunden wurde, so wahrscheinlich in der südöstlichen, schattigen Talflanke. Gerade dort sind 1910 aber grössere Absetzungen und Anbrüche entstanden, welche heute wieder mit Wald bestockt sind. Unter den geänderten Verhältnissen dürfte es dem von Ihnen gesuchten Farn vielleicht nicht mehr zugesagt haben».

2) S. 323 (*C. dickieana*):

Die drei erwähnten norwegischen Pflanzen (*Cystopteris fragilis*, *C. dickieana* und der Bastard) wurden im August 1948 von Frau Gunvor Knaben bei Tröndelag, Opdalherred, Kongsvoll, 900 m, gesammelt (Brief vom 15. 8. 1948). Sie wuchsen unmittelbar zusammen, in einem Klumpen, und kamen so nach Kew. Von der Bastardpflanze wurden seinerzeit Zellpräparate bereitet, die sich noch in Leeds befinden. Sie zeigen stark gestörte Meiose, sodass sicher ein Bastard vorliegt. Die Ploidiestufe des stachelsporigen Elters ist jedoch leider nicht mehr mit Sicherheit feststellbar.

Die Figuren befinden sich auf den Seiten 331 bis 336.

Die Chromosomenzahlen von *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde von Berchtesgaden (Bayern)
sowie von *Cystopteris dickieana* Sim s. l. vom Foostock (Kanton Glarus, Schweiz)
Von I. Manton und T. Reichstein

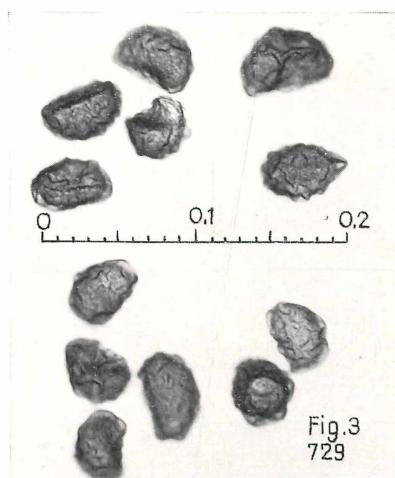
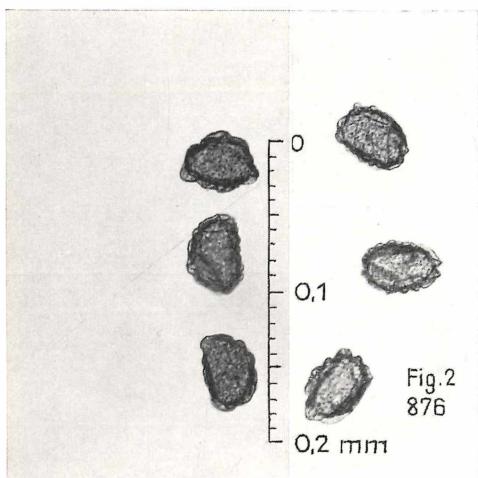
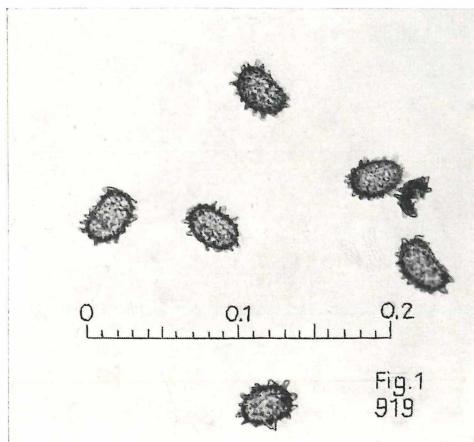


Fig. 1. Sporen von Nr. 919 = *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde vom Alpental bei Berchtesgaden (Bayern), ca. 1050 m, leg. J. D. Lovis u. T. Reichstein, 3. Sept. 1963.

Fig. 2. Sporen von Nr. 876 = *Cystopteris dickieana* Sim s. str. (tetraploid) von kultivierter Pflanze vom Locus classicus (Schottland).

Fig. 3. Sporen von Nr. 729 = *Cystopteris dickieana* Sim s. l. (hexaploid) von kultivierter Pflanze vom Foostock (Kt. Glarus, Schweiz). Die Sporen sind etwas grösser als diejenigen von Nr. 876

Die Chromosomenzahlen von *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde von Berchtesgaden (Bayern)
sowie von *Cystopteris dickieana* Sim s. l. vom Foostock (Kanton Glarus, Schweiz)
Von I. Manton und T. Reichstein

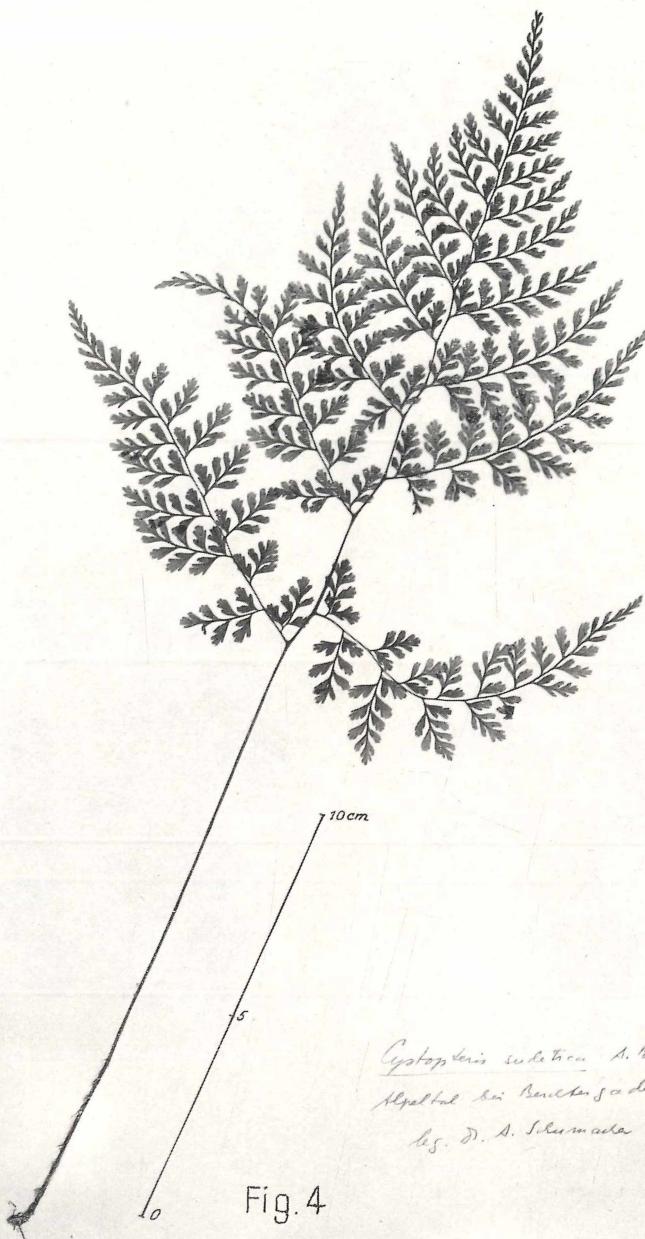


Fig. 4. Unreifer Wedel von *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde vom Alpeltal bei Berchtesgaden (Deutschland), ca. 1050 m, leg. Dr. A. Schumacher, 27. Juni 1963.

Die Chromosomenzahlen von *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde von Berchtesgaden (Bayern)
sowie von *Cystopteris dickieana* Sim s. l. vom Foostock (Kanton Glarus, Schweiz)

Von I. Manton und T. Reichstein

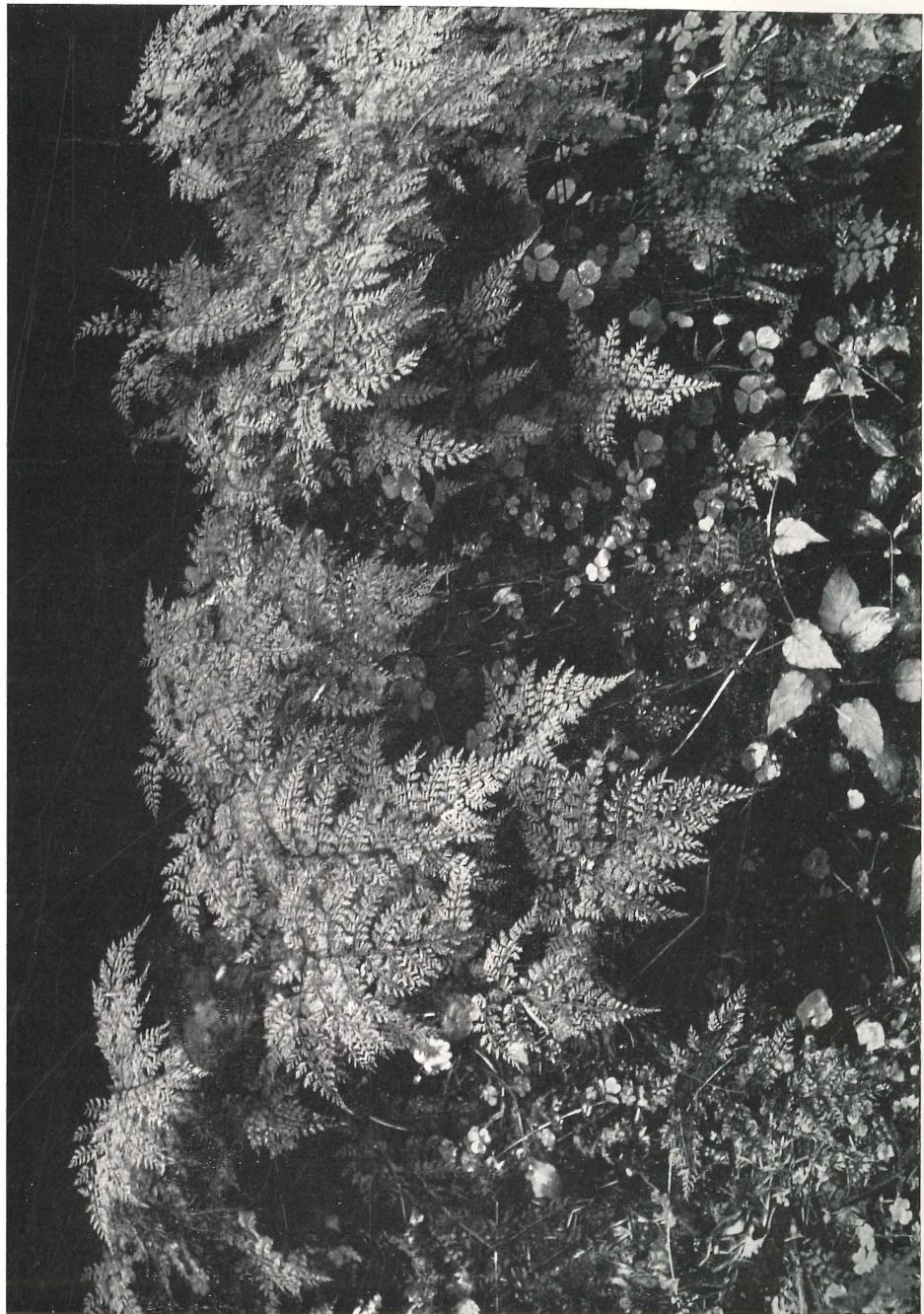


Fig. 5. Standortaufnahme von *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde im Alpental bei Berchtesgaden. Aufnahme T. Reichstein vom 3. Sept. 1963.

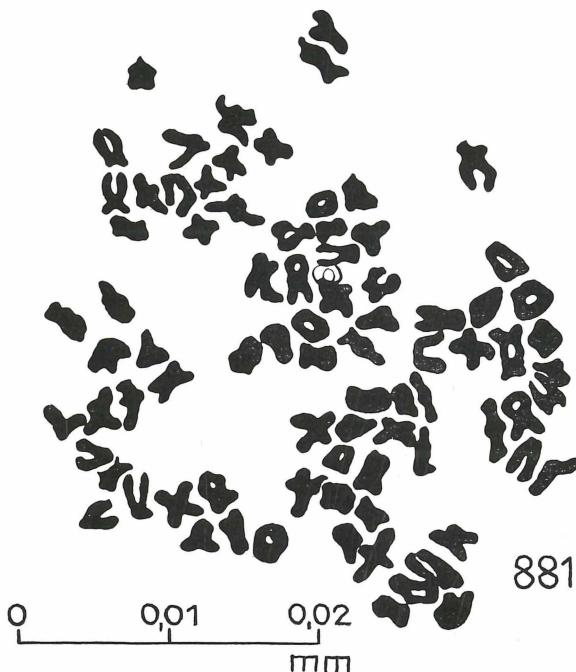


Fig. 6. Sporenmutterzelle von Nr. 881 = *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde von Berchtesgaden. Quetschpräparat, Färbung mit Karmin-Essigsäure. Meiose, es sind ca. 84 Bivalente sichtbar.

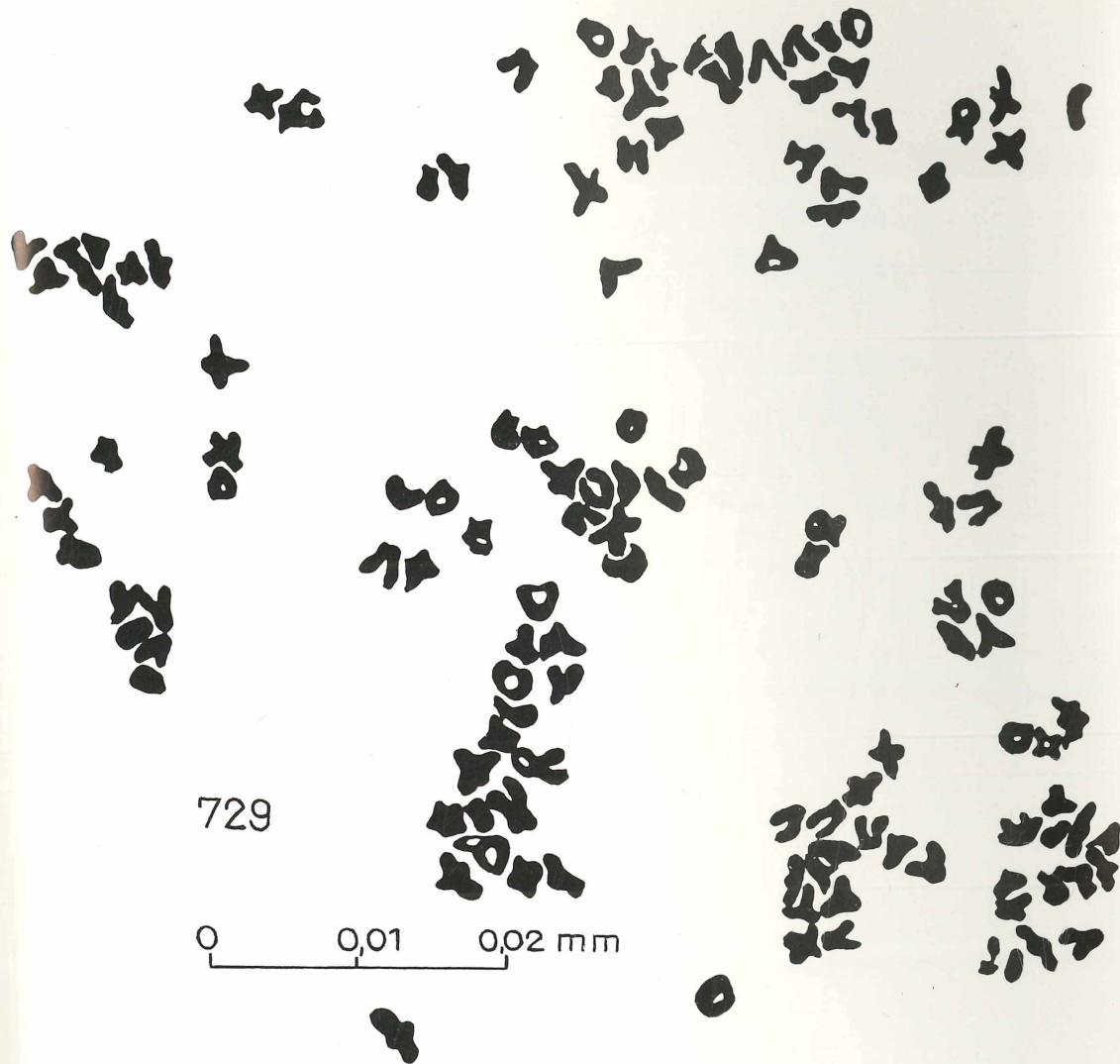


Fig. 7. Sporenmutterzelle von Nr. 729 = *Cystopteris dickieana* Sim s. l. (hexaploid) vom Foostock (Kt. Glarus, Schweiz), Methode wie oben. Meiose, es sind ca. 126 Bivalente sichtbar.

Die Chromosomenzahlen von *Cystopteris sudetica* A. Br. et Milde von Berchtesgaden (Bayern) sowie von *Cystopteris dickieana* Sim. s. l. vom Foostock (Kanton Glarus, Schweiz)

Von I. Manton und T. Reichstein

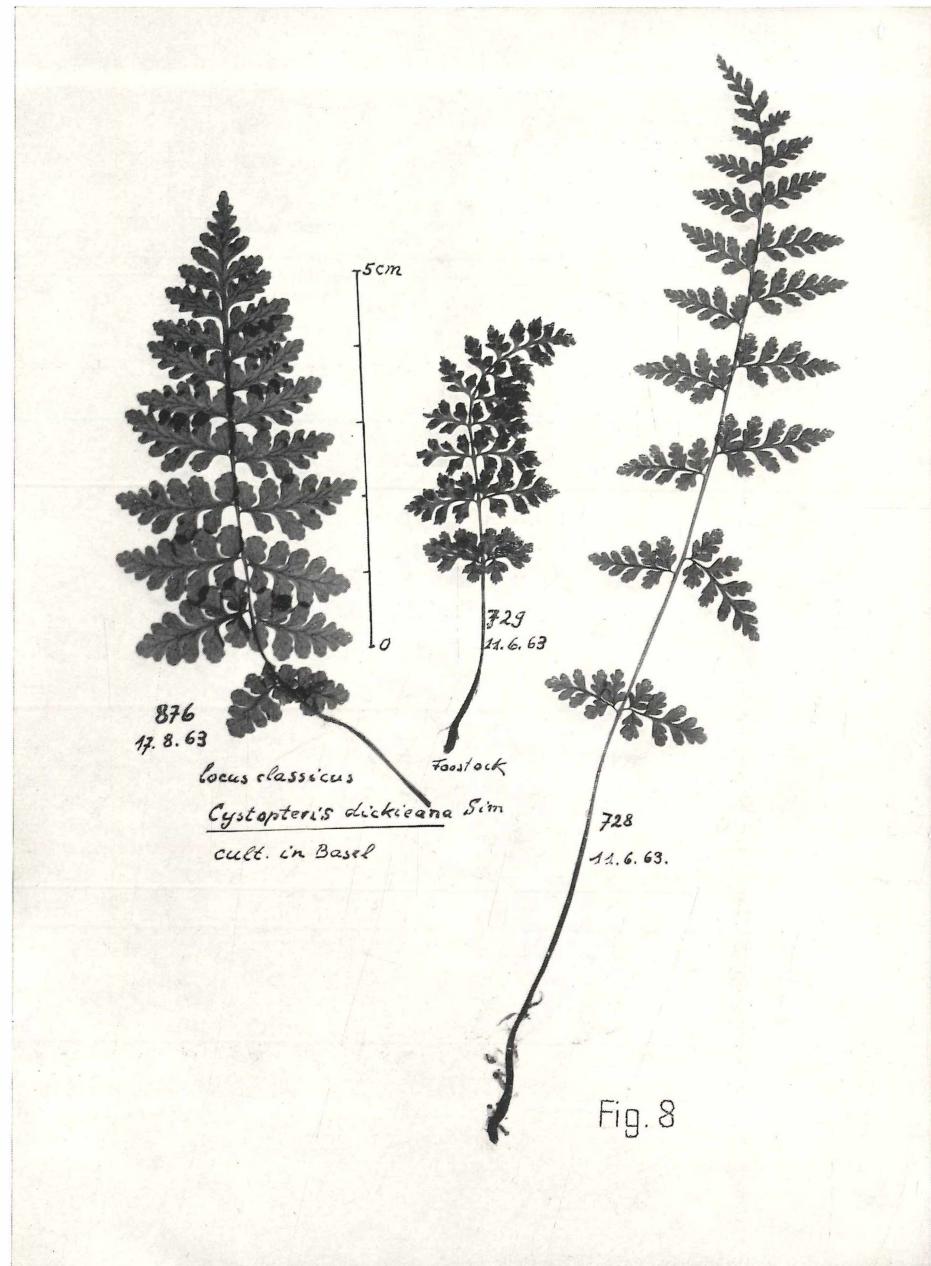


Fig. 8

Fig. 8. Gepresste Wedel von kultivierten Pflanzen, abgenommen in Basel an den angegebenen Daten. Nr. 876 = *Cystopteris dickieana* Sim s. str. (tetraploid) vom Locus classicus Schottland (seit 17. Juni 1963 kultiviert in Basel). Nr. 729 = *C. dickieana* Sim. s. l. (hexaploid) vom Foostock (Schweiz) ca. 2420 m (seit 1. Sept. 1962 kultiviert in Basel). Nr. 728 = *C. fragilis* (L.) Bernh. (vermutlich hexaploid, nicht kontrolliert, mit Stachelsporen) vom Foostock, ca. 2200 m (seit 1. Sept. 1962 kultiviert in Basel).