Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 80 (1970)

Artikel: Chromosomenzahlbestimmungen und Karyotypanalysen bei den Gattungen Anemone, Hepatica und Pulsatilla

Autor: Baumberger, Heinz

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-56300

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 01.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Chromosomenzahlbestimmungen und Karyotypanalysen bei den Gattungen Anemone, Hepatica und Pulsatilla

Von *Heinz Baumberger*

(Institut für Allgemeine Botanik der Universität Zürich)

Manuskript eingegangen am 27. Februar 1969

Inhaltsverzeichnis

Einführung 17

Abkürzungen 18

A. Methodischer Teil 19

B. Cytologischer Teil 30

1. Systematische Stellung und Gliederung der Gattungen 30
2. Chromosomenzahl 31
3. Chromosomenmorphologie 47
4. Karyotypanalysen 62

C. Diskussion 77

1. Chromosomenzahlbestimmungen 77
2. Karyotypanalysen 82

Zusammenfassung 83

Summary 85

Nachwort 86

Alphabetisches Verzeichnis der Arten 86

Verzeichnis der verwendeten Synonyme 87

Systematische Übersicht über die Chromosomenzahlen 88

Literaturverzeichnis 90

Einführung

Immer häufiger werden cytologische Befunde zur Lösung pflanzensystematischer Probleme mit herbeigezogen. Wie viele cytotaxonomische Arbeiten heute laufend erscheinen, zeigen die Sammelreferate über die Systematik der Samenpflanzen von Merxmüller (1963) und Ehrendorfer (1965, 1967). Moderne Florenwerke geben nebst den klassischen Bestimmungsmerkmalen wenn möglich auch die *Chromosomenzahl* an (Oberdorfer, 1962; Rothmaler, 1963; Tutin, 1963; Hess, Landolt u. Hirzel, 1967). Chromosomenatlanten bringen Zusammenstellungen von Zählungen (Darlington und Janaki-Ammal, 1945; Tischler, 1950; Delay, 1951; Darlington und Wylie, 1955; Löve und Löve, 1961a), während periodisch erscheinende Mitteilungen die neuesten Untersuchungen berücksichtigen (Documented

chromosome numbers of plants 1948ff., Index to plant chromosome numbers 1958ff., Löve und Solbrig, 1964, 1965; Löve, 1965, 1966).

Leider sind die Chromosomenzahlen vieler Arten noch unbekannt, was Arbeiten über Systematik und Evolution grösserer Gruppen sehr erschwert. Nach Tischler (1950) sind von den 3047 Gefässpflanzen Mitteleuropas bisher 2224, das heisst 73 %, auf ihre Chromosomenzahl hin untersucht worden. Er glaubt, dass sie höchstens bei 7 bis 10 % der auf der Erde vorkommenden Angiospermen bekannt ist (1955 in Tischler und Wulff, 1953–1963). Bei den 3417 Anthophytenarten Rumäniens sind nach Tarnavschi (1947) von 2102 (= 62 %) die Chromosomenzahlen bekannt; nur ein kleiner Teil davon wurde an spontanem Material Rumäniens bestimmt. Darlington und Wylie (1955) geben an, dass die Zahlen von etwa 50000 Blütenpflanzen aus 20000 Arten bekannt seien. Von den 322 Familien in Hutchinsons «Families of Flowering Plants» sind in ihrem Chromosomenatlas erst 241 Familien vertreten. Nur an etwa 5 % der 20000 Orchideenarten ist bisher der Chromosomensatz untersucht worden (Meili, 1965). Die «*Flora Europaea*» (Tutin, 1964) führt bei 13 von 28 Arten (= 46 %) der Gattungen *Anemone*, *Hepatica* und *Pulsatilla* die Chromosomenzahl an. Nach dem Abschluss der vorliegenden Untersuchungen über diese drei Gattungen sind erst 75 von 124 Arten (= 61 %) cytologisch bestimmt.

Grösse und Form der Chromosomen sind weitere Merkmale, die Vergleiche zwischen verschiedenen Gruppen ermöglichen (Patau, 1960, 1965; Kobel, 1967). Die Beobachtung von zwei verschieden grossen Chromosomentypen bei den Ranunculaceen veranlasste Langlet (1932) zu seiner neuen Gruppierung, die von Gregory (1941) und Zimmermann (in Hegi, 1965) übernommen wurde. Auch die Bedeutung der *Polyploidiestufen* wurde schon mehrfach diskutiert (in neuerer Zeit von Tarnavschi, 1947; Favarger, 1950, 1961; Stebbins, 1950, 1966; Böcher, 1961; Löve und Löve, 1961a, 1961b; Rieger, 1963; Ehrendorfer, 1965).

Die Anemonen im weiteren Sinne (heutige Gattungen *Anemone*, *Hepatica* und *Pulsatilla*) sind nach Langlet (1932) bezüglich der Chromosomenzahlen zweifellos einer der interessantesten Formenkreise der Ranunculaceen. In den letzten Jahren sind laufend kleinere und grössere cytologische Arbeiten darüber erschienen (Kurita, 1955ff.; Heimburger, 1959ff., usw.; vergleiche Diskussion). Der ursprüngliche Plan, einige interessante Fragen bei den schweizerischen Vertretern der Anemonen abzuklären, scheiterte am Fehlen umfassender und einheitlicher Grundlagen. Es erwies sich daher als notwendig, unter Berücksichtigung der einschlägigen Literatur und mit Hilfe neuer Auswertungsverfahren, diese Ausgangsbasis durch möglichst breit angelegte Untersuchungen über Zahl und Morphologie der Chromosomen zu schaffen.

Besonders interessant schien es, eine grössere Gruppe möglichst vollständig zu bearbeiten, um Grundsätzliches und Abgeleitetes besser erkennen zu können. Die bisherigen Zählungen wurden an Material verschiedener Herkunft überprüft und ergänzt, die Befunde über die Morphologie zu Karyotypanalysen verwendet, welche Hinweise auf die Evolution der Chromosomensätze geben können.

Abkürzungen

AI	Armindex
rL	relative Länge

Kantone der Schweiz:

AG	Aargau
BE	Bern

t	terminale Region, t-Chromosomen	BL	Baselland
st	subterminale Region, st-Chromosomen	GR	Graubünden
sm	submediane Region, sm-Chromosomen	SH	Schaffhausen
m	mediane Region, m-Chromosomen	SO	Solothurn
TR	Translokation	SZ	Schwyz
INV	Inversion	TI	Tessin
ZF	zentrische Fusion	VS	Wallis
5	unverändertes Chromosom	ZH	Zürich
5'	verändertes Chromosom		
5"	zweimal verändertes Chromosom		

A. Methodischer Teil

1. Material

Die Absicht, sämtliche Arten der Gattungen *Anemone*, *Hepatica* und *Pulsatilla* zu untersuchen, liess sich verständlicherweise nicht verwirklichen, sind doch gewisse Arten, hauptsächlich zentral- und ostasiatische sowie zentralamerikanische, so selten, dass sie nicht einmal mehr ihrem Monographen (Ulbrich, 1906a) zur Verfügung standen. Für die vorliegende Arbeit konnten 351 lebende *Pflanzen* (inbegriffen die aus Rhizomen und Knollen gezogenen) und 526 *Saatgutproben* von verschiedenen Naturstandorten beschafft oder aus Botanischen Gärten sowie von spezialisierten Staudenzüchtern und Samenhandlungen bezogen werden. 56 Arten (von 124) wurden untersucht.

2. Keimung und Aufzucht

In der Literatur sind nur wenige, sich zum Teil widersprechende Angaben über die Keimung bei den Anemonen zu finden (Janczewski, 1890; Correvon, 1900; Archie, 1932; Lüdi, 1932; Nichols, 1934; Guinochet, 1935; Ingwersen, 1936; Carleton, 1937; Atwater, 1939; Heit, 1951; Martin, 1958; Encke, 1958; Trela, 1963b; Jelitto und Schacht, 1963/1966). Es scheint festzustehen, dass die Anemonen im allgemeinen Licht- und Frostkeimer sind und am besten gleich nach der Ernte im Spätsommer ausgesät werden. Sie keimen dann im nächsten Frühjahr, können aber auch bis zum zweiten Jahr überliegen.

Zur Abklärung der *Keimbereitschaft* wurden folgende Versuche durchgeführt:

Versuch 1: Keimung in Petrischalen (Früchte in Wasser eingeweicht, auf feuchtem Löschpapier ausgelegt, Beobachtungszeit maximal 22 Monate)

a) Aufzucht bei Zimmertemperatur (ca. +20 °C)
b) Aufzucht im Kühlschrank bei feuchter Kälte (+2 bis +4 °C)
c) Aufzucht während einiger Wochen im Kühlschrank, dann bei Zimmertemperatur

Versuch 2: Keimung in Erde (Aussaat in Tontöpfen mit torfhaltiger Anzuchterde, Beobachtungszeit maximal 21 Monate)

a) Aufzucht im Freien
b) Aufzucht im Kalthaus (+17 bis +18 °C)

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt. Bei den Versuchen 1a bis 1c bedeutet die erste angegebene Zahl die Anzahl der ausgelegten Früchte,

die zweite die Anzahl der gekeimten Früchte; bei den Versuchen 2a und 2b nennt die erste Zahl die Anzahl der angesäten Töpfe, die zweite die Anzahl der Töpfe mit mindestens einem Keimling.

Tabelle 1

Ergebnisse der Keimversuche (vgl. Erklärungen im Text)

		Versuch 1						Versuch 2			
Nr.	Art	a		b		c		a		b	
11.2	*A. ranunculoides*	52	0	52	0	52	0	2	0	1	0
6	*A. trifolia*							3	1	5	3
9	*A. altaica*	20	7	20	0	20	9	2	2	4	4
10	*A. nemorosa*	652	0	52	0	52	0	10	0	12	0
14	*A. reflexa*							2	2	2	2
16	*A. blanda*							2	1	2	0
17	*A. baicalensis*	20	16	20	0	20	11	2	2	3	3
12.1	*A. mexicana*							2	2	2	2
2	*A. rivularis*	10	1	10	0			2	2	2	2
6	*A. leveillei*	10	7	10	1	10	3	2	2	1	1
13.6	*A. obtusiloba*							1	0	1	0
14.1	*A. baldensis*	46	2	46	0	30	0	7	4	9	0
3	*A. tetonensis*							2	0	2	1
4	*A. palmata*	20	9	20	0	20	6	2	1	3	3
5	*A. pavonina*							2	2	2	2
6	*A. hortensis*							3	3	4	4
7	*A. coronaria*	42	28	42	13	26	16	2	2	3	2
12	*A. parviflora*							4	3	4	2
13	*A. vitifolia*	20	0	20	0	20	0	3	2	4	4
14	*A. japonica*	72	4	72	0	56	0	5	4	3	3
15	*A. sylvestris*	977	7	52	0	36	0	12	9	12	8
16	*A. rupicola*							2	1	2	2
17	*A. virginiana*	20	3	20	0	20	0	5	4	6	4
18	*A. riparia*							3	3	3	2
19	*A. cylindrica*	610	2	10	0	10	0	5	5	6	5
20	*A. multifida*	50	10	50	0	50	1	10	8	8	8
21	*A. decapetala*							2	2	1	1
26	*A. petiolulosa*							1	0	1	0
15.1	*A. dichotoma*							2	1	2	2
16.1	*A. narcissiflora*	152	0	65	0	65	1	15	5	16	7
2	*A. demissa*							1	1	1	1
3	*A. polyanthes*							2	2	2	1
4	*A. elongata*	10	1	10	0	10	0	2	2	2	1
5	*A. tetrasepala*	10	8	10	3	7	1	2	2	2	2
7	*A. biarmiensis*							1	0	1	0
9	*A. crinita*							3	3	3	3
10	*A. sibirica*	20	0	20	0	20	4	2	2	2	2
21.1	*H. nobilis*							4	1	4	0
2	*H. acutiloba*							1	0	1	0
3	*H. transsilvanica*							1	0	1	0
31.1	*P. kostyczewii*							1	0	1	0
33.1	*P. alpina*	36	2	36	2	20	0	15	4	16	4
2	*P. alba*							7	5	7	3
3	*P. aurea*							2	1	2	2
4	*P. occidentalis*							4	2	4	2

Nr.	Art	Versuch 1 a		b		c		Versuch 2 a		b	
34.1	*P. cernua*							1	0	1	0
35.1	*P. patens*							5	5	7	6
2	*P. flavescens*							3	3	3	3
4	*P. vernalis*	445	0	20	0	20	0	9	5	11	8
5	*P. albana*							5	3	4	4
6	*P. campanella*							1	1	1	1
8	*P. bungeana*							3	3	3	3
10	*P. regeliana*							2	2	2	2
13	*P. pratensis*							10	5	11	3
14	*P. montana*	36	9	36	0	26	9	3	2	4	2
15	*P. rubra*							3	2	4	3
16	*P. slavica*							4	4	4	4
17	*P. taurica*							1	0	1	0
18	*P. styriaca*							2	1	2	1
19	*P. halleri*							3	3	3	3
21	*P. grandis*							5	3	5	3
22	*P. vulgaris*	284	59	84	7	72	45	10	8	9	7
		3614	181	777	26	662	106	235	147	250	152
		= 5 %		= 3 %		= 16 %		= 63 %		= 61 %	

Tabelle 2

Übersicht über die Ergebnisse der Keimversuche

Versuch 1 (Keimversuche in Petrischalen)

sowohl bei a, b und c keimten:
A. leveillei, A. coronaria, A. tetrasepala, P. vulgaris

nur bei a und b keimten:
P. alpina

nur bei a und c keimten:
A. altaica, A. baicalensis, A. palmata, A. multifida, A. narcissiflora, P. montana

nur bei a keimten:
A. rivularis, A. baldensis, A. japonica, A. sylvestris, A. virginiana, A. cylindrica, A. elongata

unter keinen Umständen keimten:
A. ranunculoides, A. nemorosa, A. vitifolia, P. vernalis

Versuch 2 (Keimversuche in Erde)

alle Proben gekeimt (19 Arten = 31 % der untersuchten Arten):
A. altaica, A. reflexa, A. baicalensis, A. mexicana, A. rivularis, A. leveillei, A. pavonina, A. hortensis, A. decapetala, A. demissa, A. tetrasepala, A. crinita, A. sibirica, P. flavescens, P. campanella, P. bungeana, P. regeliana, P. slavica, P. halleri

sowohl gekeimte als nicht gekeimte Proben (33 Arten = 53 %):
A. trifolia, A. blanda, A. baldensis, A. tetonensis, A. palmata, A. coronaria, A. parviflora, A. vitifolia, A. japonica, A. sylvestris, A. rupicola, A. virginiana, A. riparia, A. cylindrica, A. multifida, A. dichotoma, A. narcissiflora, A. polyanthes, A. elongata, H. nobilis, P. alpina, P. alba, P. aurea, P. occidentalis, P. patens, P. vernalis, P. albana, P. pratensis, P. montana, P. rubra, P. styriaca, P. grandis, P. vulgaris

keine Probe gekeimt (10 Arten = 16 %):
A. ranunculoides, A. nemorosa, A. obtusiloba, A. petiolulosa, A. biarmiensis, H. acutiloba, H. transsilvanica, P. kostyczewii, P. cernua, P. taurica

Von total 5053 ausgelegten Früchten keimten nur 313 (= 6,2 %), während bei den 485 angesäten Töpfen 299 (= 61,6 %) mindestens einen Keimling zeigten.

Die beiden nah verwandten Arten *A. ranunculoides* und *A. nemorosa* zeigten keinerlei Keimbereitschaft (vgl. S. 78), während sich die beiden Arten *A. leveillei* und *A. tetrasepala* als Universalkeimer entpuppten. Versuche, die Keimfähigkeit verschiedener Arten durch Vorbehandlung mit konzentrierter Schwefelsäure oder Alkohol (96 %) zu beeinflussen, zeitigten keine Erfolge.

Genügend grosse, erstarkte Jungpflanzen wurden in neue Töpfe umgesetzt und nach einer Ruheperiode im Kalthaus in einem Triebkasten im Versuchsgarten des Institutes für Allgemeine Botanik der Universität Zürich (450 m ü. M.) in die Erde eingesenkt, im Sommer wenn nötig schattiert, im Winter mit Tannästen abgedeckt. Die Entwicklung bis zur Blüte dauert meist einige Jahre. Herbarbelege werden im Botanischen Museum der Universität Zürich deponiert.

3. Präparation

Die vorliegende Arbeit enthält nur Untersuchungen von *Mitosen im Wurzelspitzenmeristem*. Die Meiosen scheinen meist im Laufe des Winters in den unter der Erdoberfläche liegenden Knospen abzulaufen (Bütow, 1955, und eigene Beobachtungen). Wegen der geringen Anzahl von Blütenknospen (z.B. bei *Pulsatilla*) ist für Untersuchungen der Meiose eine grössere Zahl von Pflanzen jeder Art nötig, als sie mir zur Verfügung stand.

Auf der Aussenseite des Topfballens zeigt sich nach reichlicher Bewurzelung das mehr oder weniger dichte, dunkelbraune Wurzelgeflecht mit den weissen, 0,5 bis 1 mm langen Wurzelspitzen. Die Wurzeln sind stark verzweigt, meist sehr dünn (0,1 bis 0,5 mm) und oft brüchig. Im Winter schliesst das braune Abschlussgewebe die Wurzelspitze völlig ein (Martin, 1958). Untersuchungen von Karsten (1915), Rotta (1949), Brauer (1949a, 1949b, 1950) und Zinecker-Brauer (1953) zeigen das Fehlen einer Tagesperiodizität der Mitosehäufigkeit in Wurzeln, im Gegensatz zu den dem Tageslicht ausgesetzten Sprossvegetationspunkten. Martin (1958) befasste sich mit der Jahresperiodizität bei *Pulsatilla montana* und fand eine Mitosehäufigkeit von maximal 3 % (gegen 8,4 % bei *Vicia faba*, Brauer, 1949a) vom Juni bis zum August, dann ein Absinken im Herbst, praktisch 0 % vom November bis zum März und schliesslich einen Wiederanstieg während des Frühjahrs.

Vom Frühling bis in den Spätsommer, meist zwischen 10 und 15 Uhr, wurden 1 bis 2 cm lange Wurzelenden, die eine weisse Spitze zeigten, mit der Pinzette abgezupft und für 2 bis 4 Std. in wässerige Lösung von Colchicin (0,02 bis 0,05 %, Sandoz AG, Basel) gebracht. Eine statistische Untersuchung von Patau (1960) zeigt, dass Colchicin keinen signifikanten Einfluss auf die Kontraktion der Chromosomen hat. Nach 2- bis 3stündiger Fixierung in der Lösung nach Carnoy (6 Teile Alkohol abs., 3 Teile Chloroform, 1 Teil Eisessig) blieben die Wurzeln über Nacht in Alkohol (96 %) im Kühlschrank. Anschliessend wurde während etwa 12 Min. in Salzsäure (1n, 60 °C) hydrolysiert und 2 bis 4 Std. nach Feulgen gefärbt. Darauf konnten die Wurzelspitzen zu Quetschpräparaten verarbeitet werden (Darlington und La Cour, 1963, S. 118).

4. Messung

Für vergleichende Untersuchungen an verschiedenen Karyotypen ist es nötig, die Grösse der einzelnen Chromosomenarme zu kennen. Ledley und Ruddle (1966)

haben bei der Computeranalyse des Chromosomensatzes eines Hamsters festgestellt, dass die Armprojektionsfläche hinreichend genau durch die Armlänge repräsentiert wird. Die *Chromosomenlängen* lassen sich für einfache Vergleiche und bei gerade ausgestreckten Armen direkt im Mikroskop mit Hilfe eines *Messokulars* bestimmen. Grössere Genauigkeit wird erreicht, wenn der Chromosomensatz mit Hilfe eines *Zeichenapparates* oder einer *Mikroprojektionseinrichtung* vom Mikroskop auf den Tisch projiziert und dort auf Papier nachgezeichnet wird. Diese Methode hat den Vorteil, dass durch Bedienen der Mikrometerschraube auch Teile einbezogen werden können, die aus der Hauptprojektionsebene herausragen. Nachteilig ist, dass sich die Chromosomen bei Verwendung von Zeichenapparaten für genaue Messungen nicht genügend vergrössern lassen.

Ausgewählte Metaphaseplatten (Chromosomen in einer Ebene liegend, ohne Überschneidungen) wurden mit Hilfe des *Zeiss-Photomikroskopes* (Objektive Apo 40/1,0 Öl und Planapo 110/1,32 Öl) auf Kleinbildfilm Agepe FF photographiert. Nicht bewährt hat sich die Projektion und anschliessende Nachzeichnung des Negativs mit einem Diaprojektor oder einem Vergrösserungsapparat. Fraccaro und Lindsten (1960) projizierten die Negative ihrer Mikroaufnahmen mit Hilfe eines Mikrofilm-Lesegerätes ungefähr 10fach vergrössert auf ein Blatt weisses Papier. Ich selbst habe versuchsweise mit dem 3-M-Reader-Printer «Filmac 100», einem Mikrofilm-Lese- und -Kopiergerät, einige 13fache Vergrösserungen von kontrastreichen Aufnahmen hergestellt und direkt ausgewertet. Für die massgebenden Ausmessungen sind alle guten Mikroaufnahmen auf hartem Hochglanz-Photopapier 18/24 cm formatfüllend *vergrössert* worden. Da auf diesen Bildern weder gezeichnet noch ausgemessen werden kann, habe ich davon *Pausen* auf sehr dünner, einseitig matter und praktisch völlig durchsichtiger Azetatfolie hergestellt, indem von den Chromosomen Centromerlage, Enden und Längsachse durchgepaust wurden.

In der Literatur sind bereits verschiedene Ausmessverfahren erwähnt. Chromosomen, deren Arme relativ kurz und darum gerade sind, können mit Hilfe eines genauen *Massstabes* ausgemessen werden. Sind sie leicht gebogen, lässt sich die Mittelachse durch einen Polygonzug ausdrücken und ausmessen (Patau, 1960; Kobel, 1967). Genauer wird das Ergebnis, wenn die einzelnen Teilstrecken mit einem Stechzirkel auf Millimeterpapier übertragen und dabei gleich summiert werden. Maguire (1962) benützte einen elastischen Draht, den er den Konturen des Chromosoms entlang legte. Für die vorgesehenen Auswertungen genügten diese Verfahren nicht, besonders weil die Chromosomen der Anemonen in den Quetschpräparaten starke Krümmungen aufweisen können. Das Abtasten der Chromosomenlängsachse mit einem *Stechzirkel* befriedigte nicht, da es unmöglich ist, den einmal gewählten Spitzenabstand von beispielsweise 1 mm immer wieder genau einzustellen. Statt dessen fand sich ein idealer Ersatz in den Zeichenrädchen (Pausrädchen), die beim Beschriften von Wachsmatrizen verwendet werden (z.B. *Punktierrädchen* Gestetner RPS 1, Durchmesser 4 mm, Zahnabstand ca. $^2/_3$ mm). Hauschtek und Meili (1967) wandten als erste diese Methode mit gutem Erfolg an. In ihrer Arbeit wird auch das Problem der Messung im Unschärfebereich am Rande des photographierten Chromosoms diskutiert. Die Genauigkeit der *Kurvenmesser*, die für Distanzmessungen auf Landkarten verwendet werden, hat sich als völlig ungenügend erwiesen, obschon diese Methode von Fraccaro und Lindsten (1960) und Brögger (1967) verwendet wurde. Glücklicherweise habe ich später noch ein Präzisionsinstrument zum Ausmessen der Länge

von krummen Linien gefunden. Das Amsler-*Kurvimeter* Typ 812a (Abb. 1, zur Verfügung gestellt von der Firma Alfred J. Amsler & Co., Schaffhausen) wird mit Hilfe eines Fadenkreuzes der zu messenden Kurve entlanggeführt. Die kleinste auf dem Zählwerk ablesbare Einheit entspricht 0,064 mm. Damit dürfte die grösste sinnvolle Genauigkeit bei der Ausmessung von Chromosomen erreicht sein. Noch einen Schritt weiter taten allerdings Ledley und Ruddle (1966) in ihrer Chromosomenanalyse mit Hilfe des *Computers*. Mikrophotographien von Chromosomensätzen aus menschlichen Blutkulturen wurden innert 20 Sek. ausgemessen und nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Die *mathematische Auswertung* meiner Messwerte erfolgte mit dem Diehl-Combitron (elektronisches Rechensystem mit Programmspeicher, zur Verfügung gestellt von der Firma Ernst Jost AG, Zürich).

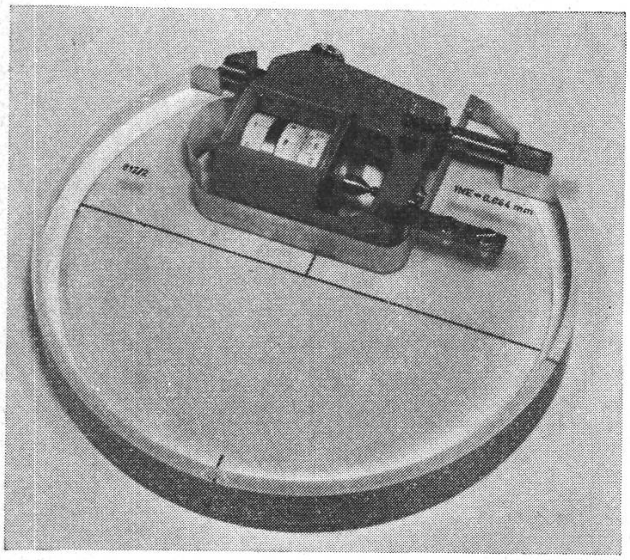


Abbildung 1

Kurvimeter zum Messen der Chromosomenlänge

5. *Auswertung*

a) Chromosomenzahl

Die Zahl der Metaphaseplatten in den Wurzeln der Anemonen ist meist sehr gering. Pro verarbeitete Wurzelspitze kann im Durchschnitt nur mit 2 bis 3 zählbaren Chromosomensätzen gerechnet werden. Auch Martin (1958) weist auf die sehr niedrige Kernteilungsrate bei *Pulsatilla montana* hin. Von jedem brauchbaren Satz wurde eine Mikrophotographie oder eine Mikrofilmkopie erstellt.

b) Chromosomenmorphologie

Die Chromosomensätze variieren nicht nur in bezug auf die Zahl der Chromosomen, sondern auch in ihrer Morphologie. Als Unterscheidungsmerkmale kommen in Betracht:

Länge, Breite, Projektionsfläche und Volumen der Chromosomen
Lage des Centromers
Vorkommen und Grösse von Satelliten
Vorkommen und Lage von sekundären Einschnürungen
Vorkommen und Verteilung von heterochromatischen Stellen

Als brauchbarer Wert für vergleichende Untersuchungen hat sich die *relative Länge* (rL) eines Chromosoms erwiesen, das heisst die absolute Länge des Chromosoms, bezogen auf die Gesamtlänge aller Chromosomen im Satz. Der sich ergebende Quotient wird mit Vorteil als Prozentwert angegeben. Bei dieser Methode werden allfällige Differenzen in der absoluten Länge der Chromosomen (z.B. durch verschiedene Kernteilungsstadien, verschiedene Wirkung der Präparationsmethode oder die natürliche Schwankung der Spiralisation), die zwischen verschiedenen Chromosomensätzen der gleichen Art auftreten können, ausgeglichen (z.B. Heneen, 1962, bei *Agropyron*). Die natürliche Variation der Chromosomenlänge wird gelegentlich als so gross angenommen, dass dadurch massgebende und vergleichbare Aussagen über die Struktur eines Chromosomensatzes unmöglich würden. Brauer (1949a, 1949b) hat dagegen in sehr sorgfältigen Untersuchungen an Wurzelspitzenmitosen von *Vicia faba* festgestellt, dass die Grössenvariabilität der Chromosomen im gleichen Gewebe im Normalfall von ganz untergeordneter Bedeutung ist. Tjio und Hagberg (1951), welche Röntgenmutanten von Gerste cytologisch untersuchten, fanden eine recht grosse Längenschwankung zwischen den einzelnen Sätzen. Es wurde aber kein Hinweis gefunden, dass gewisse Chromosomen stärker kontrahieren als andere; allfällige Variationen betreffen ohne Ausnahme den ganzen Chromosomensatz. Kobel (1967) fand bei Schlangen, dass in einem Muster von 20 Mitosen der längste Satz 1,9mal so lang ist wie der kürzeste; trotzdem bleiben relative Länge und Armindex konstant. Patau (1960) glaubt dagegen, dass die Änderung der Chromosomenspiralisation nach Colchicinbehandlung kurze und lange Chromosomen nicht gleichmässig betreffe. Bei eindeutig identifizierbaren, grossen Chromosomen aus je 10 Zellen von Rhesusaffe und Mensch betrug die Längenschwankung 5,8 %. Diese Zahl scheine das absolute Minimum der Längenvariation zu sein. Maguire (1962) konnte die zehn Chromosomen von *Zea mays* voneinander unterscheiden und deren beobachtete Längen einer statistischen Analyse unterziehen. Sie fand für das einzelne Chromosom sogar eine Variation der Länge von 20 bis 25 % des Mittelwertes, die aber wiederum alle Chromosomen gleichmässig betraf.

Sollen Chromosomensätze mit verschiedenen Chromosomenzahlen verglichen werden, so ist der direkte Vergleich der relativen Längen nicht immer möglich. Handelt es sich lediglich um eine andere Ploidiestufe, also z.B. um $2n = 32$ statt $2n = 16$, so werden alle relativen Längenwerte nur noch halb so gross (im Durchschnitt $^1/_{32}$ von 100 % statt $^1/_{16}$). In einer Darstellung im Koordinatennetz kann dies durch Anwendung eines doppelt so grossen Massstabes kompensiert werden. Heneen (1962) hat für die auf der Basiszahl $x = 7$ aufbauenden Chromosomensätze verschiedene Äquivalenzwerte (Ä) verwendet, um direkte Vergleiche vornehmen zu können:

$2n = 28$	Ä = 100
$2n = 35$	Ä = 125
$2n = 42$	Ä = 150
$2n = 49$	Ä = 175

Diesem Vorschlag entsprechend, müsste im vorher erwähnten Beispiel für den tetraploiden Chromosomensatz von $2n = 32$ ein Äquivalenzwert von 200 eingesetzt werden.

Schwieriger wird der Vergleich von Arten, die sich um ein Chromosomenpaar unterscheiden ($2n = 14$ statt 16). Ist die Reduktion durch Translokation ohne jeden

Verlust zustande gekommen, so bleibt die Gesamtlänge des Chromosomensatzes gleich; die durch die Translokation betroffenen Chromosomen werden eine andere relative Länge erhalten, während der Wert für die unbeteiligten Chromosomen gleichbleibt. Ist aber Material verlorengegangen, so bewirkt dies eine Vergrösserung der relativen Längen der Chromosomen gegenüber denjenigen des ursprünglichen Satzes, eine proportionale für alle unbeteiligten Chromosomen, eine unregelmässige für die in ihrer absoluten Länge veränderten Chromosomen. Nur selten wird aber eine genaue Diagnose möglich sein. Sofern sich in zwei zu vergleichenden Sätzen ein einzelnes Chromosom oder besser eine ganze Gruppe als eindeutig konstant erweist, kann die Berechnung der relativen Grössen auf dieser Basis vorgenommen werden, wie dies Grob (1966) bei *Crepis capillaris* und *C. nicaeensis* gelang.

Die *Lage des Centromers* ist bei den meisten Chromosomen eindeutig feststellbar. Sie kann deskriptiv in Worten angegeben werden. Die verschiedenen gebräuchlichen Bezeichnungen werden ganz uneinheitlich verwendet. Levan, Fredga und Sandberg (1964) empfehlen deshalb ein System, bei welchem das Chromosom in acht Regionen unterteilt wird (Abb. 2a).

Die Lage des Centromers lässt sich mathematisch genauer durch eine Verhältniszahl ausdrücken, das sogenannte *Armverhältnis* (als Quotient) oder den *Armindex* (in Prozenten).

Wenn a = Länge des kurzen Arms
b = Länge des langen Arms
$l = a+b$ = Länge des ganzen Chromosoms
v = Quotient

Abbildung 2

a) Die acht Regionen eines Chromosoms (nach Levan, Fredga und Sandberg, 1964)

T Endpunkt
t terminale Region
st subterminale Region
sm submediane Region
m mediane Region
M Mittelpunkt

b) Sechs gleich lange Chromosomen, deren Centromer C je um $^1/_{10}$ ihrer Länge verschoben ist.

c) Vergleichende graphische Darstellung der Armverhältnisse der obigen sechs Chromosomen, berechnet nach den Methoden v_2 und v_4.

v_2 Längenverhältnis kurzer Arm:langer Arm
v_4 Längenverhältnis kurzer Arm:ganzes Chromosom
d Differenz der Armindizes zweier aufeinanderfolgender Chromosomen

Bei der Methode v_2 sind die Differenzen der Armindizes nicht gleich gross; die Punkte liegen deshalb nicht auf einer Geraden. Im Gegensatz dazu sind bei der Methode v_4 alle Differenzen gleich gross und die Punkte deshalb linear angeordnet.

Abszisse: Nummern der Chromosomen in Abbildung 2b
Ordinate: Armindex, links nach der Methode v_2, rechts nach der Methode v_4
punktierte waagrechte Linie: Aufteilung des Diagramms

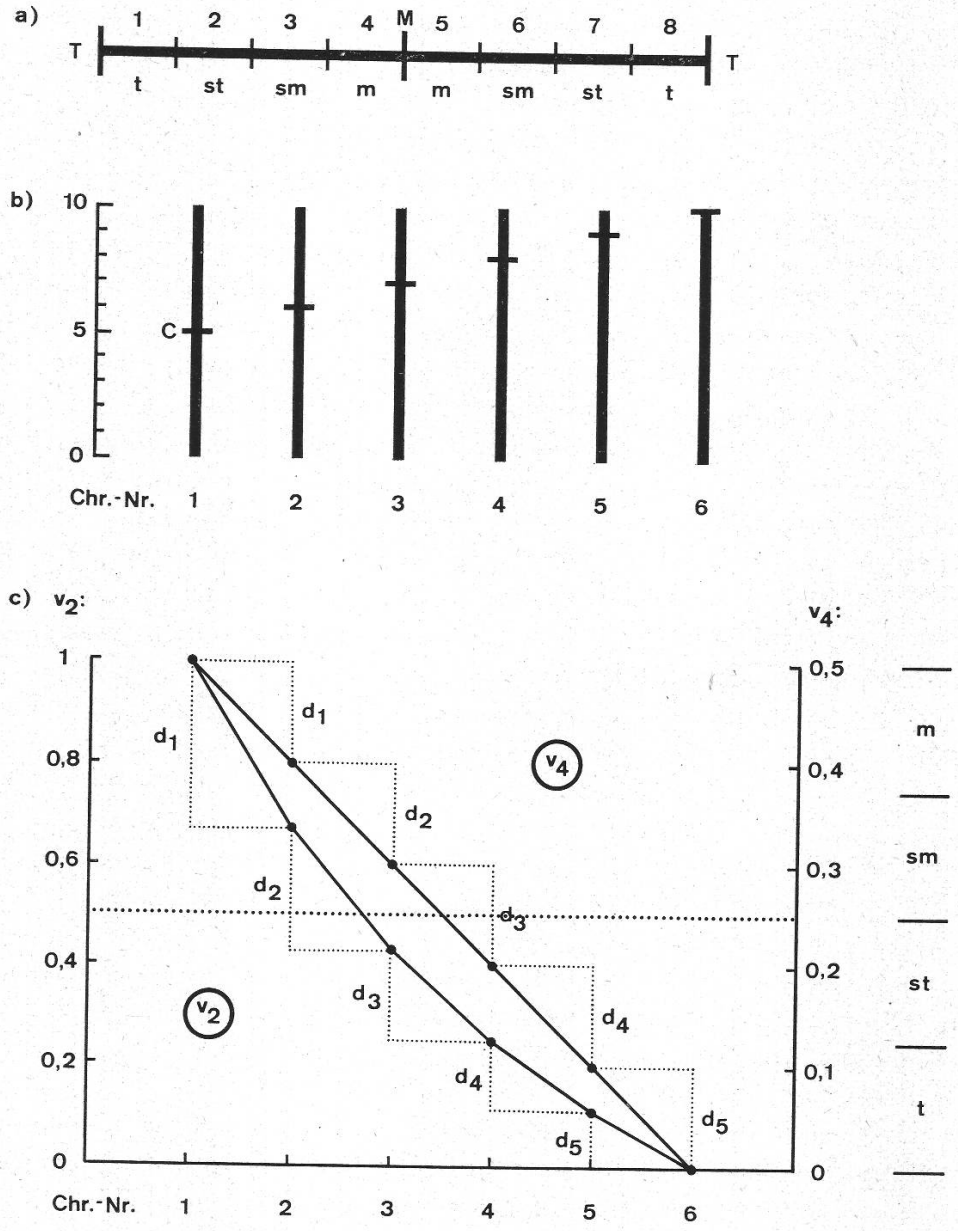
Bei der Methode v_2 liegen nur 33 ⅓ % aller möglichen Punkte in der oberen Hälfte des Diagramms, 66 $^2/_3$ % dagegen in der unteren, während bei der Methode v_4 die Verteilung 50:50 % ist.
Zahlenwerte in der Tabelle 3, weitere Erklärungen im Text

so bestehen folgende 4 Möglichkeiten:

$v_1 = b:a$ (Patau, 1960; Fraccaro und Lindsten, 1960; Maguire, 1962; Levan, Fredga und Sandberg, 1964)
$v_2 = a:b$ (Tjio und Hagberg, 1951; Kurita, 1955ff.; Heimburger, 1959ff.; Heneen, 1962; Grob, 1966; Kobel, 1967)
$v_3 = b:l$ (Ledley und Ruddle, 1966)
$v_4 = a:l$ (Rieger, 1963; Levan, Fredga und Sandberg, 1964)

Die Werte schwanken

für v_1 zwischen 1 und ∞
für v_2 zwischen 1 und 0 beziehungsweise zwischen 100 % und 0 %
für v_3 zwischen 0,5 und 1 beziehungsweise zwischen 50 % und 100 %
für v_4 zwischen 0,5 und 0 beziehungsweise zwischen 50 % und 0 %



Am Beispiel von sechs gleich langen Chromosomen, bei denen sich das Centromer regelmässig um $^1/_{10}$ der Chromosomenlänge verschiebt, sollen die verschiedenen Methoden verglichen werden (Abb. 2b und c).

Tabelle 3

Armverhältnisse von sechs Chromosomen mit gleichmässiger Centromerverschiebung, bestimmt nach den Methoden v_1, v_2, v_3 und v_4

Chromosomennummer	1	2	3	4	5	6
v_1	1	1,5	2,3	4	9	∞
v_2	1	0,67	0,43	0,25	0,11	0
v_3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
v_4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0

Am häufigsten wurden bisher die Verhältnisse v_1 und v_2 verwendet. Sie lassen sich zweifellos in tabellarischen Übersichten gut verwenden, versagen aber bei graphischen Darstellungen. Das Verhältnis des langen zum kurzen Schenkel (v_1) schwankt zwischen 1 und ∞. t-Chromosomen weisen sehr grosse Verhältniszahlen auf. Der Eintrag in ein Koordinatennetz ist praktisch unmöglich. Schlimmer aber ist, dass sich die Verhältnisse bei gleichen Verschiebungsschritten des Centromers nicht linear ändern: Wandert das Centromer in Abbildung 2b von Position 5 auf Position 6 (Verschiebung um $^1/_{10}$ der Chromosomenlänge), so steigt v_1 von 1 auf 1,5, wandert es aber von Position 9 auf Position 10 (Verschiebung ebenfalls um $^1/_{10}$ der Chromosomenlänge), so steigt v_1 von 9 auf ∞! Das Gesagte gilt sinngemäss für das Verhältnis des kurzen zum langen Schenkel (v_2). Da die Werte lediglich zwischen 0 und 1 schwanken, ist der Eintrag in ein Koordinatennetz zwar möglich, doch wird die Verschiebung ebenfalls nicht linear wiedergegeben. Die Darstellung im Koordinatennetz dient primär der Identifizierung der Chromosomen beziehungsweise der Paarung der Homologen. Die morphologischen Unterschiede zweier Chromosomen müssen darum im ganzen Netz die gleichen graphischen Auswirkungen haben. Die Chromosomen 1 und 2 (Abb. 2) zeigen eine Differenz des Armverhältnisses von 0,33 (= d_1), die Chromosomen 5 und 6 bei gleichem Unterschied in der Centromerlage ($^1/_{10}$ der Chromosomenlänge) nur eine Differenz von 0,11 (= d_5). Die m-Chromosomen liegen also weiter auseinander als die t-Chromosomen, was zu unterschiedlichen Bewertungen des graphischen Bildes führen muss. Nur $33^1/_3$ % aller möglichen Aufteilungen der Chromosomen durch das Centromer liegen in der oberen Hälfte des Diagramms, dagegen $66^2/_3$ % in der unteren. Die Methoden v_1 und v_2 sind darum abzulehnen.

Die Methoden v_3 und v_4 (Abb. 2c) liefern dagegen unverzerrte Diagramme. Ledley und Ruddle (1966) geben dabei der Methode v_3 (bzw. der entsprechenden Angabe des Verhältnisses in Prozenten) den Vorzug, weil der grosse Schenkel genauer gemessen werden könne als der kleine. Ich schliesse mich für die vorliegende Arbeit dieser Darstellungsart an. Unter dem *Armindex* (AI) (= Schenkelindex) wird also das Verhältnis der Länge des langen Arms zur Länge des ganzen Chromosoms, ausgedrückt in Prozenten, verstanden.

Ein anderes System schlägt Battaglia (1955) zur symbolischen Darstellung von Karyotypen vor, indem er 2000fach vergrösserte Chromosomen schematisch auf Millimeterpapier zeichnet und daraus eine Formel, bestehend aus einer Sequenz von

Buchstaben und Zahlen, ableitet. Ebenfalls mit einem Code geben Kurita (1955ff.), Hiroe (1957) und Suda (1962) die Zusammensetzung eines Chromosomensatzes an.

Zwei *Darstellungsarten* haben sich in cytologischen Arbeiten durchgesetzt:

a) *Aufreihung der Chromosomen nach ihrer Grösse* unter gleichzeitiger Paarung homologer Chromosomen

Diese Darstellung wird als Idiogramm (z.B. Ledley und Ruddle, 1966; Hauschtek und Meili, 1967), als Karyogramm (z.B. Meili, 1965; Grob, 1966) oder als Karyotyp (z.B. Grau, 1964a, Rothfels et al., 1966) bezeichnet. Swanson (1960) versteht unter Karyotyp oder Idiogramm sogar lediglich die photographische oder zeichnerische Abbildung eines ungeordneten Chromosomensatzes. Nur selten lassen sich aber die homologen Partner so eindeutig zuordnen, wie das Maguire (1962) bei *Zea mays* und Grob (1966) bei *Crepis* gelungen ist. Die individuelle Schwankung der Chromosomenlänge ist doch so gross, dass sich die Schwankungsbereiche zweier benachbarter Chromosomenpaare meist überschneiden und dadurch eine eindeutige Zuordnung verhindern (Heneen, 1962). Entsprechende Schwierigkeiten erwähnen auch Fraccaro und Lindsten (1960) für die Chromosomen des Menschen. Patau (1960, 1965) geht sehr ausführlich auf die mathematischen Schwierigkeiten bei der Aufreihung nach der Grösse ein und lehnt sie als unbrauchbar zur Identifizierung der Chromosomen ab. Die statistische Auswertung der Merkmale von Paaren, welche nach dieser zufälligen Methode gebildet wurden, sei sinnlos. Idiogramme ergäben nur dann ein brauchbares Bild, wenn

die Chromosomen genügend differenziert sind (mindestens 10 % Längenunterschied),

sogenannte «marker» vorhanden sind (sekundäre Einschnürungen, Satelliten, heterochromatische Stellen usw.),

in Zweifelsfällen lediglich eine Zuordnung zu einer Chromosomengruppe erfolgt.

DNS-Messungen (Mikrospektrophotometrie) (Rothfels et al., 1966) und Autoradiographie mit H_3-Thymidin (unterschiedlicher Zeitpunkt der Reduplikation) können in Zukunft bei der Identifizierung der Chromosomen mithelfen, wenn die Empfindlichkeit dieser Methoden noch wesentlich gesteigert werden kann.

b) *Darstellung des Chromosomensatzes im Koordinatennetz*

Auf der Abszisse wird die relative Chromosomenlänge, auf der Ordinate der Armindex eingetragen. Diese Darstellungsart heisst Karyogramm (Patau, 1960), zweidimensionales Idiogramm (Kobel, 1967), Diagramm (Heneen, 1962) oder «point diagram» (Tjio und Hagberg, 1951). Leider wird der Begriff «Karyogramm» wahlweise sowohl für die paarweise lineare Anordnung der Chromosomen als auch für die Darstellung im Koordinatennetz verwendet. Ich schliesse mich dem Vorschlag von Heneen (1962) an, welcher die erste Art als *Karyoidiogramm*, die zweite als *Karyodiagramm* bezeichnet. Der *Karyotyp* ist die morphologische Individualität eines Chromosomensatzes als Gesamtheit (Babcock, 1947).

Ein Karyodiagramm gilt üblicherweise für einen einzigen Chromosomensatz. Wenn sich sämtliche Chromosomen eindeutig identifizieren lassen, können Mittelwerte mehrerer Sätze samt Streuung errechnet und danach ein Durchschnittsdiagramm erstellt werden. Leider wird die vollständige Identifizierung meist nicht möglich sein, so dass eine statistische Auswertung nur ausnahmsweise erfolgen kann. Das Diagramm eines einzigen Chromosomensatzes muss deshalb repräsentativ für alle übrigen Auswer-

tungen bei der gleichen Pflanze oder Art stehen, wie das auch bei Tjio und Hagberg (1951) für *Hordeum* und bei Heneen (1962) für *Agropyron* geschehen ist. Vergleiche von Karyodiagrammen sind durch das Aufeinanderlegen transparenter Darstellungen möglich. Morphologisch gleiche Chromosomen überdecken sich dabei, während umgebaute Chromosomen aus dem allgemeinen Bild hervorstechen (Kobel, 1967). Auf diese Weise, nämlich durch den Vergleich der transparenten Diagramme aller ausgewerteten Chromosomensätze einer Art, habe ich die Werte gefunden, welche die Basis für die Berechnung der verschiedenen Karyotypen bildeten.

B. Cytologischer Teil

1. Systematische Stellung und Gliederung der Gattungen

Die alte Gattung *Anemone*, wie sie von Linné 1753 aufgestellt wurde, nimmt in dem neuen System von Janchen (1949) eine ganze Subtribus ein *(Anemoninae)*, und diese wird in folgende Gattungen aufgeteilt:

Anemone	120–130 Arten
Hepatica	5–8 Arten
Pulsatilla	ca. 50 Arten
Barnéoudia (Südamerika)	ca. 5 Arten
Capethia (Südamerika)	2–3 Arten
Knowltonia (Südafrika)	13–15 Arten

Manche Publikationen, besonders solche der angewandten Botanik, verwenden wegen morphologischer Übergänge etwa noch *Anemone* im weiteren Sinne, umfas-

Tabelle 4

Übersicht über die Gattungen, Sektionen und Arten; Anzahl der Arten, deren Chromosomenzahl bestimmt und deren Karyotyp analysiert wurde

		davon Chromosomenzahl bestimmt	Karyotyp analysiert
1. Gattung *Anemone* (Windröschen)			
11. Sektion *Anemonanthea* DC.	24 Arten	8	8
12. Sektion *Rivularidium* Janczewski	13 Arten	3	3
13. Sektion *Pulsatilloides* DC.	11 Arten	0	0
14. Sektion *Eriocephalus* Hook. f. und Thoms.	28 Arten	16	15
15. Sektion *Anemonidium* Spach.	1 Art	1	1
16. Sektion *Homalocarpus* DC.	11 Arten	7	7
2. Gattung *Hepatica* (Leberblümchen)			
21. Sektion *Hepatica* Dill.	5 Arten	2	2
3. Gattung *Pulsatilla* (Kuhschelle)			
31. Sektion *Iostemon* Juz.	1 Art	0	0
32. Sektion *Preonanthopsis* Zamels	1 Art	0	0
33. Sektion *Preonanthus* Ehrhart	4 Arten	4	3
34. Sektion *Semicampanaria* Zamels	3 Arten	0	0
35. Sektion *Pulsatilla* (DC.) Aichele und Schwegler	22 Arten	15	15
	124 Arten	56 Arten	54 Arten

send *Anemone* s. str., *Hepatica* und *Pulsatilla*. Kritische Teilbearbeitungen aus neuerer Zeit sind die von Ulbrich (1906a), Janchen (1949), Aichele und Schwegler (1957) und Juzepzuk (in Komarov, 1937).

Die sehr häufigen Umbenennungen und Umteilungen erschweren eine Erfassung der zurzeit gültigen Verhältnisse. Der Index Kewensis (Jackson, 1893ff.) enthält nicht weniger als 663 Hinweise auf die drei bearbeiteten Gattungen. Ich habe mich entschlossen, nur die in den Monographien von Ulbrich (1906a) und Aichele und Schwegler (1957) genannten Artnamen zu verwenden, ergänzt durch teilweise Berücksichtigung der Arbeit von Juzepzuk (in Komarov, 1937) für die Arten 14.24–28 und 16.6–11 (siehe S. 31ff.).

2. *Chromosomenzahl*

Bemerkungen zu den eigenen Untersuchungen:

Jahr	Beginn der Aufzucht; das Saatgut stammt in der Regel von der Ernte des Vorjahres.
Material	Fr. = Früchte, Kn. = Knollen, Rh. = Rhizome, Pf. = Pflanzen.
Sätze	Anzahl der ausgezählten Chromosomensätze; es wurden nur einwandfreie Sätze berücksichtigt.
H = Herkunft	BG = Botanischer Garten, Fa. = Firma.
N = Naturstandort	Fehlende Angabe bedeutet, dass es sich um Material ohne Herkunftsbezeichnung oder um Gartenmaterial handelt.
Angaben in Klammern	Nähere Bezeichnung des gelieferten Materials, eventuell vom Lieferanten verwendetes Synonym.

1. Gattung *Anemone*

11. Sektion *Anemonanthea* DC.

11.1 *A. keiskeana* T. Ito
Verbreitung: Insel Nankai (Schikoku)
frühere Untersuchungen:
2n = 28 Kurita, 1955, 1957a

11.2 *A. ranunculoides* L.
Verbreitung: Europa, Kaukasus, Taurus, am Jenissei
frühere Untersuchungen:
2n = 32 Böcher, 1932; Langlet, 1932; Trela, 1958; Lamprecht, 1962; Moffett, 1932? (zit. von Guinochet, 1935, in der Originalarbeit nicht gefunden)
2n = 30–33 Bernström, 1946 (an Schnitten 30–33, hauptsächlich aber 32 Chromosomen gezählt)
eigenen Untersuchungen:
2n = 32 1964, Pf., 2 Sätze, *H* Fa. Nussbaumer, Zürich

11.3 *A. coerulea* DC.
Verbreitung: Asien
frühere Untersuchungen:
2n = 14 Sakai, 1935 *(A. debilis)* (Im abgebildeten Chromosomensatz ist die Zahl nicht eindeutig bestimmbar)
2n = 16 Kurita, 1956a, 1961 *(A. debilis)*

11.4 *A. soyensis* Boissieu
Verbreitung: unbekannt. Nur ein Fruchtexemplar ohne Rhizom beschrieben; Blüten unbekannt. Von Ulbrich (1906a) nicht gesehen.

11.5 *A. deltoidea* Dougl.
Verbreitung: pazifisches Nordamerika

11.6 *A. trifolia* L.
Verbreitung: Portugal, Nordspanien, Südalpen, Karpaten, atlantisches Nordamerika

frühere Untersuchungen:
2n = 30–32 Langlet, 1932 (Zählungen an Schnitten)
2n = 32 Mattick, 1949 (in Tischler, 1950); Favarger, 1965
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1967, Fr., 4 Sätze, *H* BG Giessen
2n = 32 1965, Pf., 9 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH

11.7 *A. raddeana* Regel
Verbreitung: China, Japan
frühere Untersuchungen:
2n = 32 Kurita, 1956b, 1957a

11.8 *A. udensis* Trautvetter und Meyer
Verbreitung: Mandschurei und Nordkorea (endemisch)

11.9 *A. altaica* Fischer
Verbreitung: europäisches Russland bis Japan
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Guinochet, 1935; Miduno, 1943
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1964, Fr., 10 Sätze, *H* BG Vácrátót
1964, Fr., 3 Sätze, *H* BG Jena
1967, Fr., 5 Sätze, *H* BG Münster i. W.

11.10 *A. nemorosa* L.
Verbreitung: Europa (ssp. *europaea*)
Ostasien (ssp. *amurensis* = 11.26 *A. amurensis* (Korsh.) Kom.; siehe dort)
Nordamerika (ssp. *americana*)
sehr formenreich; sowohl von den europäischen wie den ostasiatischen sehr verschieden; häufigste und verbreitetste Abart: var. *quinquefolia* L. (= *A. quinquefolia* L.), siehe S. 81.
frühere Untersuchungen (vgl. Diskussion S. 78ff.):
2n = 16 Guinochet, 1935
2n = 24 Winge, 1935
2n = 30 Langlet, 1932; Satczek (in Skalinska et al., 1959); Trela, 1958, 1961, 1963a, 1963b)
2n = 32 Moffett, 1932; Löve, 1954a *(A. quinquefolia)*; Heimburger, 1959 *(A. quinquefolia)*; Lamprecht, 1962 *(A. quinquefolia)*; Löve und Löve (in Löve und Solbrig, 1964) *(A. quinquefolia)*
2n = 39 Moffett, 1932
2n = 30, 45 Lamprecht, 1962
2n = 28–32 Böcher, 1932
2n = 29–31, 37, 43–46 Bernström, 1946
eigene Untersuchungen:
2n = 30 1963, Pf., 2 Sätze, *H* Baumberger, *N* Brunnen SZ
1963, Pf., 2 Sätze, *H* Baumberger, *N* Cisapass/I
1963, Pf., 6 Sätze, *H* Baumberger, *N* Otelfingen ZH
1963, Pf., 6 Sätze, *H* Baumberger, *N* Mt. Sumbra/I
1965, Pf., 1 Satz, *H* Baumberger, *N* Kloten ZH
1965, Pf., 3 Sätze, *H* Legat[1], *N* Köniz BE
1965, Pf., 1 Satz, *H* Legat, *N* Rüti ZH
1965, Pf., 2 Sätze, *H* Legat, *N* Therwil BL
1965, Pf., 4 Sätze, *H* Legat, *N* Horgen ZH
1965, Pf., 6 Sätze, *H* Legat, *N* Zürich ZH
1965, Pf., 4 Sätze, *H* Legat, *N* Safnern BE
1965, Pf., 3 Sätze, *H* Legat, *N* Guggisberg BE
1965, Pf., 3 Sätze, *H* Legat, *N* Olten SO

[1] Aus einer Sammelaktion (Baumberger, 1965)

1965, Pf., 1 Satz, *H* Legat, *N* Aarau AG
1965, Pf., 3 Sätze, *H* Legat, *N* Altendorf SZ
1965, Pf., 1 Satz, *H* Legat, *N* Gondo VS
1965, Pf., 2 Sätze, *H* Legat, *N* Oppdal/N
1966, Pf., 2 Sätze, *H* Legat, *N* Giubiasco TI

11.11 *A. umbrosa* C. A. Meyer
Verbreitung: Altai, China

11.12 *A. fischeriana* DC.
Verbreitung: Altai. Ulbrich (1906a) hat das Originalexemplar nicht gesehen. Es sei ihm unbekannt, was De Candolle unter dieser Art verstanden habe. Dessen Beschreibung sei ungenügend. Becherer (1931) stellt nach einer kritischen Betrachtung einer Pflanze im Herbar Prodrome (De Candolle) fest, dass es sich bei *A. fischeriana* lediglich um eine Form von *A. coerulea* DC (11.3) handelt.

11.13 *A. nikoënsis* Maximowicz
Verbreitung: Japan, China (sehr selten)
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Kurita, 1955, 1957a, 1958b

11.14 *A. reflexa* Stephan
Verbreitung: Asien (disjunkt, selten)
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Guinochet, 1935; Rosenthal, 1936? (zit. von Gregory, 1941, und Darlington und Janaki-Ammal, 1945, in der Originalarbeit nicht gefunden)
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1966, Fr., 23 Sätze, *H* BG Champex
1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Vácrátót

11.15 *A. apennina* L.
Verbreitung: westliche Mittelmeerländer
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Böcher, 1932, 1945, 1959? (zit. von Cave, 1959, und Löve und Löve, 1961a, in der Originalarbeit nicht gefunden)
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1965, Fr., 19 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH

11.16 *A. blanda* Schott und Kotschy
Verbreitung: östliche Mittelmeerländer
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Langlet, 1927, 1932; Rothfels et al., 1966
2n = 32 Moffett, 1932 (var. *rosea*)
eigenen Untersuchungen:
2n = 16 1962, Kn., 7 Sätze, *H* Fa. Mauser, Zürich
1963, Pf., 2 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH (rosea)
1964, Pf., 5 Sätze, *H* Fa. Frei, Wildensbuch ZH

11.17 *A. baicalensis* Turczaninoff
Verbreitung: Baikalsee, China, Japan
frühere Untersuchungen:
(2n = 14 Nakajima, 1933 [*A. laevigata* Koidz.])
A. laevigata Koidz. = *A. baicalensis* var. *laevigata* A. Gray (Kew Suppl. 8). Es handelt sich aber wahrscheinlich um 21.1 *A. hepatica* var. *laevigata*. Die Untersuchung wurde von Matsuura und Sutô 1935 als *A. flaccida*, von Gregory 1941 und Tarnavschi 1947 als *A. hepatica* zitiert. Die Angabe ist hier sicher falsch und deshalb nicht zu berücksichtigen, sondern bei 21.1 *A. hepatica* = *H. nobilis*.

(2n = 14 Matsuura und Sutô, 1935 [*A. flaccida*]; Miduno, 1943 [*A. flaccida*]; Ôno und Kikuchi, 1953 [*A. flaccida*], 1957 [*A. flaccida*]; Kurita, 1956a [*A. flaccida*], 1957a [*A. flaccida*], 1958b [*A. flaccida*])

A. flaccida F. Schmidt ist sicher eine eigene Art, trotz Ulbrich, 1906a, S. 230. Vgl. Komarov, 1937: sub *Anemone*, Sectio I *Anemonanthea*, Subsectio 3 *Stolonifera*. Kurita, 1957a: Die Chromosomensätze von *Hepatica nobilis* und *A. flaccida* sind sehr ähnlich.

2n = 16 Langlet, 1927? (zit. von Gregory, 1941, und Darlington und Janaki-Ammal, 1945, in der Originalarbeit nicht gefunden), 1932, Moffett, 1932

eigene Untersuchungen:
2n = 16 1964, Fr., 16 Sätze, *H* BG Jena
1967, Fr., 1 Satz, *H* BG Münster i. W.

11.18 *A. prattii* Huth
Verbreitung: China (endemisch, sehr selten)

11.19 *A. ulbrichiana* Diels
Verbreitung: China (endemisch, sehr selten)

11.20 *A. gelida* Maximowicz
Verbreitung: China (endemisch, sehr selten). Von Ulbrich (1906a) nicht gesehen.

11.21 *A. delavayi* Franchet
Verbreitung: China (endemisch, sehr selten)

11.22 *A. stolonifera* Maximowicz
Verbreitung: China, Japan (endemisch)
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Kurita, 1955, 1957a, 1958b, 1958c

11.23 *A. exigua* Maximowicz
Verbreitung: Zentralchina (endemisch)

11.24 *A. davidii* Franchet
Verbreitung: Zentralchina (endemisch). Ulbrich (1906a) hat kein Material gesehen.

12. Sektion *Rivularidium* Janczewski

12.1 *A. mexicana* H.B.K.
Verbreitung: Mexiko (endemisch)
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Langlet, 1932; Moffett, 1932; Kurita, 1957b
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1964, Fr., 6 Sätze, *H* BG Bratislava
1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Bratislava

12.2 *A. rivularis* Hamilt.
Verbreitung: Himalaja, China, Vorderindien, Ceylon (weit verbreitet, nicht endemisch)
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Langlet, 1932; Moffett, 1932? (zit. von Böcher, 1959, in der Originalarbeit nicht gefunden); Guinochet, 1935; Gregory, 1941; Kurita, 1957? (zit. von Böcher, 1959, in der Originalarbeit nicht gefunden; laut pers. Mitteilung von Prof. Kurita [1967] nur 1958 publiziert), 1958c; Heimburger, 1959
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1963, Pf., 2 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH
1964, Fr., 13 Sätze, *H* BG Berlin (var. *barbulata*)
1967, Fr., 3 Sätze, *H* BG Stockholm

12.3 *A. hemsleyi* Britton
Verbreitung: Mexiko (endemisch). Ulbrich (1906a) hat kein Material gesehen. Aufgrund der Beschreibung hält er die Art für eine Form von 12.1 *A. mexicana*.

12.4 *A. sellowii* Pritzel
Verbreitung: Südbrasilien (endemisch)

12.5 *A. glazioviana* Urban
Verbreitung: Südbrasilien (endemisch)

12.6 *A. leveillei* E. Ulbrich
Verbreitung: Zentralchina (endemisch)
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Langlet, 1932; Moffett, 1932? (zit. von Böcher, 1959, in der Originalarbeit nicht gefunden), Guinochet, 1935? (zit. von Böcher, 1959, in der Originalarbeit nicht gefunden); Gregory, 1941; Kurita, 1957b
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1963, Pf., 8 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH
1965, Pf., 1 Satz, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH
2n = 48 1966, Fr., 6 Sätze, *H* BG Dublin (hexaploid!)

12.7 *A. antucensis* Poeppig
Verbreitung: Südchile (endemisch)

12.8 *A. helleborifolia* DC.
Verbreitung: Peru (endemisch)
frühere Untersuchungen:
2n = 48 Favarger und Huynk (in Löve, 1965) (in Peru gefunden, n = 24)

12.9 *A. peruviana* Britton
Verbreitung: Peru. Ulbrich (1906a) hat kein Material gesehen. Aufgrund der Beschreibung hält er diese Art nur für eine Form von 12.8 *A. helleborifolia.*

12.10 *A. crassifolia* Hooker
Verbreitung: Westtasmanien (endemisch)

12.11 *A. richardsonii* Hooker
Verbreitung: Alaska, Grönland
frühere Untersuchungen:
2n = 14 Bormann und Beatty, 1955; Böcher, 1959; Heimburger, 1959

12.12 *A. rigida* Barnéoud
Verbreitung: Chile (endemisch)

12.13 *A. hepaticifolia* Hooker
Verbreitung: Südchile (endemisch)

13. Sektion *Pulsatilloides* DC.

13.1 *A. capensis* Lam.
Verbreitung: Südafrika

13.2 *A. glaucifolia* Franchet
Verbreitung: China (endemisch)

13.3 *A. alchemillifolia* E. Mey.
Verbreitung: Südafrika

13.4 *A. fanninii* Harvey
Verbreitung: Südafrika (endemisch)

13.5 *A. thomsonii* Oliver
Verbreitung: Ostafrika (endemisch)

13.6 *A. obtusiloba* D. Don
Verbreitung: Himalaja, China
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Sobti und Singh, 1961 (*A. obtusifolia* D. Don)
Im Index Kewensis gibt es keine Art mit der Bezeichnung *A. obtusifolia.* Es muss sich um *A. obtusiloba* D. Don handeln.

13.7 *A. rupestris* Wallich
Verbreitung: Himalaja, China (endemisch)

13.8 *A. trullifolia* Hook. f. und Thoms.
Verbreitung: Himalaja (endemisch)

13.9 *A. coelestina* Franchet
Verbreitung: China (endemisch)

13.10 *A. imbricata* Maximowicz
Verbreitung: Tibet (endemisch). Ulbrich (1906a) hat kein Material gesehen.

13.11 *A. begoniifolia* Léveillé und Vaniot
Verbreitung: China (endemisch)

14. Sektion *Eriocephalus* Hook. f. und Thoms.

14.1 *A. baldensis* L.
Verbreitung: Pyrenäen, Alpen, Apennin, Karpaten, Gebirge des pazifischen Nordamerika (disjunkt)
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Langlet, 1932 *(A. pavonina)*; Favarger und Huynk (in Löve und Solbrig, 1964); Favarger, 1965
2n = 24 Moffett, 1932 (Bem. von Moffett: Vermutlich aus Kreuzung zwischen Di- und Tetraploiden)
2n = 32 Gajewski, 1947? (zit. von Darlington und Wylie, 1955, und Löve und Löve, 1961a, in der Originalarbeit nicht gefunden); Boraiah und Heimburger, 1964 *(A. drummondii)*
2n = 48 Kurita, 1958c; Heimburger, 1961
2n = 16, 32, 48 Heimburger, 1962 *(A. drummondii)*
eigene Untersuchungen:
2n = 32 1964, Fr., 1 Satz, *H* BG Warschau

14.2 *A. jamesonii* Hooker
Verbreitung: Ecuador (endemisch)

14.3 *A. tetonensis* Porter
Verbreitung: Rocky Mountains (endemisch). Ulbrich (1906a) hat kein Material gesehen. Er bezweifelt, dass es sich um eine gute Art handelt.
frühere Untersuchungen:
2n = 32 Boraiah und Heimburger, 1964
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1966, Fr., 9 Sätze, *H* BG Jena

14.4 *A. palmata* L.
Verbreitung: westliche Mittelmeerländer
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Heimburger, 1959; Madahar, 1967
2n = 32 Langlet, 1932; Madahar, 1967
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1963, Fr., 20 Sätze, *H* BG Mainz
2n = 48 1967, Fr., 3 Sätze, *H* BG Frohnleiten (hexaploid!)

14.5 *A. pavonina* Lam.
Verbreitung: Südeuropa, Kleinasien
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Moffett, 1932 *(A. fulgens)*; Nakajima, 1936; Heimburger, 1959; Rothfels et al., 1966; Madahar, 1967
2n = 32 Langlet, 1932 *(A. fulgens)*
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1962, Kn., 1 Satz, *H* Fa. Mauser, Zürich *(A. fulgens)*
1963, Pf., 2 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH *(A. fulgens)*
1965, Pf., 2 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH *(A. fulgens)*
1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Bratislava

14.6 *A. hortensis* L.
Verbreitung: Südeuropa, Kleinasien

frühere Untersuchungen:
2n = 16 Guinochet, 1935; Nakajima, 1936; Madahar, 1967
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1965, Pf., 2 Sätze, *H* Fa. Correvon, Genf *(A. stellata)*
1966, Fr., 5 Sätze, *H* BG Brüssel

14.7 *A. coronaria* L.
Verbreitung: Mittelmeer, Vorderasien
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Nakajima, 1931; Guinochet, 1935; Dahl, 1937? (zit. von Gregory, 1941, und Löve und Löve, 1961a, in der Originalarbeit nicht gefunden); Miduno, 1943; Kurita, 1955, 1957a, 1958? (zit. von Löve und Löve, 1961a, in der Originalarbeit nicht gefunden); Heimburger, 1959; Rothfels et al., 1966; Madahar, 1967
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1963, Kn, 2 Sätze, *H* Fa. Mauser, Zürich *(A. de Caen)*
1964, Fr., 11 Sätze, *H* Fa. Mauser, Zürich *(A. de Caen)*
1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Antwerpen

14.8 *A. biflora* DC.
Verbreitung: Vorderasien
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Madahar, 1967

14.9 *A. seravshania* Komarov
Verbreitung: Turkestan (endemisch)

14.10 *A. eranthoides* Regel
Verbreitung: Turkestan (endemisch)

14.11 *A. tschernajewii* Regel
Verbreitung: Turkestan, Afghanistan (endemisch)

14.12 *A. parviflora* Michaux
Verbreitung: arktisches und subarktisches Nordamerika
frühere Untersuchungen:
2n = 14 Bormann und Beatty, 1955 (Wurzeln von in Alaska gesammeltem Material)
2n = 16 Langlet, 1932; Moffett, 1932, 1932 *(A. borealis* Richards); Heimburger, 1959; Packer, 1964; Rothfels et al., 1966
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1966, Fr., 1 Satz, *H* BG Ottawa, *N* NW-Territorium/Can.
1967, Fr., 4 Sätze, *H* BG Vancouver, *N* Alberta/Can.
2n = 32 1966, Fr., 2 Sätze, *H* BG Vancouver, *N* Alberta/Can.

14.13 *A. vitifolia* Hamilton
Verbreitung: Himalaja, China
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Langlet, 1932; Moffett, 1932; Kurita, 1960 *(A. tomentosa* L.)
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1963, Fr., 5 Sätze, *H* BG Kopenhagen *(A. tomentosa)*
1963, Pf., 4 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH
1964, Fr., 10 Sätze, *H* BG Kopenhagen *(A. tomentosa)*
1967, Fr., 13 Sätze, *H* BG Stockholm *(A. tomentosa)*
1967, Fr., 8 Sätze, *H* BG Strassburg

14.14 *A. japonica* Sieb. und Zucc.
Verbreitung: China, Japan
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Takamine, 1916; Langlet, 1927 *(A. hupehensis)*, 1932 *(A. hupehensis)*, 1932; Nakajima, 1931; Moffett, 1932; Matsuura und Sutô, 1935; Gregory, 1941; Kurita, 1955 *(A. hupehensis)*, 1957a *(A. nipponica* Merr.), 1958b *(A. nipponica* Merr.), 1959 *(A. nipponica)*; Heimburger, 1959 *(A. hupehensis)*

eigene Untersuchungen:

2n = 16 1963, Fr., 5 Sätze, *H* BG Zürich
1965, Pf., 5 Sätze, *H* Fa.Vogt, Erlenbach ZH *(A. hupehensis)*
1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Frohnleiten *(A. hupehensis)*
1967, Fr., 5 Sätze, *H* BG Stockholm *(A. hupehensis)*

14.15 *A. sylvestris* L.
Verbreitung: Europa, Asien (disjunkt)
frühere Untersuchungen:

2n = 16 Langlet, 1927, 1932; Moffett, 1932; Turesson, 1938; Gajewski, 1946, 1947; Polya, 1949; Löve, 1954a; Trela, 1958; Heimburger, 1959, 1962; Zhukova, 1961; Kurita, 1962; Rothfels et al., 1966
2n = 32 Gregory, 1941

eigene Untersuchungen:

2n = 16 1964, Fr., 28 Sätze, *H* BG Wien, *N* Wienerwald
1967, Fr., 7 Sätze, *H* BG Jakutsk
1967, Fr., 13 Sätze, *H* BG Jena, *N* Orlamünde/Thür.
1967, Fr., 5 Sätze, *H* BG Halle, *N* Rudolstadt
1967, Fr., 13 Sätze, *H* BG Pruhonice, *N* Böhmen
1967, Fr., 9 Sätze, *H* BG Pruhonice, *N* Böhmen

14.16 *A. rupicola* Cambess.
Verbreitung: Himalaja, China
frühere Untersuchungen:

2n = 16 Heimburger, 1959
2n = 32 Langlet, 1927, 1932; Moffett, 1932

eigene Untersuchungen:

2n = 16 1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Bad Aussee
2n = 32 1964, Fr., 1 Satz, *H* BG Jena } gleiche Sendung
2n = 48 1964, Fr., 2 Sätze, *H* BG Jena }

14.17 *A. virginiana* L.
Verbreitung: Nordamerika
frühere Untersuchungen:

2n = 16 Langlet, 1932; Dahl, 1937; Gregory, 1941; Gajewski, 1947; Kurita, 1955, 1957b; Heimburger, 1959, 1962; Rothfels et al., 1966
2n = 32 Guinochet, 1935

eigene Untersuchungen:

2n = 16 1964, Fr., 31 Sätze, *H* BG Ottawa, *N* Ontario/Can.
1965, Fr., 10 Sätze, *H* BG Ottawa, *N* Ontario/Can.
1967, Fr., 1 Satz, *H* BG Stockholm

14.18 *A. riparia* Fernald
Verbreitung: Nordamerika. Ulbrich (1906a) hat kein Material gesehen.
frühere Untersuchungen:

2n = 16 Dahl, 1937; Kurita, 1957b; Heimburger, 1959, 1962; Rothfels et al., 1966

eigene Untersuchungen:

2n = 16 1964, Fr., 17 Sätze, *H* BG Bonn
1965, Fr., 3 Sätze, *H* BG Ottawa, *N* Ontario/Can.
1966, Fr., 6 Sätze, *H* BG Bonn

14.19 *A. cylindrica* Gray
Verbreitung: Nordamerika
frühere Untersuchungen:

2n = 16 Guinochet, 1935; Dahl, 1937; Gregory, 1941; Heimburger, 1959, 1962; Heimburger und Kamitakahara, 1963; Löve und Löve (in Löve und Solbrig, 1964); Rothfels et al., 1966

eigene Untersuchungen:

2n = 16 1964, Fr., 15 Sätze, *H* BG Ottawa, *N* Ontario/Can.
1963, Pf., 3 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH
1965, Fr., 8 Sätze, *H* BG Ottawa, *N* Ontario/Can.

1965, Fr., 6 Sätze, *H* BG Ottawa, *N* Ontario/Can.
1967, Fr., 8 Sätze, *H* BG Vancouver, *N* Alberta/Can.
1967, Fr., 9 Sätze, *H* BG Wisconsin, *N* Wisconsin/USA

14.20 *A. multifida* Poir.
Verbreitung: Nord- und Südamerika
frühere Untersuchungen:
2n = 32 Langlet, 1927, 1932; Moffett, 1932, 1932 *(A. magellanica)*; Gajewski, 1946, 1947; Heimburger, 1959, 1961, 1962; Rahn, 1960; Zhukova, 1961; Boraiah und Heimburger, 1964; Heimburger und Boraiah, 1964; Löve und Löve (in Löve und Solbrig, 1964); Favarger und Huynk (in Löve und Solbrig, 1964) ? (zit. von Cave, 1965, in der Originalarbeit nicht gefunden)
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1964, Fr., 1 Satz, *H* BG Bratislava *(A. hudsoniana)*
1964, Fr., 23 Sätze, *H* BG Ottawa, *N* Saskatchewan/Can. (var. *hudsoniana)*
2n = 32 1963, Fr., 1 Satz, *H* BG Lautaret, *N* Kanada (vorletzte Generation)
1966, Fr., 8 Sätze, *H* BG Dublin *(A. globosa)*
1966, Fr., 2 Sätze, *H* BG Hull *(A. magellanica)*
1966, Fr., 5 Sätze, *H* BG Ottawa, *N* Fort Smith/Can. (var. *hudsoniana)*
1967, Fr., 10 Sätze, *H* BG Vancouver, *N* Alberta/Can.
1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Vancouver, *N* British Columbia/Can.

14.21 *A. decapetala* Ard.
Verbreitung: Nord- und Südamerika
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Joseph und Heimburger, 1966; Rothfels et al., 1966
2n = 24 Moffett, 1932 (Bemerkung von Moffett: Vermutlich aus Kreuzung zwischen Di- und Tetraploiden)
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1967, Fr., 9 Sätze, *H* BG Bratislava
2n = 24 1965, Pf., 8 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH

14.22 *A. sphenophylla* Poeppig
Verbreitung: Nord- und Südamerika

14.23 *A. caroliniana* Walter
Verbreitung: Nordamerika
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Moffett, 1932; Heimburger, 1959; Joseph und Heimburger, 1966; Rothfels et al., 1966

14.24 *A. kuznetzowii* Woron.
Verbreitung: Kaukasus

14.25 *A. bucharica* Rgl.
Verbreitung: asiatisches Russland
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Madahar, 1967

14.26 *A. petiolulosa* Juz.
Verbreitung: westliches asiatisches Russland
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Madahar, 1967

14.27 *A. almaatensis* Juz.
Verbreitung: asiatisches Russland

14.28 *A. oligotoma* Juz.
Verbreitung: asiatisches Russland

15. Sektion *Anemonidium* Spach.

15.1 *A. dichotoma* L.
Verbreitung: Asien, Nordamerika

frühere Untersuchungen:

2n = 14 Langlet, 1932 *(A. canadensis)*; Heimburger, 1959 *(A. canadensis)*; Löve und Löve (in Löve und Solbrig, 1964) *(A. canadensis)*

2n = 16? Guinochet, 1935

2n = 28 Kurita, 1957b (Bemerkung von Kurita: Chromosomensatz ähnlich demjenigen von 11.1 *A. keiskeana)*

eigene Untersuchungen:

2n = 14 1965, Pf., 10 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH *(A. canadensis)*

2n = 16 1966, Fr., 16 Sätze, *H* BG Stockholm

16. Sektion *Homalocarpus* DC.

16.1 *A. narcissiflora* L.

Verbreitung: Asien, Europa, Nordamerika

frühere Untersuchungen:

2n = 14 Sakai, 1934; Langlet, 1935? (zit. von Tarnavschi, 1947; eine Arbeit von Langlet aus dem Jahre 1935 ist nicht bekannt), 1936; Larsen, 1954; Kurita, 1955, 1956c *(A. sikokiana)*, 1957a, 1957b *(A. sikokiana)*; Trela, 1958; Heimburger, 1959 *(A. fasciculata)*; Zhukova, 1961, 1961 *(A. fasciculata)*; Rothfels et al., 1966 *(A. fasciculata)*

2n = 14–16 Langlet, 1927, 1932

2n = 16 Sokolovskaya und Strelkova, 1940 *(A. chrysantha* Gros.), 1962 *(A. speciosa* Adams)

(2n = 24 Guinochet, 1935? [zit. von Gregory, 1941. Es handelt sich zweifellos um einen Druckfehler. In Guinichet, 1935, ist 2n = 14–16, zitiert nach Langlet, 1927, angegeben. Es ist demnach keine Originalarbeit.])

eigene Untersuchungen:

2n = 14 1964, Fr., 6 Sätze, *H* BG Wien, *N* Raxalpe/A *(A. fasciculata)*
1964, Pf., 8 Sätze, *H* Baumberger, *N* Flims GR
1966, Fr., 12 Sätze, *H* BG Lautaret, *N* Armenien[1] *(A. fasciculata)*
1966, Fr., 1 Satz, *H* BG Lautaret, *N* Kaukasus[1] *(A. fasciculata)*
1967, Fr., 3 Sätze, *H* BG Wien, *N* Steiermark/A
1967, Fr., 6 Sätze, *H* BG Champex, *N* Schynige Platte BE
1967, Pf., 2 Sätze, *H* Baumberger, *N* Mt.-Viso/F

[1] Samen vom Naturstandort wurden im BG Lautaret (Universität Grenoble) weitergezüchtet.

16.2 *A. demissa* Hook. f. und Thoms.

Verbreitung: Himalaja, China

frühere Untersuchungen:

2n = 14 Langlet, 1927? (zit. von Böcher, 1959, in der Originalarbeit nicht gefunden), 1932? (zit. von Darlington und Wylie, 1955, in der Originalarbeit nicht gefunden), 1936; Sakai, 1934? (zit. von Böcher, 1959, in der Originalarbeit nicht gefunden); Kurita, 1955?, 1957? (zit. von Böcher, 1959, laut pers. Mitteilung von Prof. Kurita [1967] von ihm noch nicht untersucht)

eigene Untersuchungen:

2n = 14 1966, Fr., 15 Sätze, *H* BG Lautaret

16.3 *A. polyanthes* D. Don.

Verbreitung: Himalaja (endemisch)

frühere Untersuchungen:

2n = 16 Langlet, 1932

eigene Untersuchungen:

2n = 16 1966, Fr., 3 Sätze, *H* BG Leningrad

16.4 *A. elongata* D. Don.

Verbreitung: Himalaja (endemisch)

eigene Untersuchungen:

2n = 16 1963, Fr., 5 Sätze, *H* BG Zürich
1967, Fr., 5 Sätze, *H* BG Giessen

16.5 *A. tetrasepala* Royle
Verbreitung: Himalaja
frühere Untersuchungen:
2n = 14 Rothfels et al., 1966
2n = 32 Kurita, 1958c (Material aus dem Botanischen Garten Stockholm)
eigene Untersuchungen:
2n = 14 1966, Fr., 5 Sätze, *H* BG Stockholm
1967, Fr., 5 Sätze, *H* BG Stockholm

16.6 *A. impexa* Juz.
Verbreitung: Transkaukasus

16.7 *A. biarmiensis* Juz.
Verbreitung: Ural
frühere Untersuchungen:
2n = 14 Zhukova, 1961

16.8 *A. schrenkiana* Juz.
Verbreitung: asiatisches Russland

16.9 *A. crinita* Juz.
Verbreitung: Westsibirien
frühere Untersuchungen:
2n = 14, 28 Zhukova, 1961
eigene Untersuchungen:
2n = 14 1966, Fr., 1 Satz, *H* BG Jena
1967, Fr., 13 Sätze, *H* BG Kirovsk

16.10 *A. sibirica* L.
Verbreitung: Sibirien
frühere Untersuchungen:
2n = 14–16 Sokolovskaya, 1963
2n = 16 Moffett, 1932; Sokolovskaya, 1958; Sokolovskaya und Strelkova, 1960
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1963, Fr., 4 Sätze, *H* BG Vácrátót
1967, Fr., 4 Sätze, *H* BG Frohnleiten
1967, Fr., 9 Sätze, *H* BG Vácrátót

16.11 *A. brevipedunculata* Juz.
Verbreitung: Ostsibirien

2. Gattung *Hepatica*

21. Sektion *Hepatica Dill.*

21.1 *H. nobilis* Garsault
Verbreitung: Europa, Korea, Japan, Nordamerika
frühere Untersuchungen:
2n = 14 Langlet, 1927 (var. *alb.-ros., candida, rubr. plen.)*; Moffett, 1932; Böcher, 1932; Nakajima, 1933, 1933 *(A. laevigata* Koidz.)? *(A. laevigata* Koidz. = 11.17 *A. baicalensis* var. *laevigata* A. Gray. Es handelt sich aber wahrscheinlich um *A. hepatica* var. *laevigata*, wie Gregory, 1941, und Tarnavschi, 1947, zitieren. Nakajima publiziert die Chromosomenzahl von *A. laevigata* zusammen mit derjenigen von *A. hepatica* = *H. nobilis)*; Matsuura und Sutô, 1935 *(Hepatica triloba* var. *obtusa*, = var. *nipponica* lt. Hara und Kurosawa, 1958); Pop, 1937; Löve, 1954a *(H. nobilis* und *H. americana)*; Kurita, 1956a, 1957a (var. *japonica, nipponica)*, 1958? (zit. von Löve und Löve, 1961a, in der Originalarbeit nicht gefunden), 1961 (var. *nipponica)*; Hiroe, 1957 (var. *japonica)*; Heimburger, 1959 *(H. americana)*; Hara und Kurosawa, 1958 (var. *japonica, nipponica)*; Skalinska et al., 1959; Sorsa, 1962; Suda, 1962; Rothfels et al., 1966 *(H. americana)*
2n=16 Sugiura, 1931 (var. *acuta)*, 1936 (var. *acuta)*

2n = 28 Langlet, 1927 (var. *multiloba)*; Hiroe, 1957 (var. *nipponica)*; Kurita, 1957a (var.); Hara und Kurosawa, 1958 (var. *pubescens*, = var. *nipponica* Hiroe)
2n = 42 Hiroe, 1957 (var. *pubescens)*
eigene Untersuchungen:
2n = 14 1963, Pf., 2 Sätze, *H* Baumberger, *N* Cisapass/I
1963, Pf., 3 Sätze, *H* Baumberger, *N* Beggingen SH
1963, Pf., 7 Sätze, *H* Baumberger, *N* Flims GR
1963, Pf., 10 Sätze, *H* Baumberger, *N* Rif. Donegani/I
1963, Pf., 9 Sätze, *H* Baumberger, *N* Flims GR
1963, Pf., 6 Sätze, *H* Baumberger, *N* Beggingen SH
1964, Pf., 3 Sätze, *H* Baumberger, *N* Sils i. D. GR (blaue Blüten)
1964, Pf., 1 Satz, *H* Baumberger, *N* Sils i. D. GR (weisse Blüten)

21.2 *H. acutiloba* DC.
Verbreitung: atlantisches Nordamerika
frühere Untersuchungen:
2n = 14 Langlet, 1932; Löve, 1954a; Kurita, 1955 *(H. acuta)*; Heimburger, 1959; Rothfels et al., 1966

21.3 *H. transsilvanica* Fuss
Verbreitung: Osteuropa
frühere Untersuchungen (vgl. Diskussion S. 81)
2n = 16 Pop, 1937
2n = 28 Langlet, 1932 *(A. angulosa)*
(2n = 32 Rosenthal, 1936 *[A. transsylvanica* Schier*])*
Gemeint ist wahrscheinlich *A. transsilvanica* Schur = 35.22 *Pulsatilla vulgaris*. Die Arbeit handelt von Chromosomenstudien an Pulsatilla.
eigene Untersuchungen:
2n = 21 1964, Pf., 5 Sätze, *H* Fa. Frei, Wildensbuch ZH
2n = 28 1963, Pf., 2 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH *(H. angulosa)*

21.4 *H. henryi* Steward
Verbreitung: Ostasien

21.5 *H. falconeri* Juz.
Verbreitung: Himalaja

3. Gattung *Pulsatilla*

31. Sektion *Iostemon* Juz.

31.1 *P. kostyczewii* Juz.
Verbreitung: westliches Asien, Pamir, Altai. Ulbrich (1906a) hat kein Material gesehen. Die Art steht bei ihm als fragwürdig in der Untergattung *Anemone*, Sektion *Eriocephalus*, der Art 14.7 *A. coronaria* angegliedert. Juzepzuk hat 1937 das Epithet zur Gattung *Pulsatilla* transferiert, Aichele und Schwegler (1957) haben dafür eine neue Sektion *Iostemon* geschaffen.

32. Sektion *Preonanthopsis* Zamels

32.1 *P. taraoi* Takeda
Verbreitung: Japan, Kurilen
frühere Untersuchungen:
2n = 32 Kurita, 1956a, 1957a *(P. nipponica)*

33. Sektion *Preonanthus* Ehrhart

33.1 *P. alpina* Delarb.
Verbreitung: Mittel- und Westeuropa
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Rosenthal, 1936; Mattick, 1949 (in Tischler, 1950)
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1963, Pf., 11 Sätze, *H* Baumberger, *N* Rif. Donegani/I
1967, Fr., 3 Sätze, *H* BG Wien, *N* Steiermark/A

1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Champex, *N* Wallis
1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Champex, *N* Wallis (ssp. *sulphurea)*
2n = 32 1967, Fr., 4 Sätze, *H* BG Pruhonice, *N* Tschechoslowakei (ssp. *eu-alpina)*

33.2 *P. alba* Reichenbach
Verbreitung: europäisches Mittelgebirge (disjunkt)
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1966, Fr., 8 Sätze, *H* BG Lautaret, *N* Vogesen
1966, Fr., 8 Sätze, *H* BG Lautaret, *N* Jugoslawien
2n = 32 1963, Pf., 6 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH

33.3 *P. aurea* Juz.
Verbreitung: Kaukasus
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1966, Fr., 4 Sätze, *H* BG Stavropol, *N* Nordkaukasus

33.4 *P. occidentalis* Freyn
Verbreitung: Nordamerika, Rocky Mountains
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Heimburger, 1959; Packer, 1964; Rothfels et al., 1966
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1966, Fr., 4 Sätze, *H* BG Vancouver, *N* British Columbia/Can.

34. Sektion *Semicampanaria* Zamels

34.1 *P. cernua* Bercht. und Presl
Verbreitung: Ostasien
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Nakajima, 1931; Matsuura und Sutô, 1935; Kurita, 1956a, 1957a

34.2 *P. dahurica* Spreng.
Verbreitung: Ostasien
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Kurita, 1956c, 1957b

34.3 *P. chinensis* Regel
Verbreitung: Ostasien

35. Sektion *Pulsatilla* (DC.) Aichele und Schwegler

35.1 *P. patens* Miller
Verbreitung: Osteuropa, Westasien
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Langlet, 1927? (zit. von Tarnavschi, 1947; Tischler, 1950, und Löve und Löve, 1961a, in der Originalarbeit nicht gefunden); Rosenthal, 1936; Tarnavschi, 1947; Löve, 1954; Rothfels et al., 1966
eigene Untersuchungen:
2n = 32 1964, Pf., 2 Sätze, *H* Fa. Correvon, Genf
2n = 16 1964, Fr., 19 Sätze, *H* BG Ottawa, *N* Alberta/Can.

35.2 *P. flavescens* Juz.
Verbreitung: Ural, Sibirien
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1964, Pf., 8 Sätze, *H* Zimmermann, Tübingen
1967, Fr., 6 Sätze, *H* BG Jakutsk

35.3 *P. nuttalliana* Bercht. und Presl
Verbreitung: Nordamerika, Sibirien
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Uellner, 1954; Bormann und Beatty, 1955 *(P. ludoviciana* Heller); Heimburger, 1959, 1962; Rothfels et al., 1966
2n = 32 Löve, 1954b *(P. ludoviciana* Heller)

35.4 *P. vernalis* Miller
Verbreitung: Europa

frühere Untersuchungen:
2n = 16 Moffett, 1932; Böcher, 1932; Uellner, 1954; Kurita, 1958c
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1964, Fr., 7 Sätze, *H* Baumberger, *N* Nufenen GR
1965, Pf., 3 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH
1967, Fr., 4 Sätze, *H* BG St. Gallen, *N* Alp Parsonz GR
1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Lüttich, *N* Hautes-Alpes/F
1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Neuchâtel, *N* Schweizer Alpen
1967, Fr., 6 Sätze, *H* BG Champex, *N* Simplon VS
1967, Pf., 7 Sätze, *H* Baumberger, *N* Zeneggen VS

35.5 *P. albana* Bercht. und Presl
Verbreitung: Kaukasus, Armenien, Türkei
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Langlet, 1932, 1932 *(A. georgica)*; Sokolovskaya und Strelkova, 1940 *(P. violacea)*, 1962 *(P. violacea)*; Uellner, 1954
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1964, Fr., 18 Sätze, *H* BG Münden (var. *georgica)*
1966, Fr., 9 Sätze, *H* BG Lautaret, *N* Elbrus *(P. violacea)*

35.6 *P. campanella* Krylov
Verbreitung: Zentralasien
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Uellner, 1954
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1966, Fr., 13 Sätze, *H* BG Lautaret, *N* Tian-Chan

35.7 *P. wallichiana* Ulbrich
Verbreitung: Himalaja

35.8 *P. bungeana* C. A. Meyer
Verbreitung: Ostasien
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Uellner, 1954
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1965, Pf., 7 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH
1966, Fr., 10 Sätze, *H* BG Genf
2n = 32 1966, Fr., 6 Sätze, *H* BG Vácrátót *(P. sukaczewii)*

35.9 *P. millefolium* Ulbrich
Verbreitung: China (endemisch)

35.10 *P. regeliana* Aichele und Schwegler
Verbreitung: China
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Uellner, 1954
eigene Untersuchungen:
2n = 32 1966, Fr., 5 Sätze, *H* BG Stockholm
1966, Fr., 6 Sätze, *H* BG Vácrátót

35.11 *P. turczaninowii* Aichele und Schwegler
Verbreitung: Ostasien

35.12 *P. ajanensis* Regel und Tiling
Verbreitung: Ostasien (endemisch)

35.13 *P. pratensis* Miller
Verbreitung: Europa
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Langlet, 1927; Zimmermann, 1932? (Chromosomenzahlangabe in Fussnote, Originalarbeit unbekannt); Böcher, 1932, 1954; Rosenthal, 1936; Heimburger, 1959; Rothfels et al., 1966
2n = 32 Böcher, 1954 (var. *duplex)*

eigene Untersuchungen:
2n = 16 1964, Fr., 22 Sätze, *H* BG Bonn
1967, Fr., 8 Sätze, *H* BG Stockholm, *N* Södermanland/S
1967, Fr., 8 Sätze, *H* BG Lvov
1967, Fr., 6 Sätze, *H* Egli, Hütten ZH, *N* Hohe Tatra (ssp. *montana)*

35.14 *P. montana* Zamels
Verbreitung: Süd- und Südosteuropa
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Langlet, 1927; Zimmermann, 1932? (Chromosomenzahlangabe in Fussnote, Originalarbeit unbekannt); Rosenthal, 1936; Uellner, 1954
2n = 24 Guinochet, 1935
2n = 32 Moffett, 1932; Kurita, 1958c; Zimmermann, 1966 (in litt.)
2n = 48 Moffett, 1932
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1967, Fr., 12 Sätze, *H* BG Neuchâtel, *N* Schweizer Alpen
2n = 32 1964, Fr., 7 Sätze, *H* BG Bonn

35.15 *P. rubra* Delarbre
Verbreitung: Frankreich, Spanien
frühere Untersuchungen:
2n = 32 Rosenthal, 1936
eigene Untersuchungen:
2n = 16 1966, Fr., 5 Sätze, *H* BG Bukarest
1966, Fr., 3 Sätze, *H* BG Strassburg
2n = 32 1963, Pf., 10 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH

35.16 *P. slavica* Reuss
Verbreitung: slowakische Gebirge
frühere Untersuchungen:
2n = 32 Rosenthal, 1936 *(A. halleri* ssp. *slavica* Zamels); Miduno, 1943
eigene Untersuchungen:
2n = 32 1963, Pf., 9 Sätze, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH
1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Stockholm
1967, Fr., 3 Sätze, *H* Egli, Hütten ZH, *N* Hohe Tatra (ssp. *lanata)*
1967, Fr., 3 Sätze, *H* BG Pruhonice, *N* Slowenien/CSSR *(P. halleri* ssp. *slavica)*

35.17 *P. taurica* Aichele und Schwegler
Verbreitung: Krim (endemisch)
frühere Untersuchungen:
2n = 32 Rosenthal, 1936?; Uellner, 1954 ? (zit. von Aichele und Schwegler, in den Originalarbeiten nicht gefunden)

35.18 *P. styriaca* Simonkai
Verbreitung: Ostalpen (endemisch)
frühere Untersuchungen:
2n = 32 Rosenthal, 1936 *(A. halleri* ssp. *styriaca* Zamels)
eigene Untersuchungen:
2n = 32 1966, Fr., 9 Sätze, *H* BG Graz

35.19 *P. halleri* Willdenow
Verbreitung: Westalpen
frühere Untersuchungen:
2n = 32 Rosenthal, 1936; Kurita, 1958c
eigene Untersuchungen:
2n = 32 1964, Fr., 7 Sätze, *H* BG Köln
1967, Fr., 3 Sätze, *H* BG Genf, *N* Wallis

35.20 *P. velezensis* Aichele und Schwegler
Verbreitung: Jugoslawien
frühere Untersuchungen:
2n = 16 Winkler, 1962 *(P. grandis* ssp. *velezensis)*

35.21 *P. grandis* Wenderoth
Verbreitung: Ost- und Südosteuropa
frühere Untersuchungen:
2n = 32 Böcher, 1932?; Moffett, 1932?; Sakai, 1935? (zit. von Tarnavschi, 1947, und Löve und Löve, 1961a, in den Originalarbeiten nicht gefunden); Rosenthal, 1936 (div. ssp.); Tarnavschi, 1947; Winkler, 1962 (ssp. *polonica* und *grandis)*
eigene Untersuchungen:
2n = 32 1966, Fr., 8 Sätze, *H* BG Wien
1966, Fr., 1 Satz, *H* BG Graz

35.22 *P. vulgaris* Miller
Verbreitung: West- und Nordeuropa
frühere Untersuchungen:
2n = 32 Langlet, 1927; Moffett, 1932; Zimmermann, 1932? (Chromosomenzahlangabe in Fussnote, Originalarbeit unbekannt) *(A. bogenhardiana* Pritz.); Böcher, 1932, 1954; Sakai, 1935; Rosenthal, 1936; Gregory, 1941; Uellner, 1954; Kurita, 1958c
eigene Untersuchungen:
2n = 32 1963, Fr., 3 Sätze, *H* BG Zürich
1964, Pf., 8 Sätze, *H* Baumberger, *N* Freiburg i. B.
1965, Pf., 1 Satz, *H* Fa. Vogt, Erlenbach ZH
1966, Pf., 1 Satz, *H* BG Vancouver (var. *gothlandica)*
1967, Fr., 11 Sätze, *H* BG Lund, *N* Skåne/S
1967, Fr., 5 Sätze, *H* BG Jena, *N* Thüringen
1967, Fr., 2 Sätze, *H* BG Halle, *N* Seega
1967, Fr., 9 Sätze, *H* BG Uppsala, *N* Gotland/S (var. *gotlandica)*
1967, Fr., 4 Sätze, *H* BG Prag, *N* Streĉno (var. *slavica)*

Chromosomenzahlbestimmungen von Arten, die sich nicht in das gewählte System eingliedern liessen

A. armena Rupr.
2n = 32 Langlet, 1932
eigene Untersuchungen:
2n = 32 1967, Fr., 6 Sätze, *H* BG Bratislava

A. barbulata Turcz.
2n = 16 Kurita, 1958c

A. bulgarica Velen.
2n = 16 Rosenthal, 1936; Böcher, 1954

A. cicutifolia Johust.
2n = 16? Joseph und Heimburger, 1966 (Bestimmung der Chromosomenzahl aufgrund von Pollen- und Stomatagrösse)

A. edwardsiana Tharp
2n = 16? Joseph und Heimburger, 1966 (Bestimmung der Chromosomenzahl aufgrund von Pollen- und Stomatagrösse)

A. flaccida F. Schmidt
siehe unter 11.17 *A. baicalensis*

A. grayi Behr. ex Kellogg
2n = 16 Lamprecht, 1962

A. heterophylla Torr. und Gray
2n = 16 Rothfels et al., 1966; Joseph und Heimburger, 1966

A. hybrida Godron
2n = 16 Kurita, 1955, 1957a

A. lithophila Rydb.
2n = 48 Boraiah und Heimburger, 1964

A. obtusifolia D. Don
2n = 16 Sobti und Singh, 1961 (es handelt sich wahrscheinlich um 13.6 *A. obtusiloba* D. Don; siehe dort)

A. pseudo-altaica Hara
2n = 32 Kurita, 1956b, 1957a; Lamprecht, 1962

A. sieboldii (ohne Autor)
2n = 16 Miduno, 1943

A. stylosa Nelson
2n = 32 Boraiah und Heimburger, 1964

A. tagawae Ohwi
2n = 14 Kurita, 1956c, 1957a, 1958b

A. tenuicaulis (Cheesem.) Parkin und Sledge
2n = 28 Hair, 1963 (früher *Ranunculus tenuicaulis* Cheesemann, siehe Parkin und Sledge, 1935)

A. triternata Vahl
2n = 16 Rothfels et al., 1966; Joseph und Heimburger, 1966

A. tuberosa Rydb.
2n = 16 Rothfels et al., 1966; Joseph und Heimburger, 1966

A. yunnanensis (ohne Autor)
2n = 16 Miduno, 1943

Eine *Zusammenstellung aller Chromosomenzahlen* findet sich in der systematischen Übersicht (S. 88).

3. *Chromosomenmorphologie*

Für die 54 untersuchten Arten wird je ein Chromosomensatz repräsentativ dargestellt, wie das auch Heneen (1962) für *Agropyron* tat. Die Zuordnung der Messwerte zu Paaren und deren Bezeichnung mit Symbolen geschah aufgrund der bestmöglichen Beobachtung des vorliegenden Materials. Eine eindeutige und zweifelsfreie Homologisierung ist kaum erreichbar (vgl. S. 29 f.); eine statistische Auswertung ist deshalb unzweckmässig. Von jeder Art wurden durchschnittlich vier bis fünf Sätze ausgemessen und berechnet; die nichtpublizierten Analysen zeigten ausnahmslos grundsätzliche Übereinstimmung mit dem ausgewählten Beispiel. Alle Darstellungen und Berechnungen beruhen auf Relativwerten. Absolute Masse können den Arbeiten von Kurita (1955ff.) und Heimburger (1959ff.) entnommen werden.

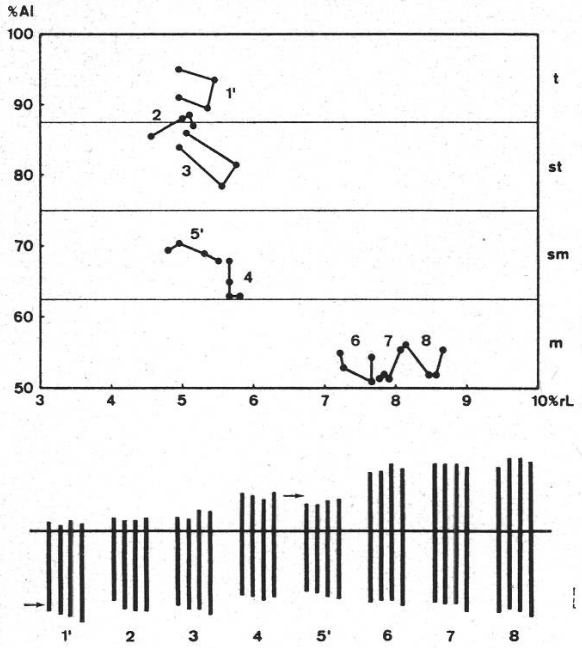
Für jeden analysierten Chromosomensatz liegen ein *Karyodiagramm* und ein *Karyoidiogramm* vor, teilweise auch eine Mikrophotographie. Es wurden folgende Äquivalenzwerte (Ä) verwendet (vgl. S. 25):

für	2n = 14 oder 16	Ä = 100
	2n = 21 oder 24	Ä = 150
	2n = 28, 30 oder 32	Ä = 200

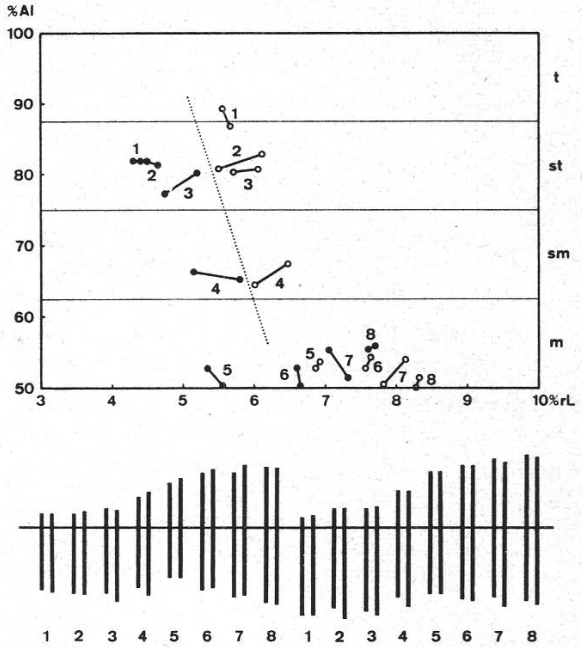
Dadurch bleiben die relativen Längen homologer Chromosomen auch bei tri- und tetraploiden Sätzen vergleichbar. Satelliten blieben bei den Längenmessungen unberücksichtigt. Sie wurden aber, wenn sichtbar, zur Identifizierung herangezogen.

Es gibt noch keine einheitliche Bezeichnung der Chromosomen. Aufgrund ihrer Lage im Karyodiagramm ist es zweckmässig, die Paare des Basiskaryotyps (Abb. 6), vom kleinsten Paar ausgehend, mit arabischen Ziffern (z. B. 5) zu bezeichnen. Umgebaute Chromosomen behalten ihre Nummer bei, werden aber durch einen hochgestellten Strich gekennzeichnet (z. B. 5′). Im Idiogramm weisen einfache Pfeile auf die mutierte Stelle hin, während Doppelpfeile eine Inversion andeuten. Erklärung der Abkürzungen siehe S. 18.

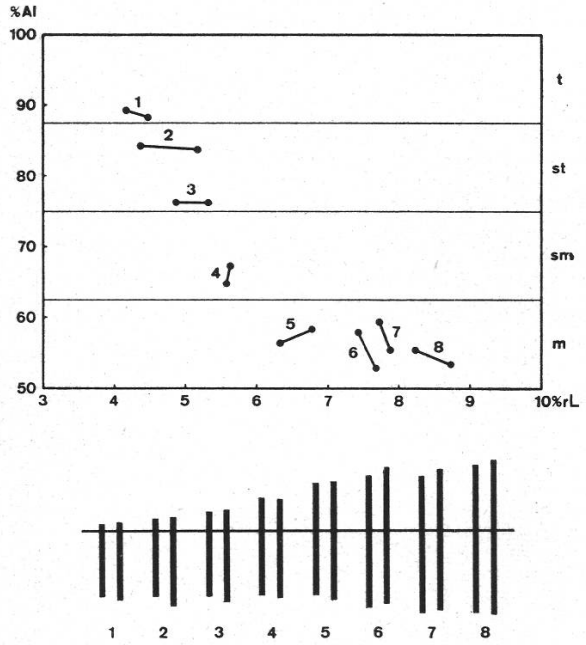
11. 2: A. ranunculoides



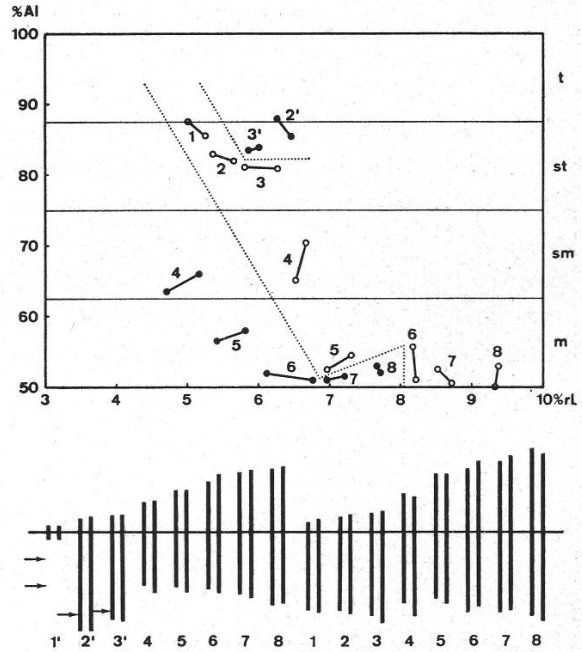
11. 6: A. trifolia



11. 9: A. altaica

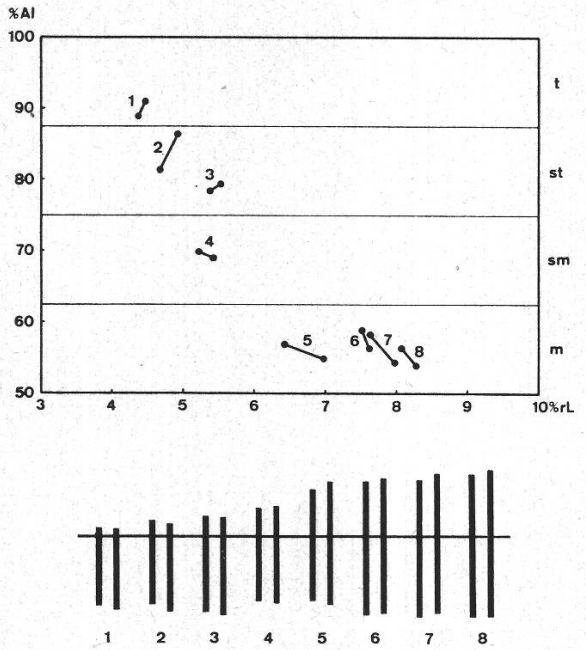


11. 10: A. nemorosa

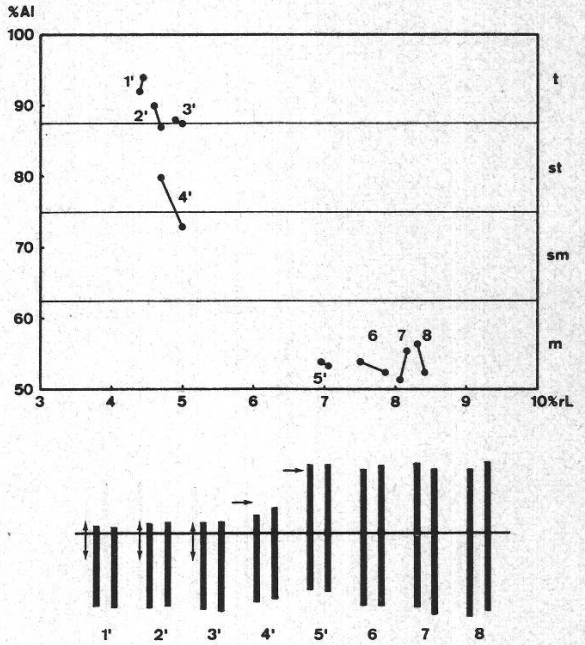


11.2: 2n = 32 (tetraploid), abgeleiteter Karyotyp I: TR 1/5 (Abb. 4a und 7). – 11.6: 2n = 32 (tetraploid), zusammengesetzt aus zwei dem Basiskaryotyp entsprechenden Sätzen, einer mit kleineren, der andere mit grösseren Chromosomen (Abb. 3a und 6). – 11.9: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 6). – 11.10: 2n = 30 (hypotetraploid), zusammengesetzt aus zwei Chromosomensätzen, einer mit kleineren, der andere mit grösseren Chromosomen. Im Satz mit den kleineren Chromosomen Reduktion der Chromosomenzahl durch zwei Translokationen und Verlust des Restchromosoms 1′. Abgeleiteter Karyotyp II: TR 1/2/3 (Abb. 4b und 8)

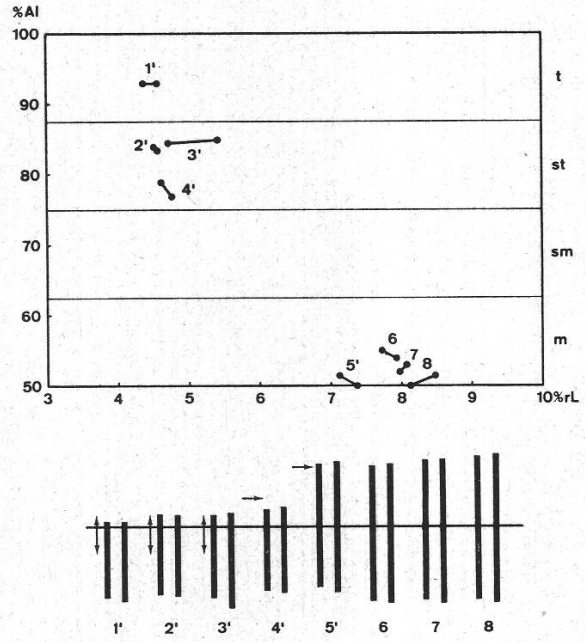
11. 14: A. reflexa



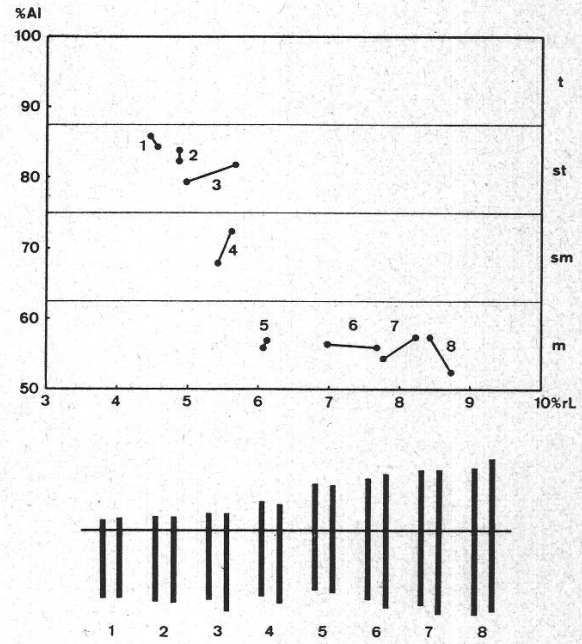
11. 15: A. apennina



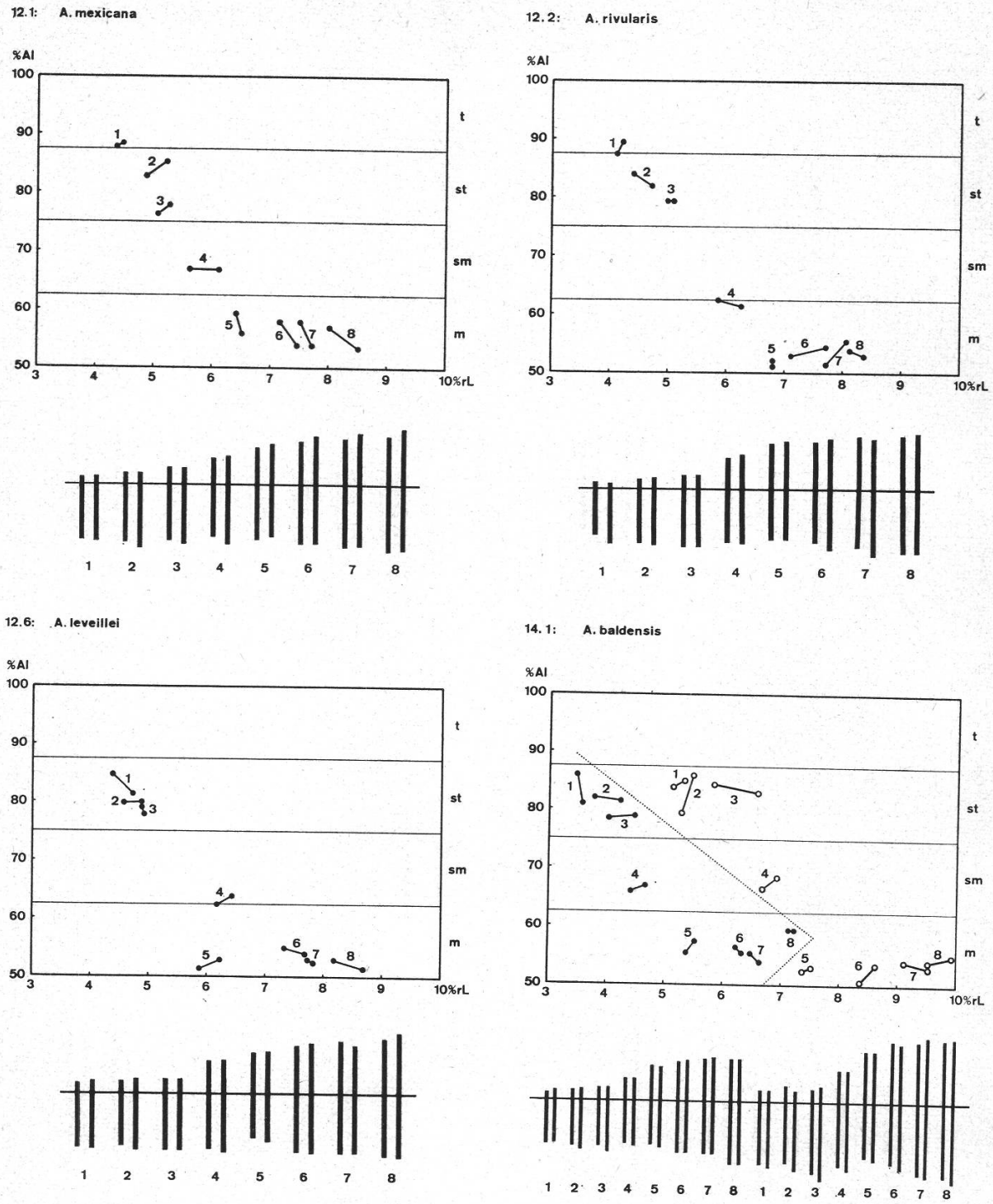
11. 16: A. blanda



11. 17: A. baicalensis

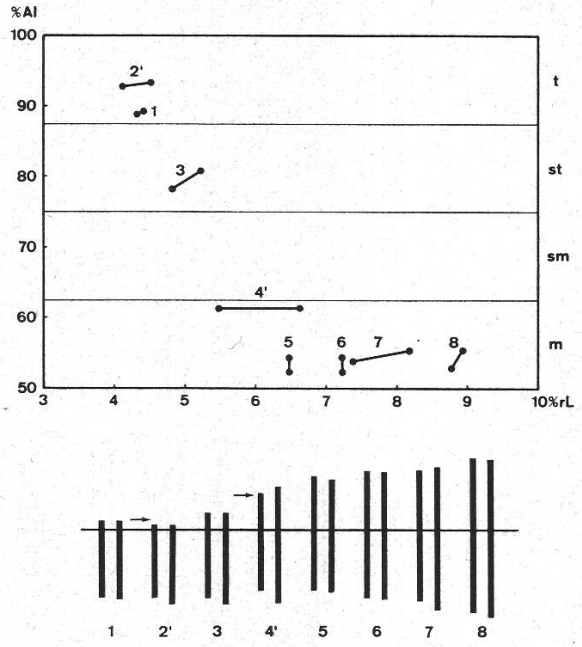


11.14: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 6). – 11.15: 2n = 16 (diploid), abgeleiteter Karyotyp III: TR 4/5, INV 1, INV 2, INV 3 (Abb. 9). – 11.16: 2n = 16 (diploid), abgeleiteter Karyotyp III: TR 4/5, INV 1, INV 2, INV 3 (Abb. 4c und 9). – 11.17: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 6)

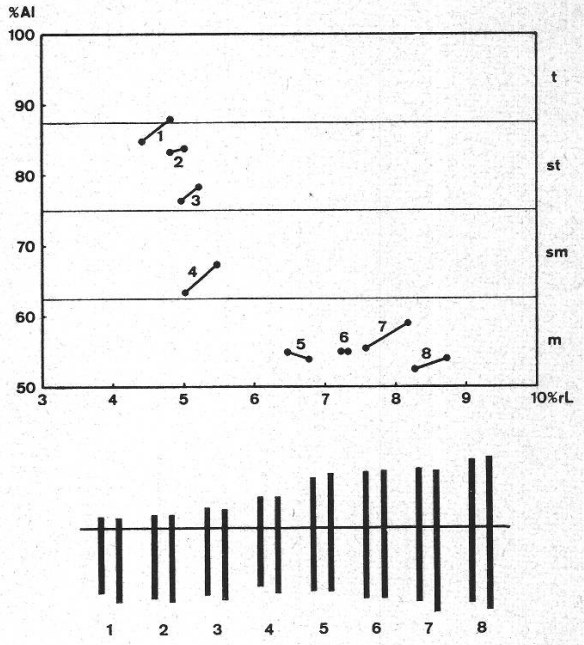


12.1: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 6). – 12.2: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 3b und 6). – 12.6: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 6). – 14.1: 2n = 32 (tetraploid), zusammengesetzt aus zwei dem Basiskaryotyp entsprechenden Sätzen, einer mit kleineren, der andere mit grösseren Chromosomen (Abb. 6)

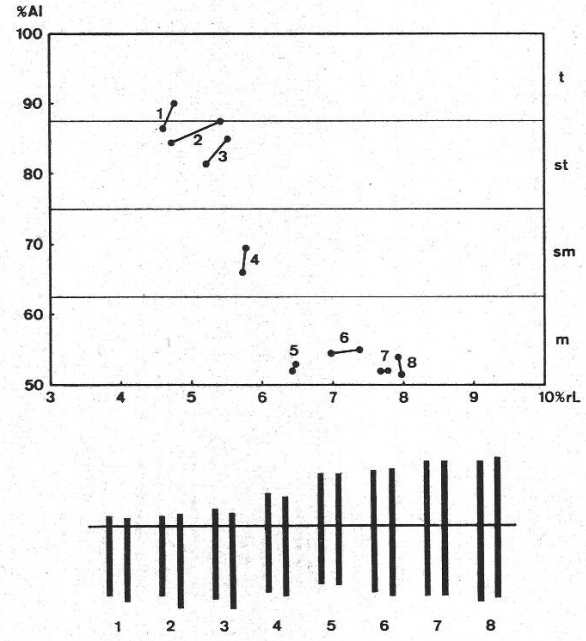
14.3: A. tetonensis



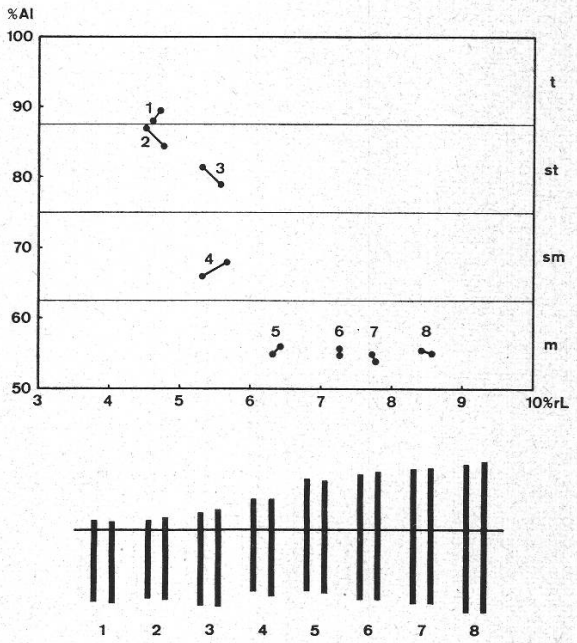
14.4: A. palmata



14.5: A. pavonina

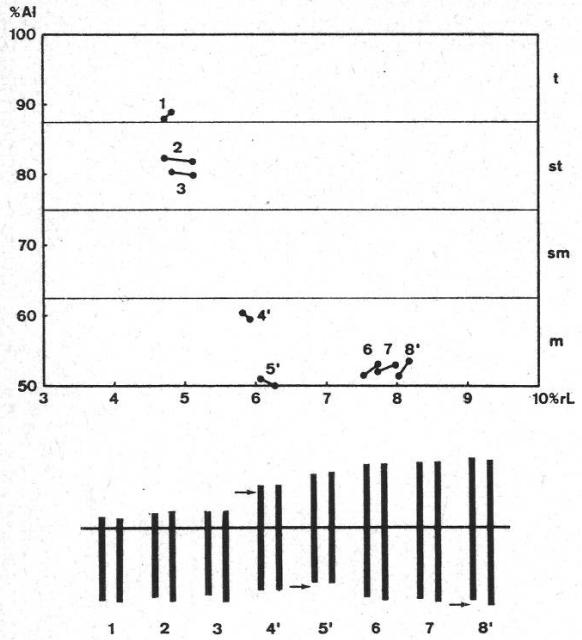


14.6: A. hortensis

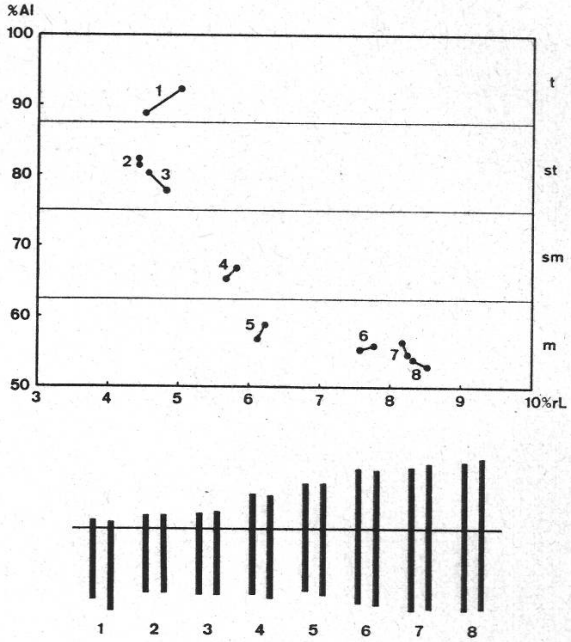


14.3: 2n = 16 (diploid), abgeleiteter Karyotyp IV: TR: 2/4 (Abb. 4d und 10). – 14.4: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 3c und 6). – 14.5 und 14.6: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 6)

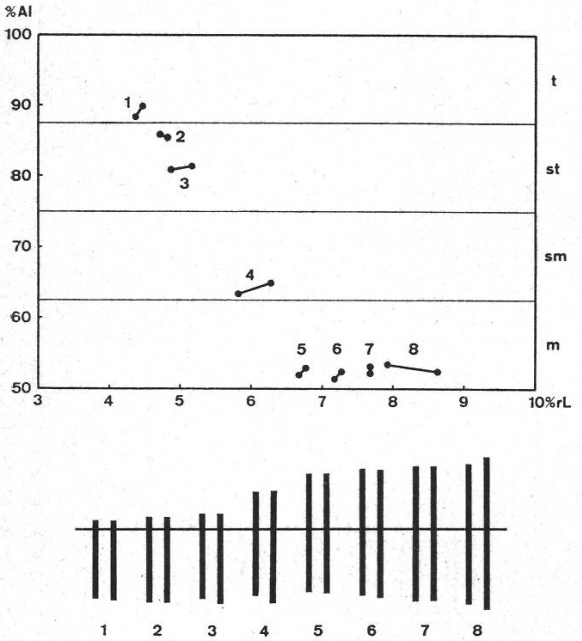
14.7: A. coronaria



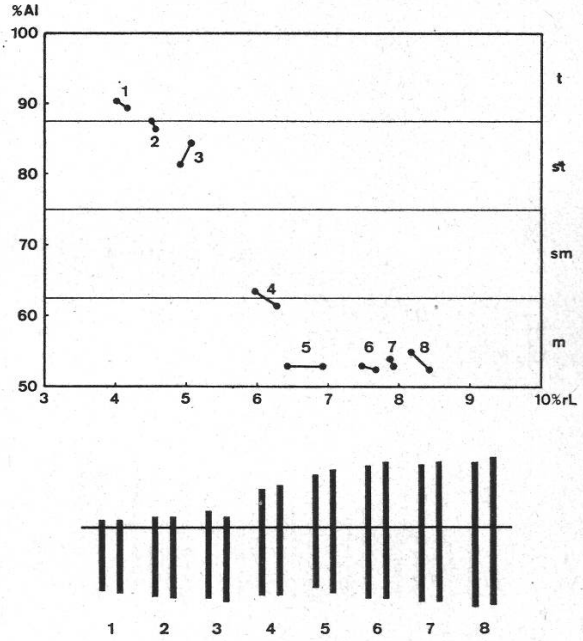
14.12: A. parviflora



14.13: A. vitifolia

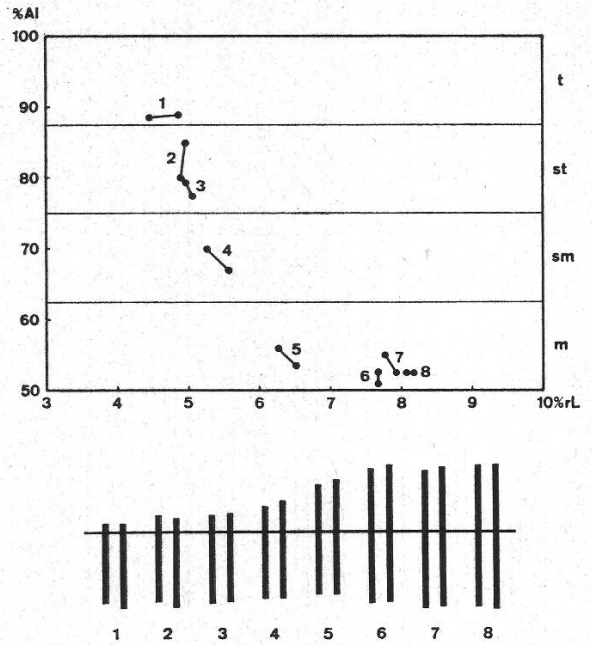


14.14: A. japonica

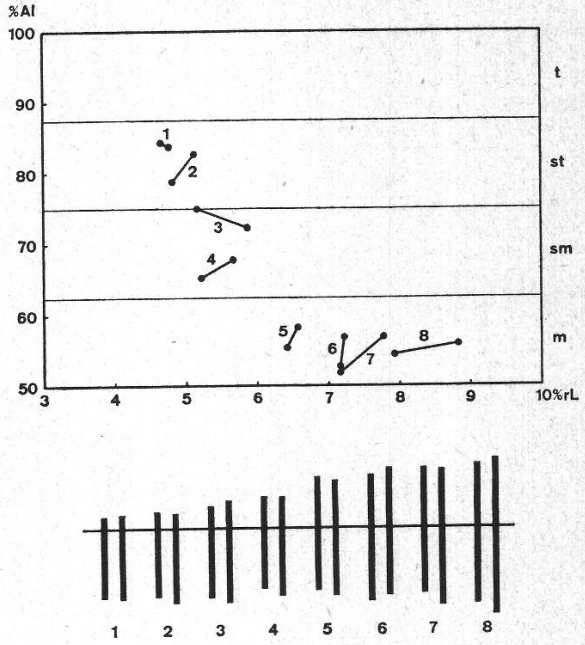


14.7: 2n = 16 (diploid), abgeleiteter Karyotyp V: TR 4/5/8 (Abb. 5a und 11). – 14.12, 14.13 und 14.14: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 6)

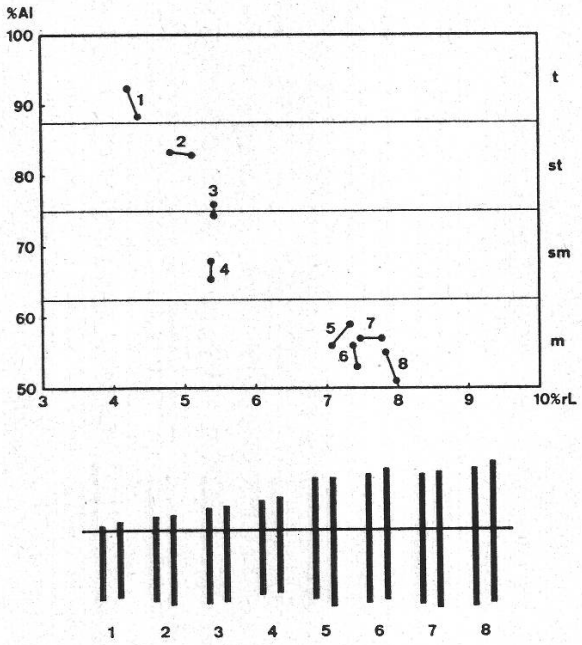
14.15: A. sylvestris



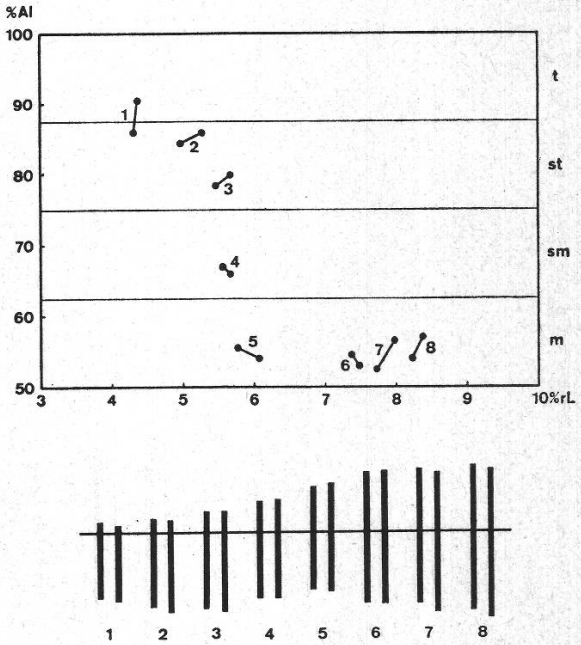
14.17: A. virginiana



14.18: A. riparia

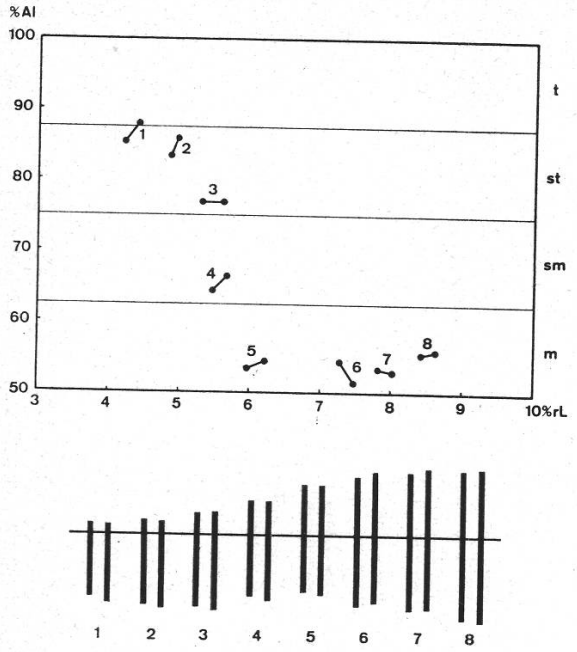


14.19: A. cylindrica

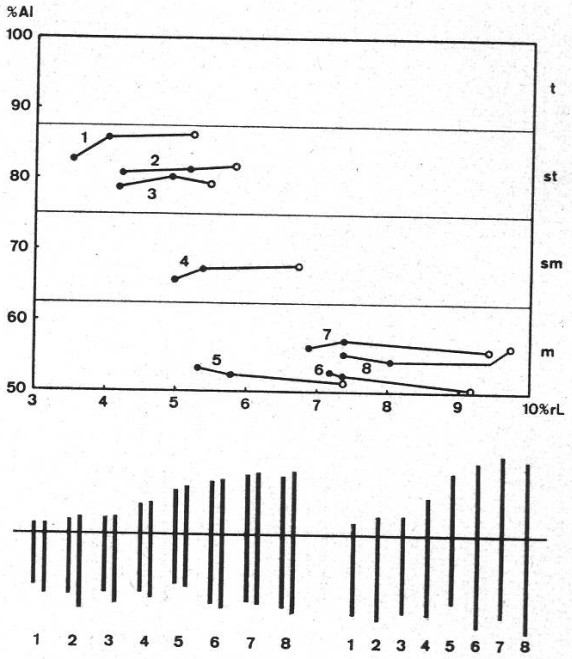


14.15, 14.17, 14.18 und 14.19: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 6)

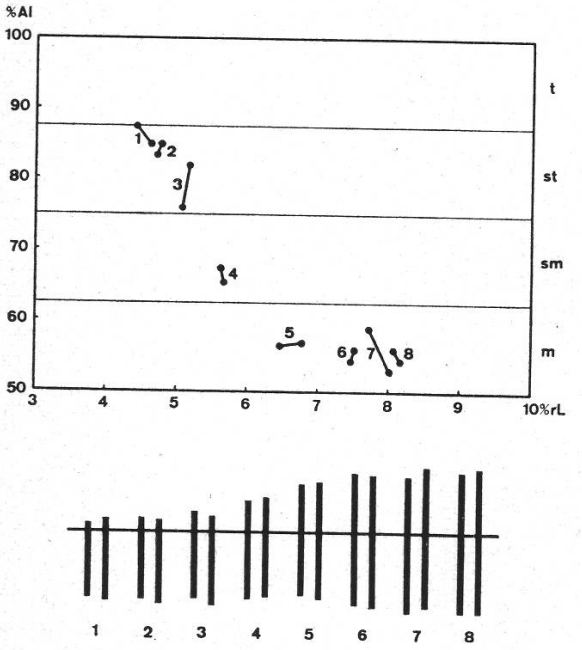
14.20: A. multifida



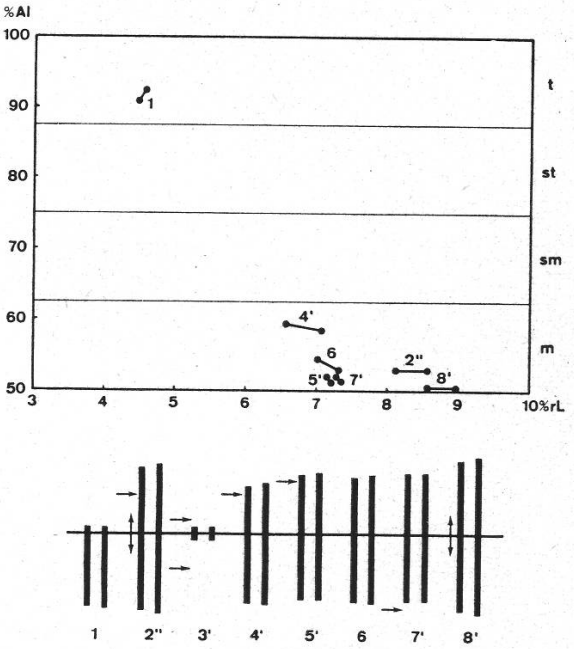
14.21: A. tetrasepala



15.1: A. dichotoma

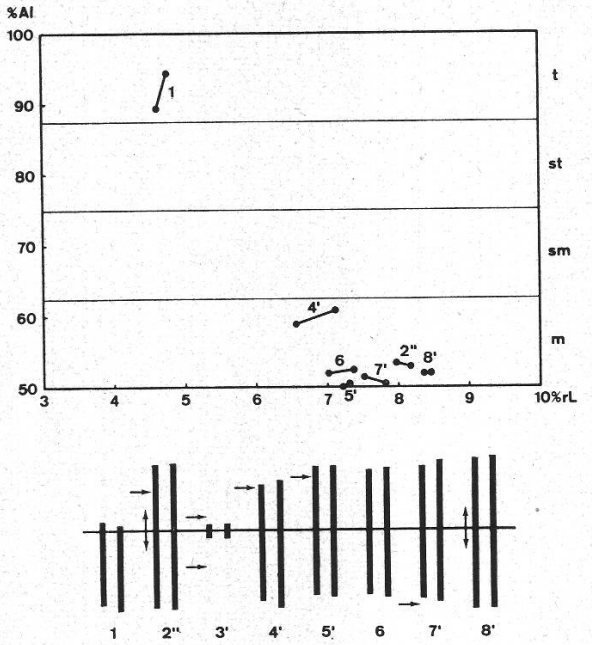


16.1: A. narcissiflora

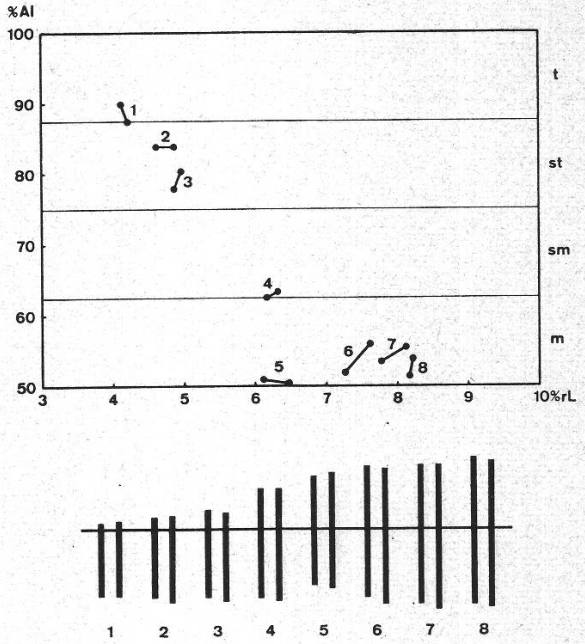


14.20: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 6). – 14.21: 2n = 24 (triploid), Basiskaryotyp, zusammengesetzt aus einem diploiden Satz mit kleineren und einem haploiden Satz mit grösseren Chromosomen (Abb. 6). – 15.1: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 3d und 6). - 16.1: 2n = 14 (diploid), abgeleiteter Karyotyp VI: TR 3/4, TR 5/7, INV 2′, INV 8 und Reduktion der Chromosomenzahl durch ZF 2+3 (Abb. 12)

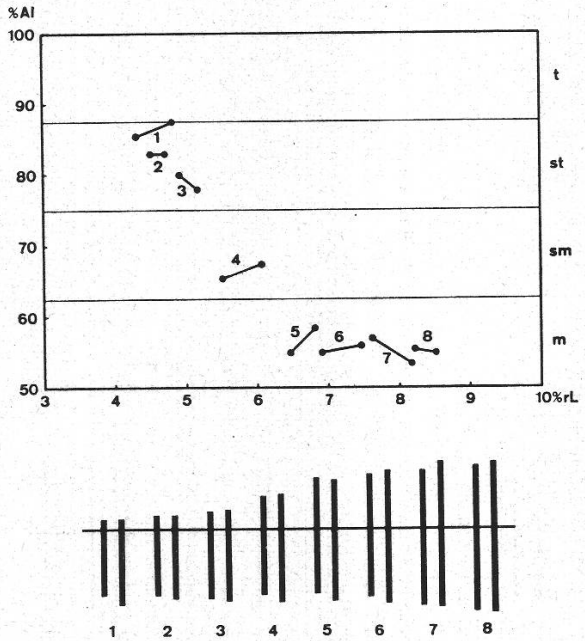
16.2: A. demissa



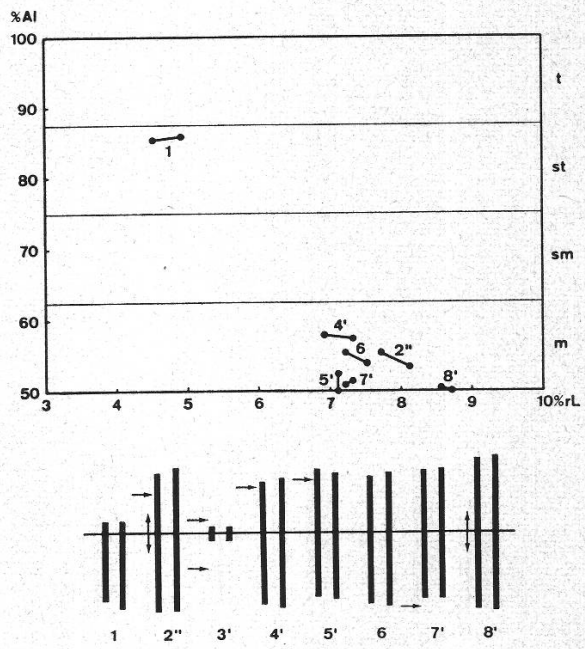
16.3: A. polyanthes



16.4: A. elongata

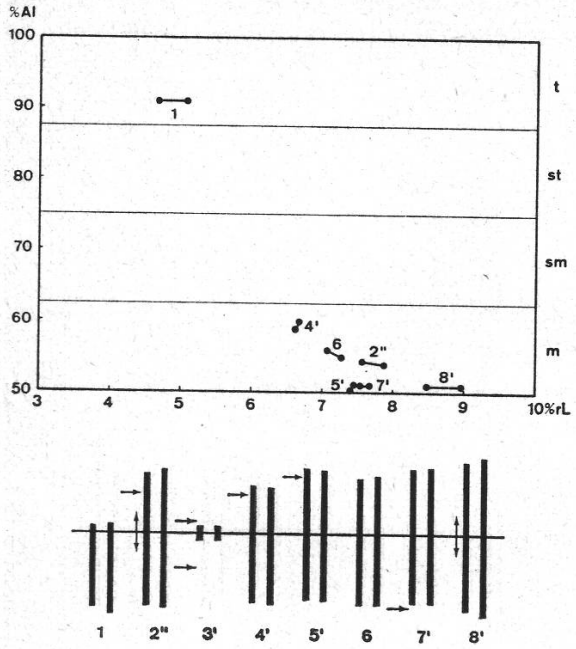


16.5: A. tetrasepala

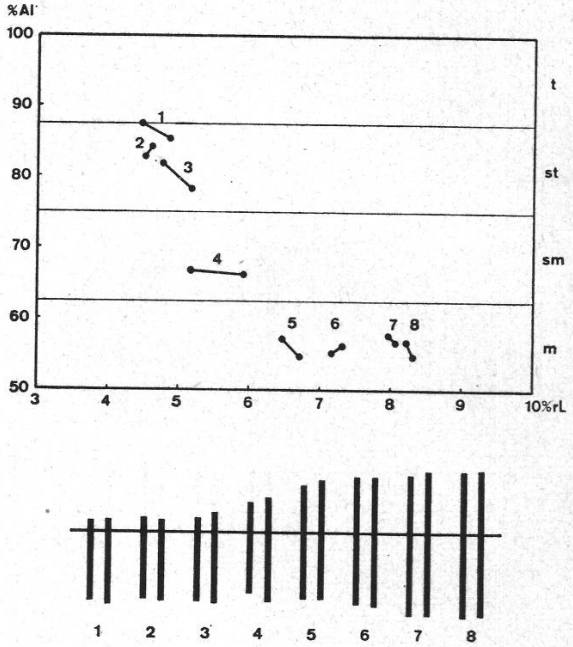


16.2: 2n = 14 (diploid), abgeleiteter Karyotyp VI: TR 3/4, TR 5/7, INV 2′, INV 8 und Reduktion der Chromosomenzahl durch ZF 2+3 (Abb. 5b und 12). – 16.3 und 16.4: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 6). – 16.5: 2n = 14 (diploid), abgeleiteter Karyotyp VI: TR 3/4, TR 5/7, INV 2′, INV 8 und Reduktion der Chromosomenzahl durch ZF 2+3 (Abb. 12)

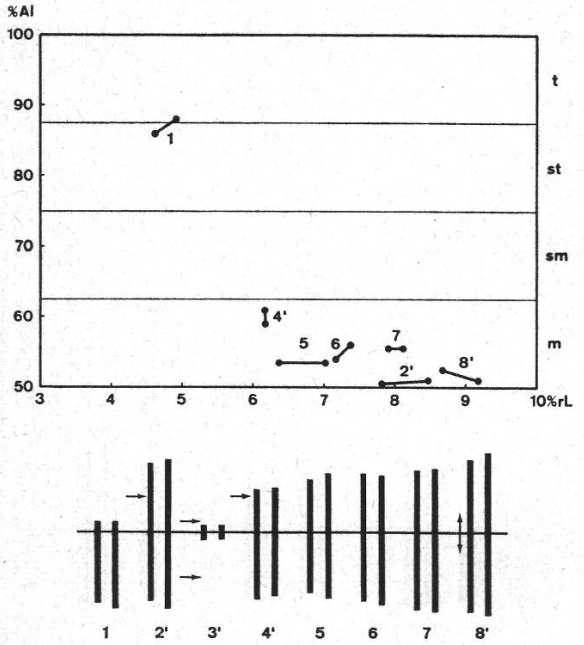
16.9: A. crinita



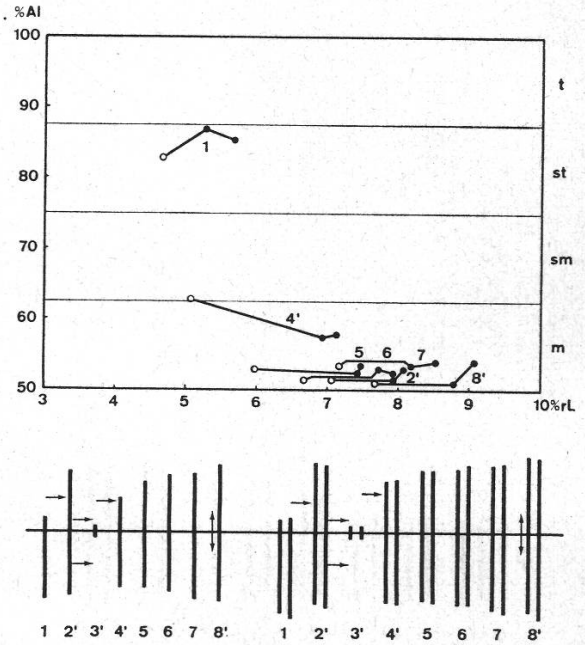
16.10: A. sibirica



21.1: H. nobilis

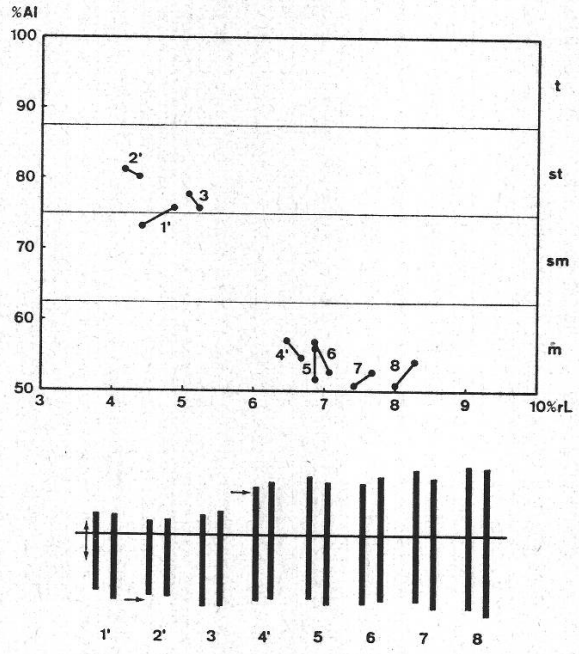


21.3: H. transsilvanica

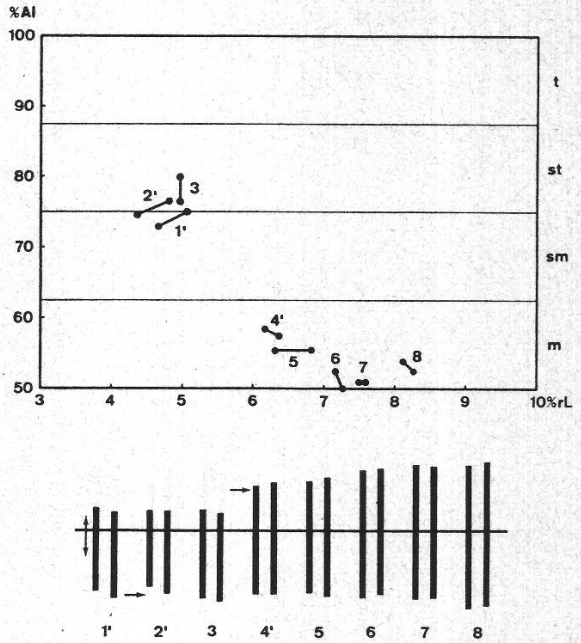


16.9: 2n = 14 (diploid), abgeleiteter Karyotyp VI: TR 3/4, TR 5/7, INV 2′, INV 8 und Reduktion der Chromosomenzahl durch ZF 2+3 (Abb. 12). – 16.10: 2n = 16 (diploid), Basiskaryotyp (Abb. 6). – 21.1: 2n = 14 (diploid), abgeleiteter Karyotyp VII: TR 3/4, INV 8 und Reduktion der Chromosomenzahl durch ZF 2+3 (Abb. 5c und 13). – 21.3: 2n = 21 (triploid), abgeleiteter Karyotyp VII: TR 3/4, INV 8 und Reduktion der Chromosomenzahl durch ZF 2+3; zusammengesetzt aus einem haploiden Satz mit kleineren und einem diploiden Satz mit grösseren Chromosomen (Abb.13)

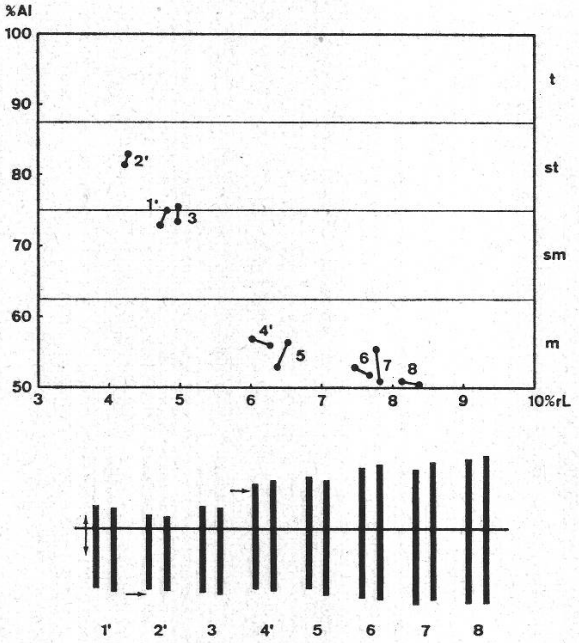
33.1: P. alpina



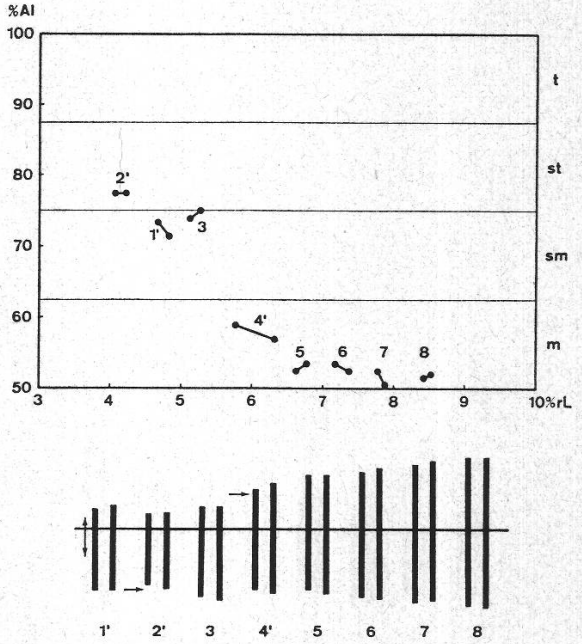
33.2: P. alba



33.3: P. aurea

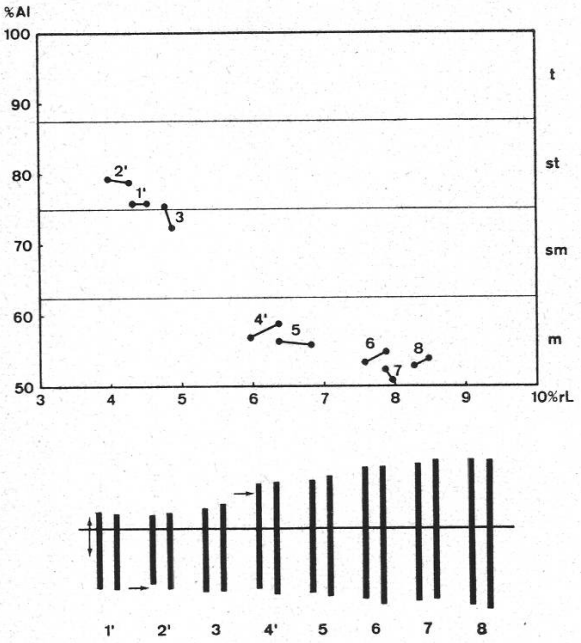


35.1: P. patens

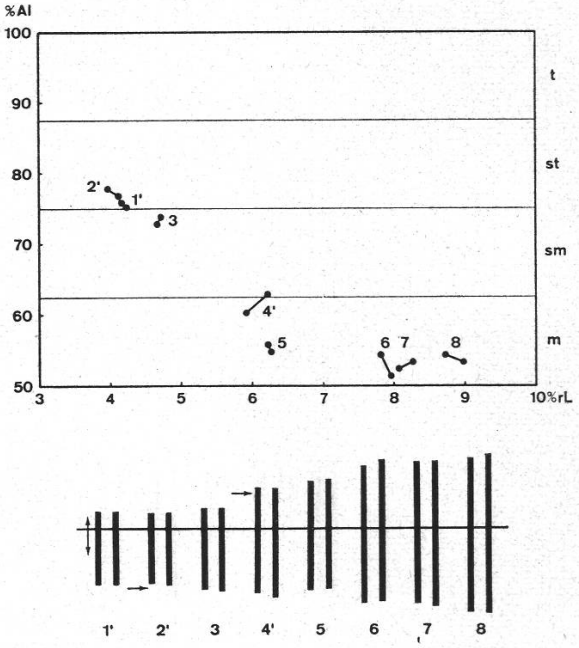


33.1, 33.2, 33.3 und 35.1: 2n = 16 (diploid), abgeleiteter Karyotyp VIII: TR 2/4, INV 1 (Abb. 14)

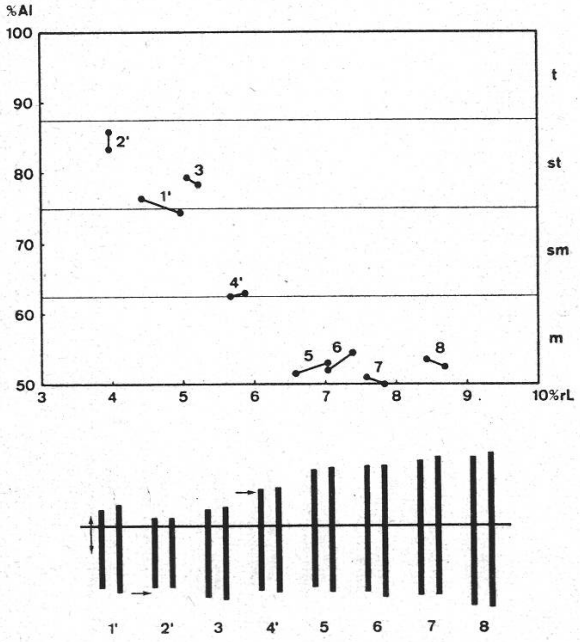
35.2: P. flavescens



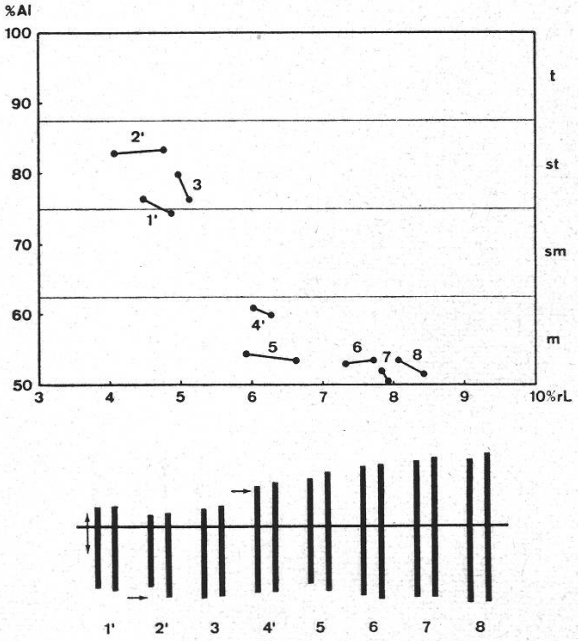
35.4: P. vernalis



35.5: P. albana

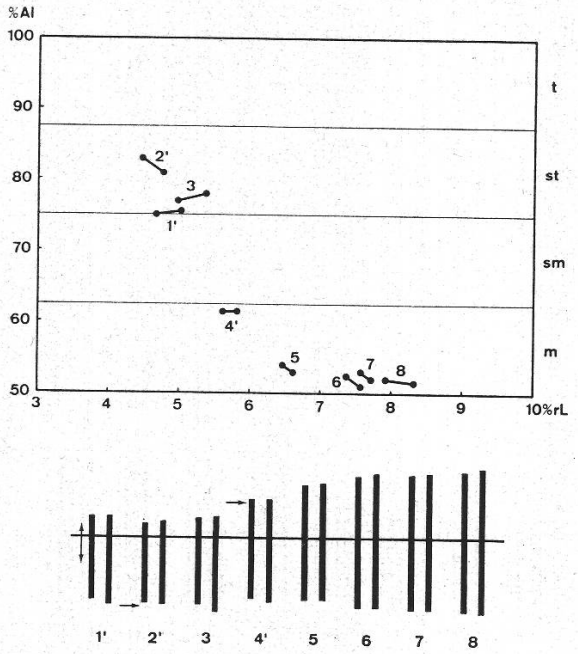


35.6: P. campanella

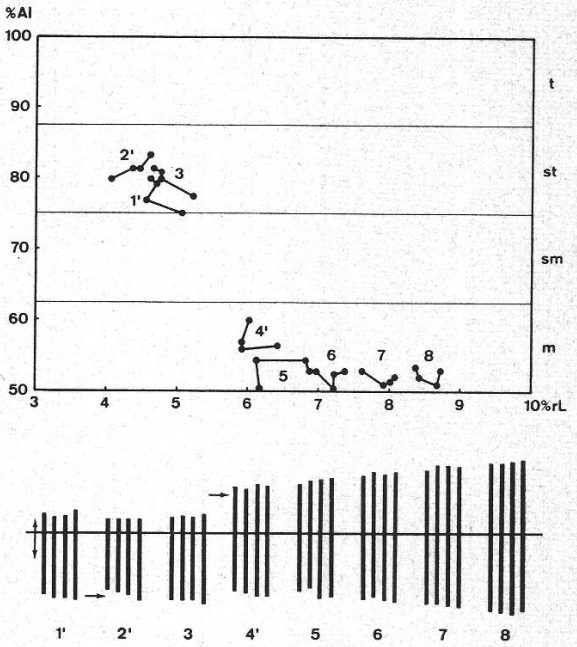


35.2, 35.4, 35.5 und 35.6: 2n = 16 (diploid), abgeleiteter Karyotyp VIII: TR 2/4, INV 1 (Abb. 14)

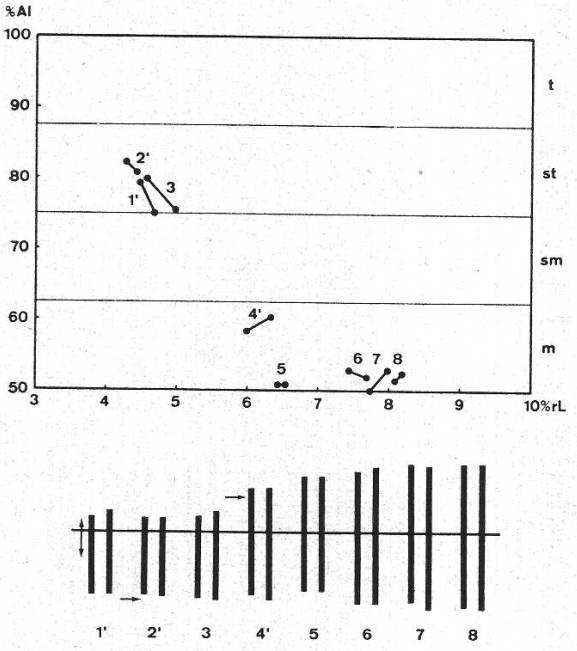
35.8: P. bungeana



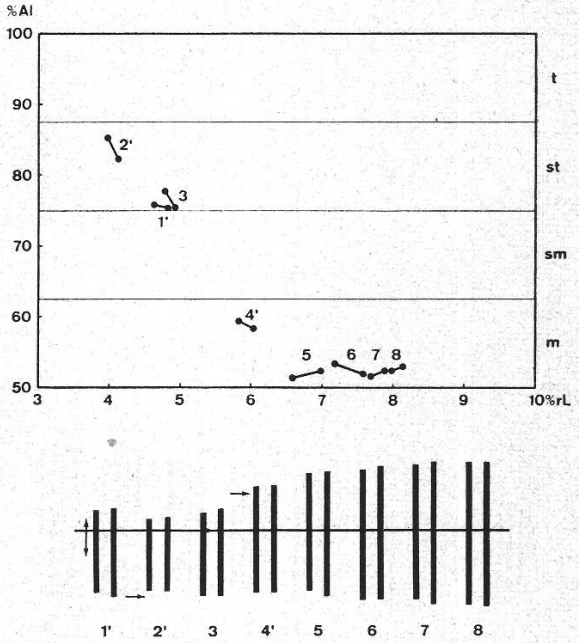
35.10: P. regeliana



35.13: P. pratensis

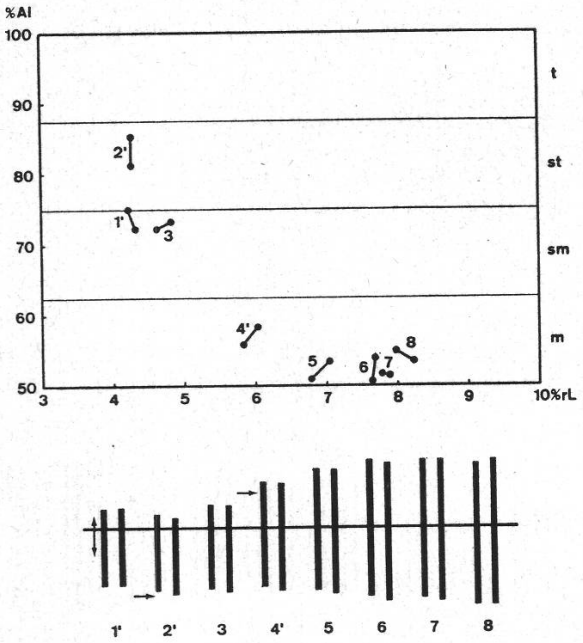


35.14: P. montana

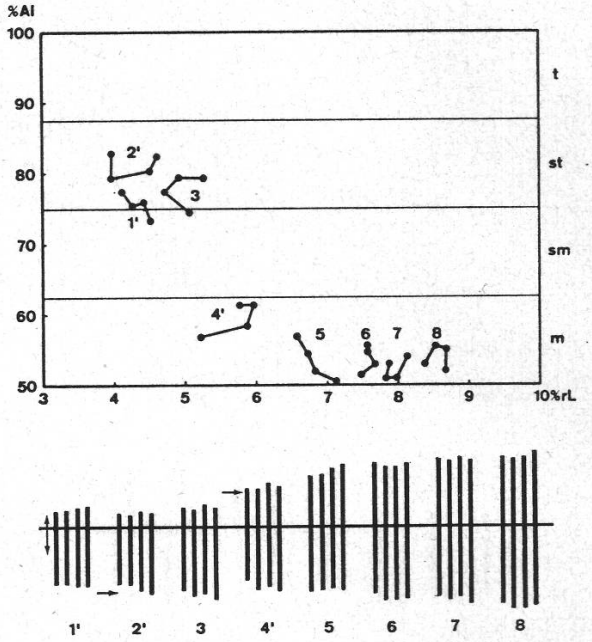


35.8: 2n = 16 (diploid), abgeleiteter Karyotyp VIII: TR 2/4, INV 1 (Abb. 5d und 14). – 35.10: 2n = 32 (tetraploid), abgeleiteter Karyotyp VIII: TR 2/4, INV 1 (Abb. 14). – 35.13 und 35.14: 2n = 16 (diploid), abgeleiteter Karyotyp VIII: TR 2/4, INV 1 (Abb. 14)

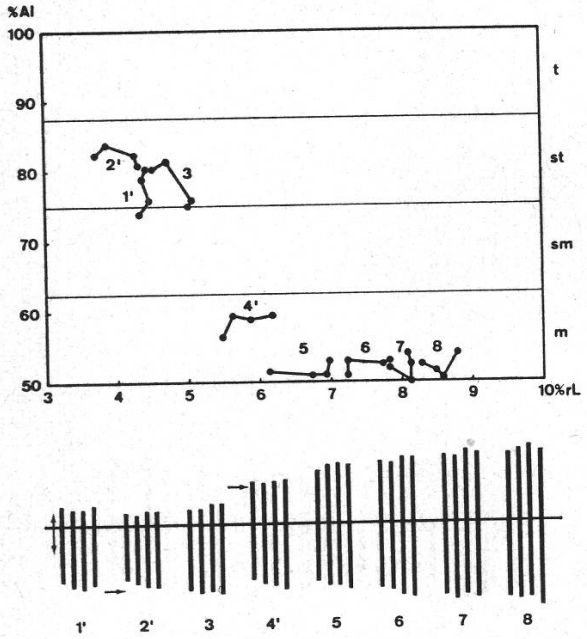
35.15: P. rubra



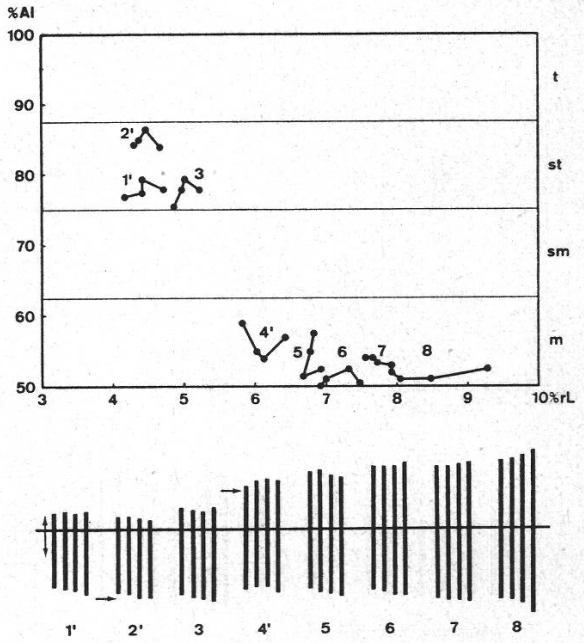
35.16: P. slavica



35.18: P. styriaca

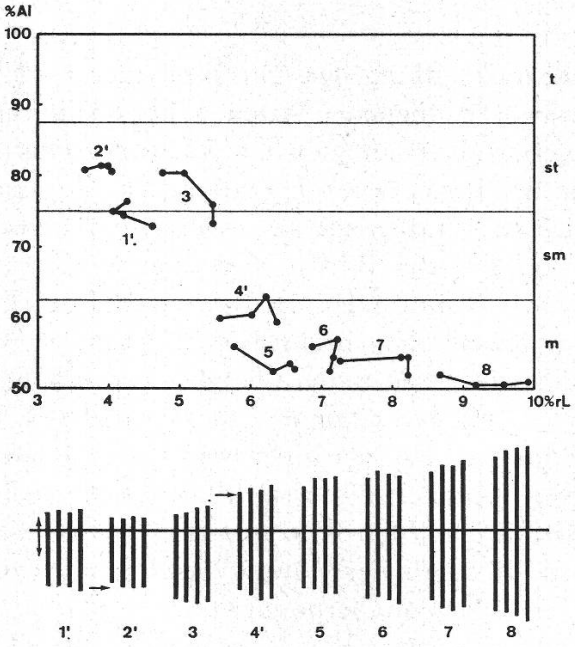


35.19: P. halleri

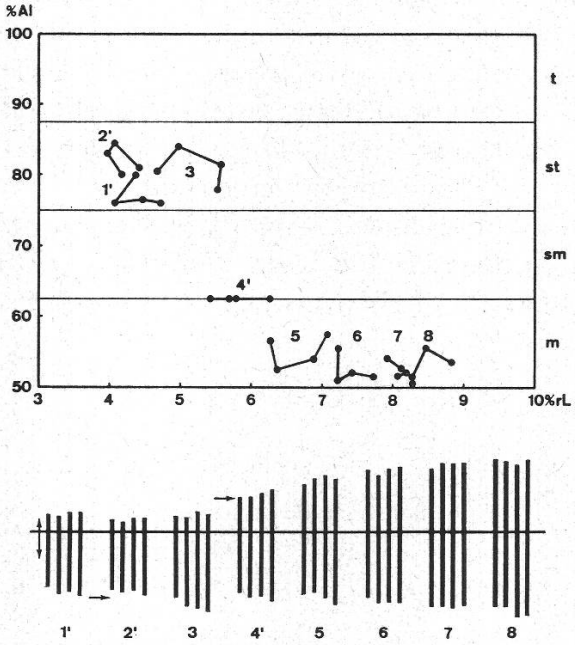


35.15: 2n = 16 (diploid), abgeleiteter Karyotyp VIII: TR 2/4, INV 1 (Abb. 14). – 35.16, 35.18 und 35.19: 2n = 32 (tetraploid), abgeleiteter Karyotyp VIII: TR 2/4, INV 1 (Abb. 14)

35. 21: P. grandis



35.22: P. vulgaris



35 21 und 35.22: 2n = 32 (tetraploid), abgeleiteter Karyotyp VIII: TR 2/4, INV 1 (Abb. 14)

4. *Karyotypanalysen*

a) *Basiskaryotyp*

Die diagrammatische Darstellung der Chromosomenmorphologie ermöglicht den *Vergleich der Karyotypen* verschiedener Arten. Übereinstimmende Karyodiagramme sprechen für eine Zugehörigkeit zur gleichen Verwandtschaftsgruppe. Abweichende Befunde sollten sich in der Regel durch die bekannten Vorgänge bei Chromosomenmutationen erklären lassen: Translokation, Inversion, zentrische Fusion und Stückverlust verändern das graphische Bild in typischer Weise. Am häufigsten dürften reziproke Translokationen vorkommen (Babcock und Jenkins, 1943, für *Crepis*). Im stabilen Chromosomensatz einer natürlichen Population sind die Brüche und die damit zusammenhängenden Austauschvorgänge nicht erkennbar, sondern lediglich das Produkt des wahrscheinlich vor langer Zeit abgelaufenen Vorgangs, und zwar in Form von reziproken Längenveränderungen von Chromosomenarmen im Vergleich mit einem Basiskaryotyp. Rechnerisch feststellbar ist nur die Translokationsdifferenz, der Längenunterschied zwischen den Armen mit ausgetauschten Stücken. Je grösser diese Differenz ist, um so deutlicher treten Verschiebungen im Diagramm hervor. Werden aber gleich lange oder annähernd gleich lange Stücke ausgetauscht, so ist der Umbau graphisch nicht feststellbar.

Durch systematische Vergleiche lässt sich für die drei Gattungen *Anemone*, *Hepatica* und *Pulsatilla* ein *Basiskaryotyp* finden (Abb. 6, Tab. 5), der in der Gattung *Anemone* bei 24 von 34 Arten vorkommt und aus dem sich die Chromosomensätze der übrigen Arten dieser Gattung sowie die der Gattungen *Hepatica* und *Pulsatilla* ableiten lassen. Dieser Chromosomensatz besteht aus acht Paaren, nämlich aus einer Gruppe von drei kurzen Paaren, deren Centromer in der terminalen oder subterminalen Region liegt (Nrn. 1–3), einem mittleren Paar mit dem Centromer in der submedianen Region (Nr. 4) und einer Gruppe von vier langen, gleichmässig grösser werdenden Chromosomenpaaren mit dem Centromer in der medianen Region (Nrn. 5–8). Kurita (1956c) und Heimburger (1961) geben die gleiche Zusammensetzung an.

Tabelle 5

Zahlenwerte des Basiskaryotyps

Chromosomenpaar Nr.	relative Armlängen a		b	relative Länge (rL) a + b	Armindex (AI) b : (a + b)
	%		%	%	%
1	0,50	+	3,95	4,45	88,5
2	0,80	+	3,95	4,75	83
3	1,10	+	3,95	5,05	78
4	1,90	+	3,70	5,60	66
5	2,85	+	3,50	6,35	55
6	3,35	+	4,10	7,45	55
7	3,55	+	4,30	7,85	55
8	3,85	+	4,65	8,50	55
				50,00	

Tafel I

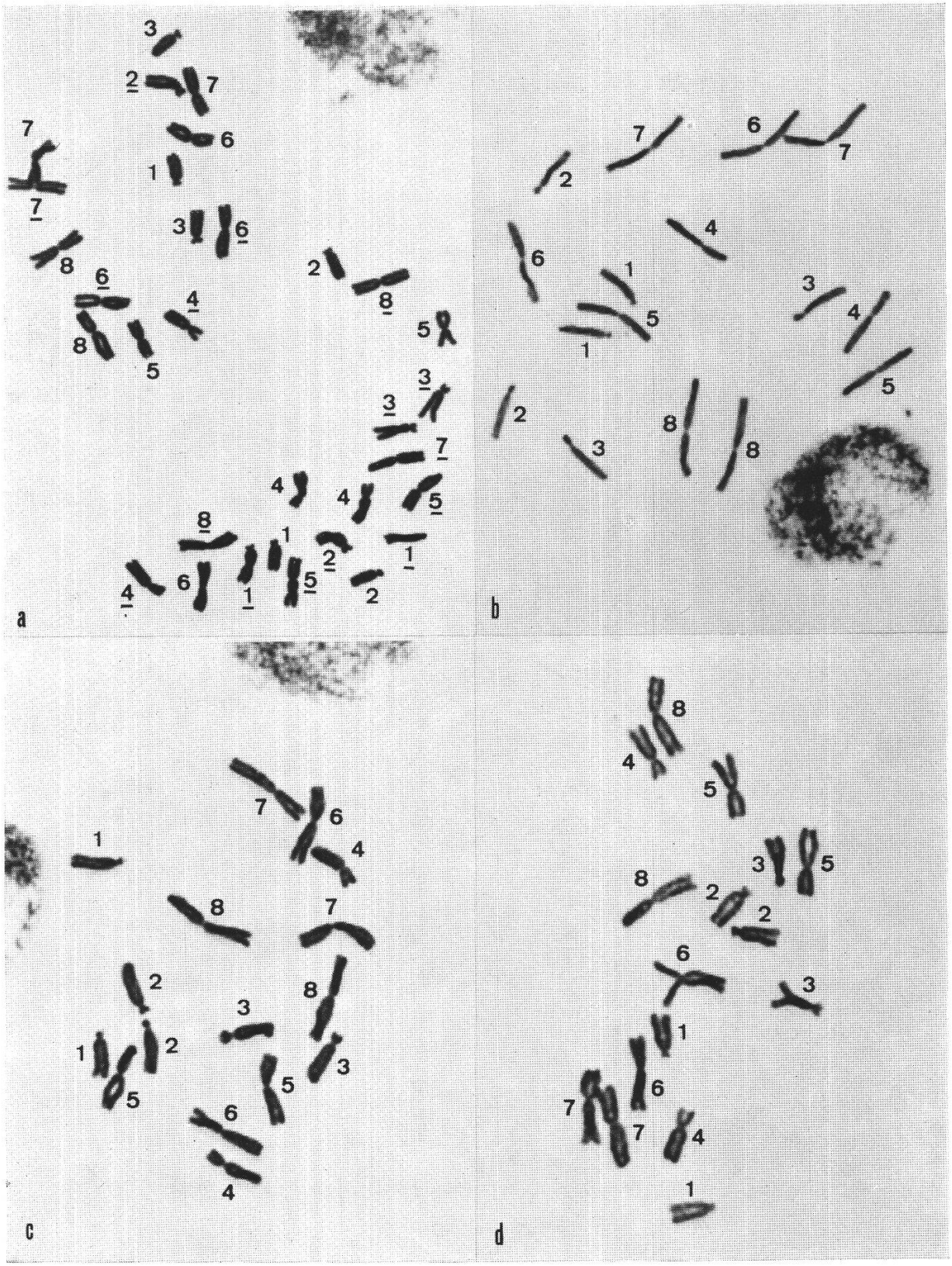


Abbildung 3

Metaphasen von Wurzelspitzen. a *Anemone trifolia* (11.6, 2n = 32, Basiskaryotyp). b *Anemone rivularis* (12.2, 2n = 16, Basiskaryotyp). c *Anemone palmata* (14.4, 2n = 16, Basiskaryotyp). d *Anemone dichotoma* (15.1, 2n = 16, Basiskaryotyp)

Tafel II

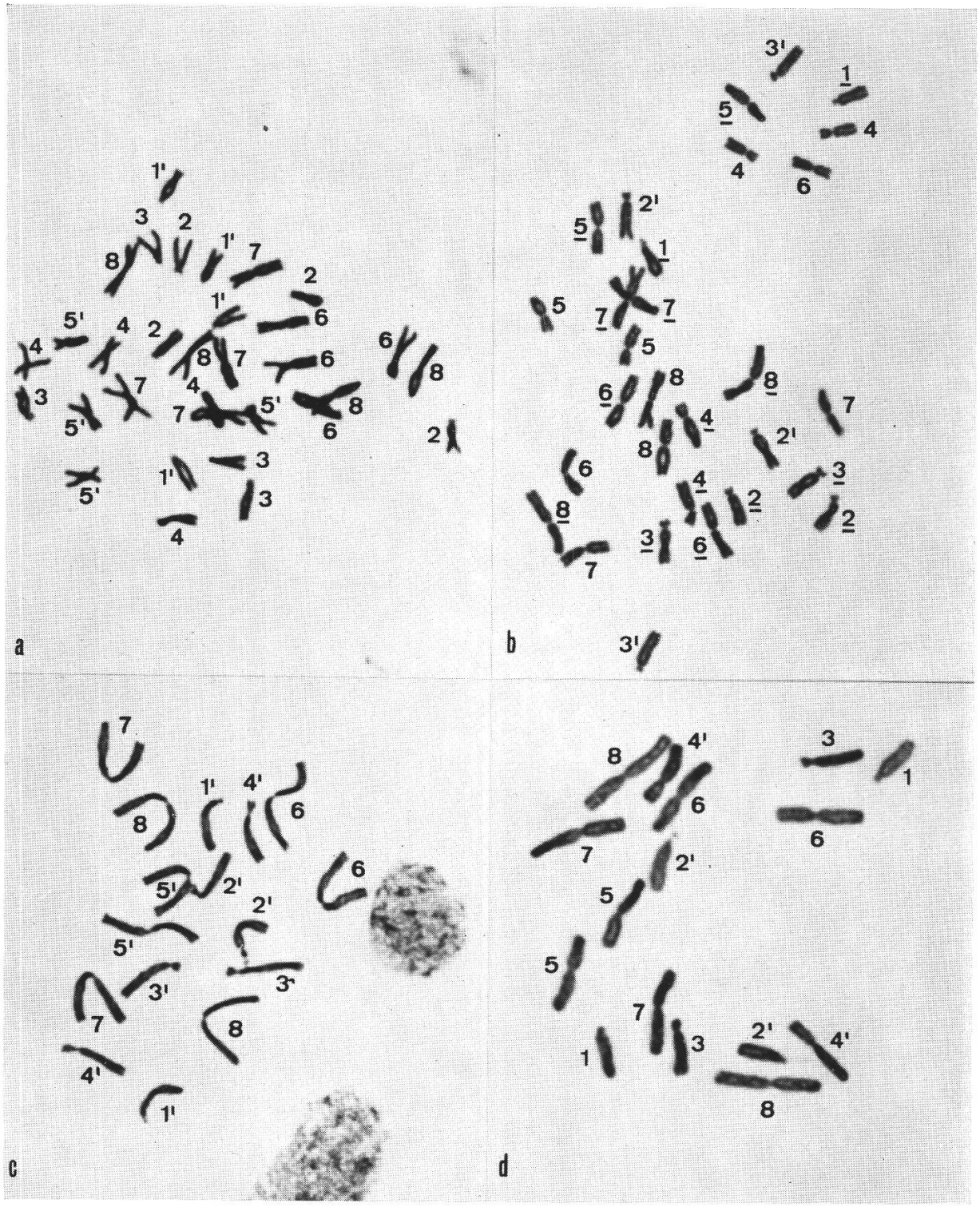


Abbildung 4

Metaphasen von Wurzelspitzen. a *Anemone ranunculoides* (11.2, 2n = 32, abgeleiteter Karyotyp I). b *Anemone nemorosa* (11.10, 2n = 30, abgeleiteter Karyotyp II). c *Anemone blanda* (11.16, 2n = 16, abgeleiteter Karyotyp III). d *Anemone tetonensis* (14.3, 2n = 16, abgeleiteter Karyotyp IV)

Tafel III

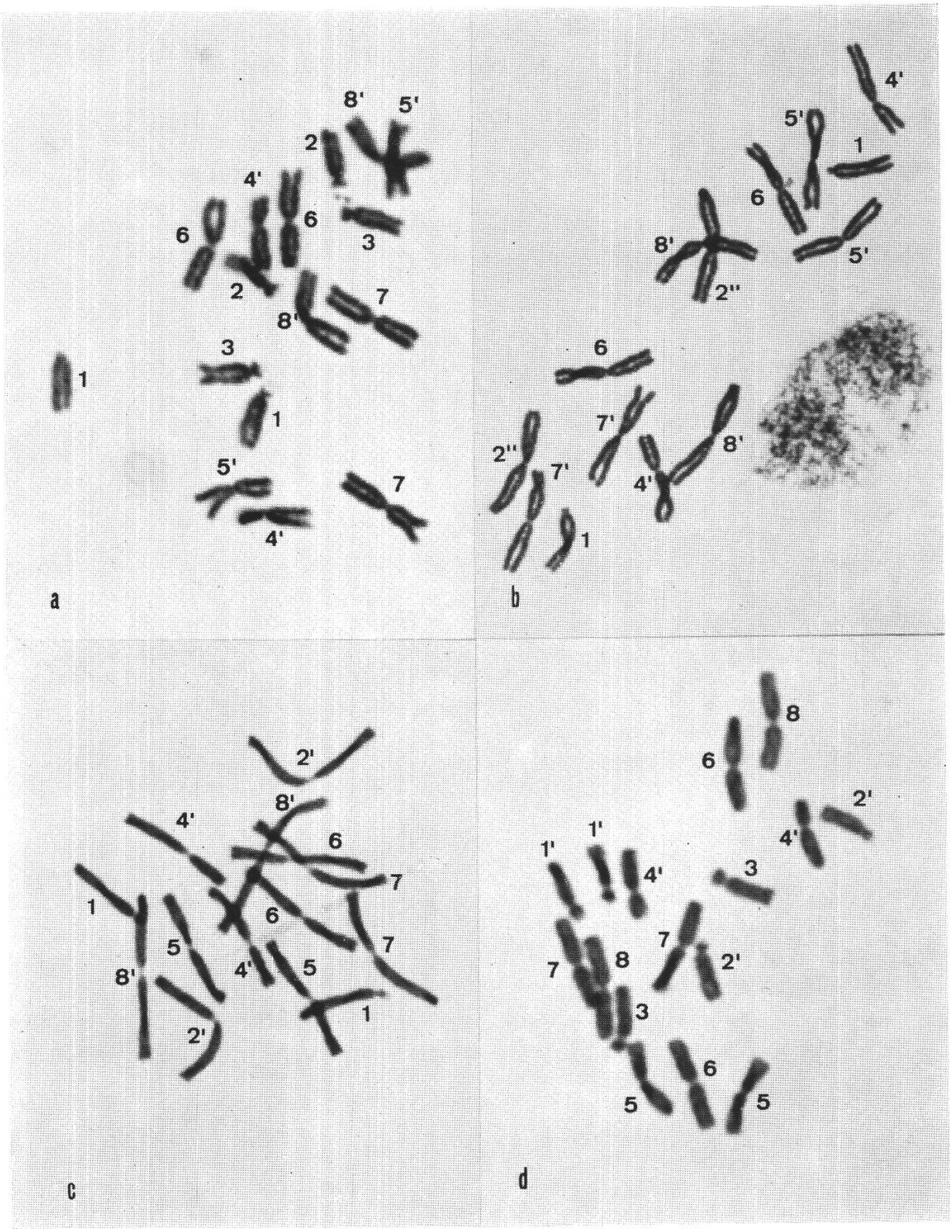


Abbildung 5

Metaphasen von Wurzelspitzen. a *Anemone coronaria* (14.7, 2n = 16, abgeleiteter Karyotyp V). b *Anemone demissa* (16.2, 2n = 14, abgeleiteter Karyotyp VI). c *Hepatica nobilis* (21.1, 2n = 14, abgeleiteter Karyotyp VII). d *Pulsatilla bungeana* (35.8, 2n = 16, abgeleiteter Karyotyp VIII).

Leere Seite
Blank page
Page vide

Erklärungen zu den Abbildungen 6 bis 14

Diagramme:

Kreise	effektive Lage der Chromosomenpaare aufgrund der Berechnungen
Quadrate	Lage der ursprünglichen Basischromosomenpaare; Lage und Nummer gemäss Basiskaryotyp (Abbildung 6)
Pfeile	Verschiebungen im Diagramm durch Chromosomenmutationen

Schemata:

oberes Chromosom	Basischromosom (z. B. 5)
unteres Chromosom	verändertes Chromosom (z. B. 5′)
ausgezogene Linie	Lage des Centromers
punktierte Linie	mittlere Lage des Bruchpunktes (vgl. S. 64)
Pfeile	Stellung des betroffenen Chromosomenstückes bei Inversionen
T	transitorisches Chromosom

Vergleiche jeweils auch den Text sowie die zugehörigen Diagramme und Idiogramme auf S. 48 ff. Abkürzungen siehe S. 18.

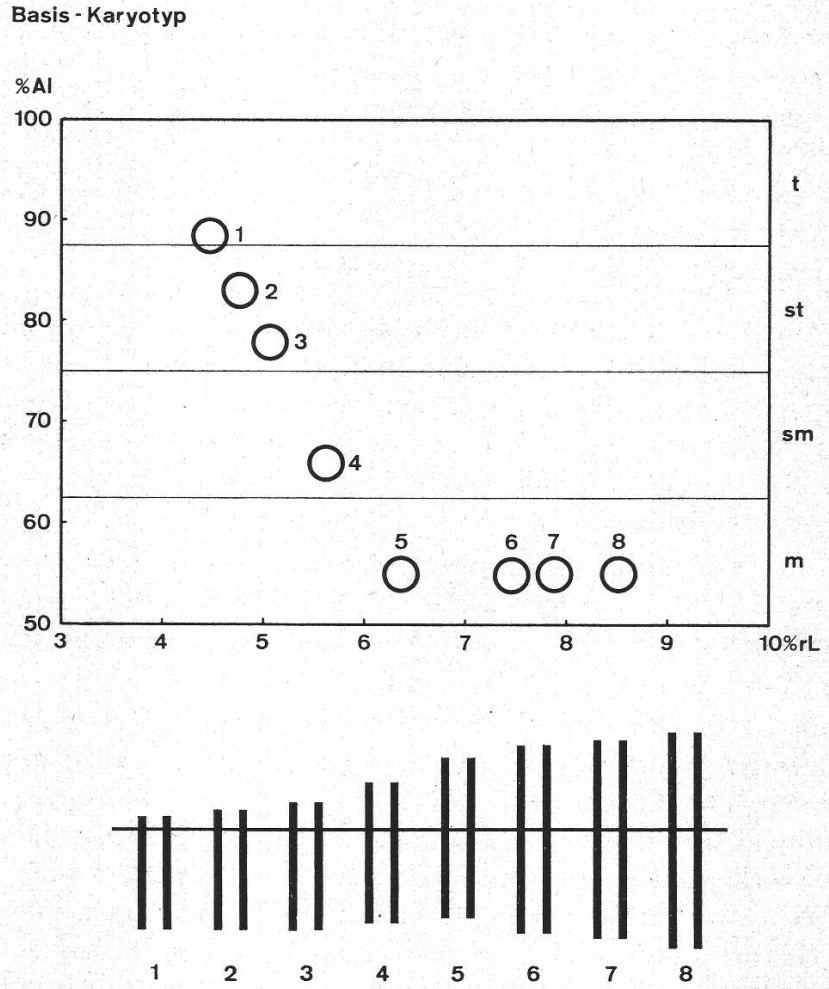


Abbildung 6

Basiskaryotyp (Abb. 3 a–d)

b) *Gattung Anemone*

11. Sektion *Anemonanthea*

Die beiden Arten *A. altaica* (11.9, 2n = 16) und *A. reflexa* (11.14, 2n = 16) der Subsektion 1 und die Art *A. baicalensis* (11.17, 2n = 16) der Subsektion 3 zeigen den Basiskaryotyp. Bedeutende Abweichungen sind bei den drei nah verwandten Arten *A. ranunculoides* (11.2, 2n = 32), *A. trifolia* (11.6, 2n = 32) und *A. nemorosa* (11.10, 2n = 30), alle aus der Subsektion 1, feststellbar.

Bei *A. ranunculoides* (11.2, Abb. 4a und 7) liegt offenbar eine Translokation zwischen den Chromosomen 1 und 5 vor; die Translokationsdifferenz beträgt 1,05 % rL.

	Basis				Mutation		
Chr.	rel. Armlängen	rL	AI	Chr.	rel. Armlängen	rL	AI
1	0,50 + 3,95	4,45	88,5	1′	0,50 + 5,00	5,50	91,5
5	2,85 + 3,50	6,35	55	5′	1,80 + 3,50	5,30	66
		10,80				10,80	

Die genaue *Lage der Bruchpunkte* lässt sich bei Translokationen nicht feststellen. Sie kann zwischen zwei Extremwerten variieren, die durch Telomer (a) und Centromer (b) gegeben sind. Drei Schemata veranschaulichen die verschiedenen Möglichkeiten (Abb. 7):

a) äussere extreme Lage der Brüche
b) innere extreme Lage der Brüche
c) mittlere Lage der Brüche

Die äussere extreme Lage der Brüche lässt sich aus der Translokationsdifferenz leicht festlegen; sie ist aber unwahrscheinlich, da Telomeren keine Reunionen eingehen sollen (Swanson, 1960; Rieger und Michaelis, 1967). Die innere extreme Lage der Brüche entsteht, wenn in einem der beteiligten Chromosomen ein Centromerbruch erfolgt. In den folgenden Abbildungen wird jeweils die mittlere Lage der Brüche (Schema c) angegeben.

Auch bei den *Inversionen* lässt sich die genaue *Lage der Bruchpunkte* aufgrund der Armdifferenz nicht feststellen. Gleich wie bei Translokationen sind zwei extreme Positionen möglich; in den folgenden Abbildungen ist ebenfalls stets die mittlere Lage eingezeichnet.

Der Karyotyp von *A. trifolia* (11.6, Abb. 3a) ist aus zwei übereinstimmenden, dem Basiskaryotyp entsprechenden Sätzen aufgebaut, die aber in der absoluten Grösse variieren. Die Armindizes sind gleich gross, die relativen Längen, bezogen auf den gesamten Chromosomensatz, sind gleichsinnig differenziert. Solche Polyploide sind bei den vorliegenden Untersuchungen auch *A. baldensis* (14.1), *A. decapetala* (14.21) und *H. transsilvanica* (21.3). Boraiah (1965), Boraiah und Heimburger (1964) und Heimburger und Boraiah (1964) beschreiben den gleichen Fall bei den untereinander nah verwandten Arten *A. stylosa*, *A. multifida* und *A. tetonensis*. Wahrscheinlich ist die Grösse der Chromosomen genetisch fixiert; die des einen Satzes sind stets im gleichen Masse kleiner als die des andern. Der tetraploide Satz

ist durch Kreuzung von zwei Arten mit verschieden grossen, aber morphologisch gleichartigen Chromosomen zustande gekommen.

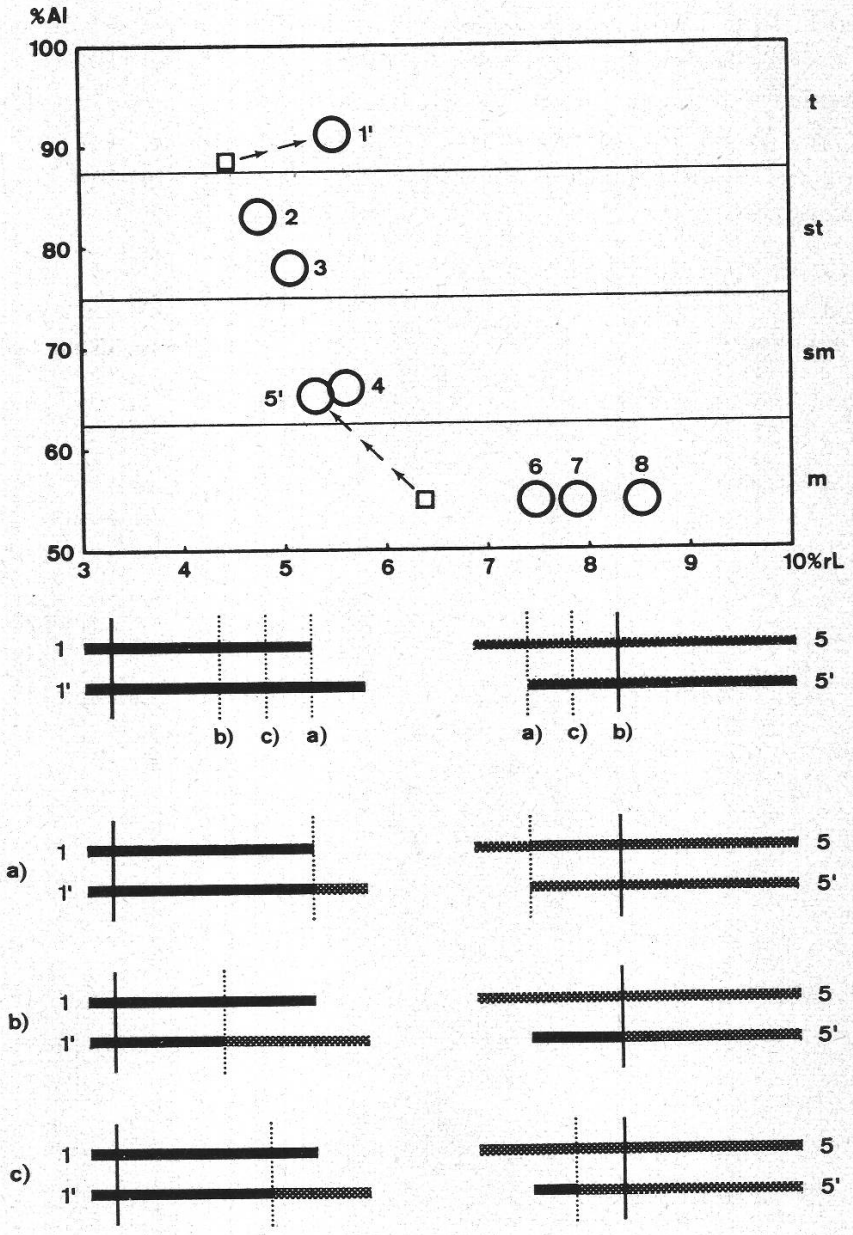


Abbildung 7

Abgeleiteter Karyotyp I: TR 1/5. Im Schema sind die drei im Text besprochenen Bruchpunktlagen a, b und c dargestellt (Abb. 4a)

Besonders interessant sind die Verhältnisse bei *A. nemorosa* (11.10, Abb. 4b und 8), der hypotetraploiden Art mit der um 2 reduzierten Chromosomenzahl von 2n = 30 (vgl. Diskussion). Auch hier ergibt die Analyse das Vorliegen von zwei dem Basiskaryotyp entsprechenden, aber aus ungleich grossen Chromosomen zusammengesetzten Sätzen. Eine schöne Bestätigung ist der Befund von Trela (1963b), wonach in der Meiose 15 Bivalente, aber keine Quadrivalente gebildet werden. Beim Satz mit den kleinen Chromosomen fehlen aber die Paare 1 bis 3; statt dessen treten im

Diagramm die Paare 2′ und 3′ an ganz ungewöhnlicher Stelle auf. Folgendes Modell erklärt diesen Umbau:

Das Chromosom 2 bildet mit einem Teil von Chromosom 1 das neue Chromosom 2′; aus Chromosom 3 und einem andern Teil von Chromosom 1 entsteht das Chromosom 3′. Das verbleibende zentrische Fragment von 1 geht verloren, wodurch die Chromosomenzahl reduziert wird. Der Karyotyp von *A. nemorosa* besteht also aus einem normalen 8er-Satz und einem auf 7 reduzierten zweiten Satz: n = 8 + 7 = 15. Der Vorgang lief wahrscheinlich über das transitorische Chromosom T ab. Translokationsdifferenzen: 2,25 % rL und 1,55 % rL.

	Basis				Mutation		
Chr.	rel. Armlängen	rL	AI	Chr.	rel. Armlängen	rL	AI
2	0,80 + 3,95	4,75	83	2′	0,80 + 6,20	7,00	88,5
1	0,50 + 3,95	4,45	88,5	T	0,50 + 1,70		
3	1,10 + 3,95	5,05	78	3′	1,10 + 5,50	6,60	83,5
T	0,50 + 1,70			1′	0,15 + 0,50	0,65	
		14,25				14,25	

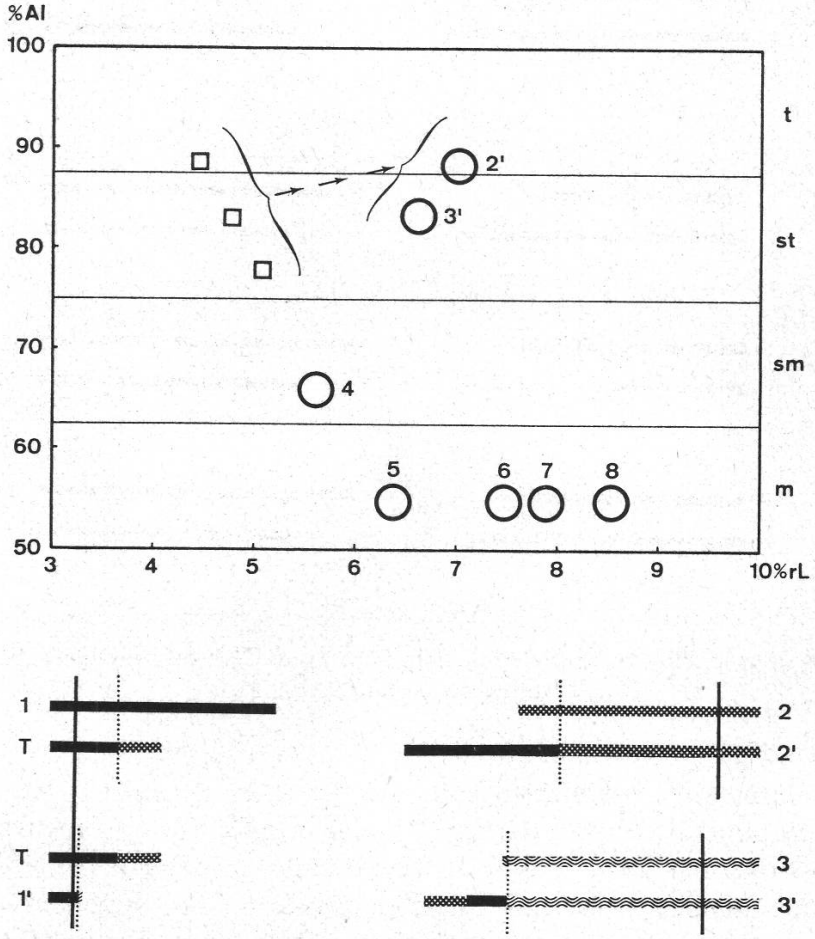


Abbildung 8

Abgeleiteter Karyotyp II: Reduktion der Chromosomenzahl durch TR 1/2/3 (Abb. 4b)

Nach Ulbrich (1906a) sind Bastarde zwischen den beiden Arten *A. trifolia* und *A. nemorosa* bekanntgeworden. Jovet (1952) sieht *A. trifolia* als Bastard von *A. nemorosa* und *A. ranunculoides*.

Die zwei sehr ähnlichen und nah verwandten Arten *A. apennina* (11.15, 2n = 16, Abb. 9) und *A. blanda* (11.16, 2n = 16, Abb. 4c und 9) weisen beide den gleichen, stark veränderten Chromosomensatz auf (Böcher, 1945; Heimburger, 1959). Es liegt offenbar eine Translokation zwischen den Chromosomen 4 und 5 mit einer Translokationsdifferenz von 0,75 % rL vor. Daneben liegen die Chromosomen 1 bis 3 im Diagramm höher als erwartet, weil vermutlich je eine parazentrische Inversion vorliegt (Armdifferenzen 0,2 %, 0,3 % und 0,45 % rL).

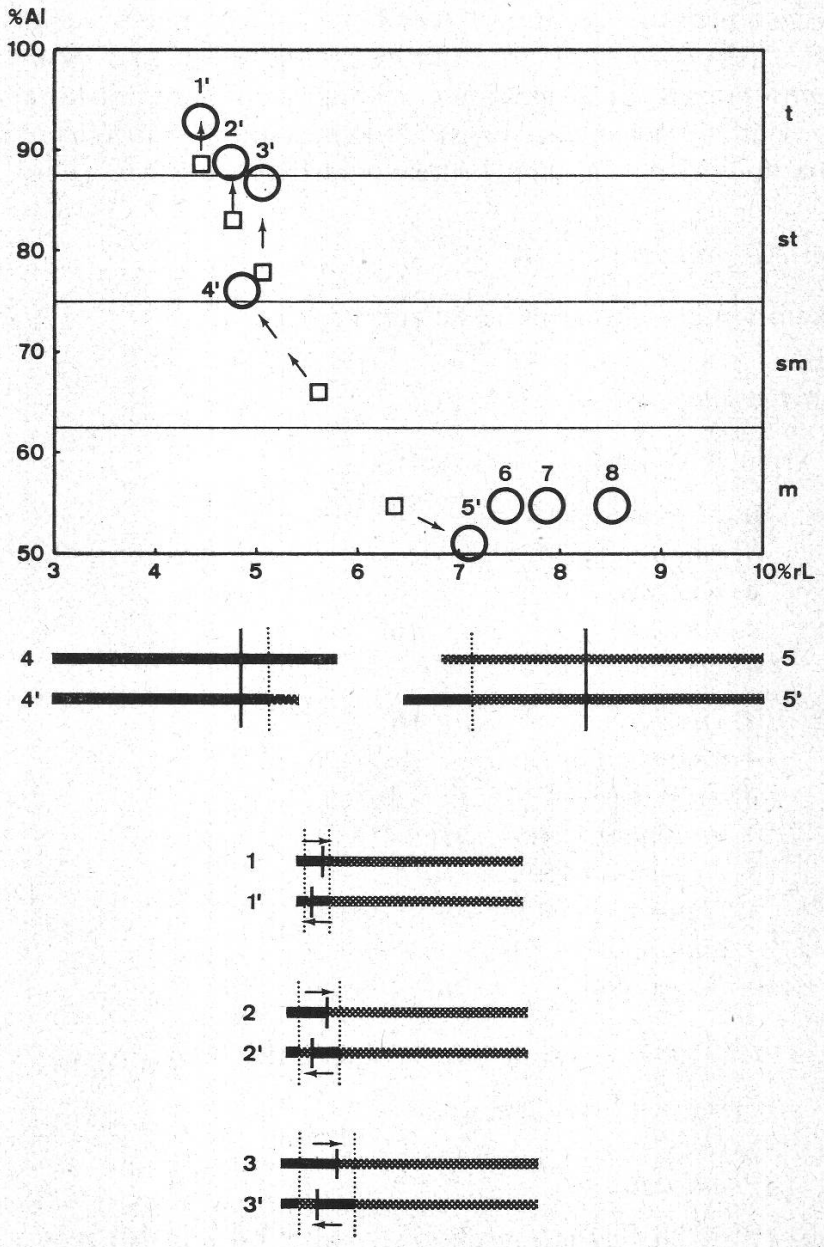


Abbildung 9

Abgeleiteter Karyotyp III: TR 4/5, INV 1, INV 2, INV 3 (Abb. 4c)

Chr.	Basis rel. Armlängen	rL	AI	Chr.	Mutation rel. Armlängen	rL	AI
4	1,90 + 3,70	5,60	67	4′	1,15 + 3,70	4,85	76
5	2,85 + 3,50	6,35	55	5′	3,60 + 3,50	7,10	51
		11,95				11,95	
1	0,50 + 3,95	4,45	88,5	1′	0,30 + 4,15	4,45	93
2	0,80 + 3,95	4,75	83	2′	0,50 + 4,25	4,75	89
3	1,10 + 3,95	5,05	78	3′	0,65 + 4,40	5,05	87

12. Sektion *Rivularidium*

Die Chromosomensätze der drei untersuchten Arten *A. mexicana* (12.1, 2n = 16), *A. rivularis* (12.2, 2n = 16, Abb. 3b) und *A. leveillei* (12.6, 2n = 16), die alle der gleichen (einzigen) Subsektion angehören, stimmen mit dem Basiskaryotyp überein. Diese Sektion enthält sicher alte, meist als Hochstauden auftretende Arten, die ausser in Europa und Afrika in allen Erdteilen vertreten sind (Meusel, 1965).

13. Sektion *Pulsatilloides*

Es stand kein Untersuchungsmaterial zur Verfügung.

14. Sektion *Eriocephalus*

Folgende Arten zeigen den Basiskaryotyp:

Subsektion 1: *A. baldensis* (14.1, 2n = 32)
A. palmata (14.4, 2n = 16, Abb. 3c)
A. pavonina (14.5, 2n = 16)
A. hortensis (14.6, 2n = 16)
A. parviflora (14.12, 2n = 16)

Subsektion 2: *A. vitifolia* (14.13, 2n = 16)
A. japonica (14.14, 2n = 16)
A. sylvestris (14.15, 2n = 16)
A. virginiana (14.17, 2n = 16)
A. riparia (14.18, 2n = 16)
A. cylindrica (14.19, 2n = 16)
A. multifida (14.20, 2n = 16)
A. decapetala (14.21, 2n = 24)

Gajewski (1946, 1947) erwähnt Kreuzungen unter diesen Arten:

A. multifida × *A. sylvestris* (= *A. janczewskii*)
A. virginiana × *A. sylvestris*
A. virginiana × *A. multifida*

A. tetonensis (14.3, 2n = 16, Subsektion 1, Abb. 4d und 10) zeigt eine Translokation zwischen den Chromosomen 2 und 4 mit einer Translokationsdifferenz von 0,5 % rL.

Chr.	Basis rel. Armlängen	rL	AI	Chr.	Mutation rel. Armlängen	rL	AI
2	0,80 + 3,95	4,75	83	2′	0,30 + 3,95	4,25	93
4	1,90 + 3,70	5,60	66	4′	2,40 + 3,70	6,10	60,5
		10,35				10,35	

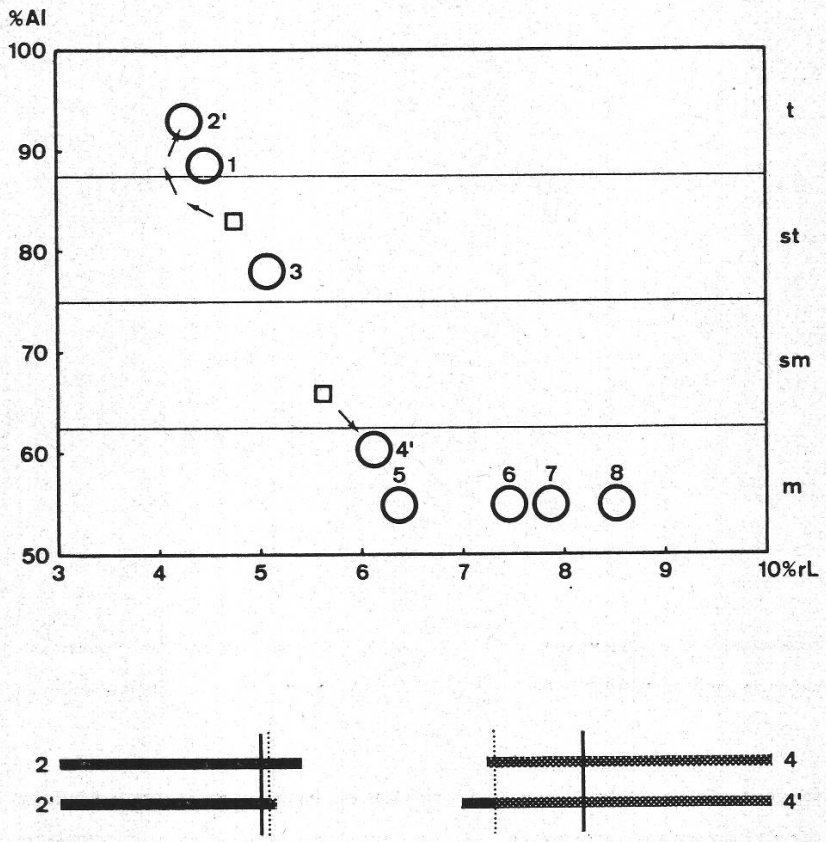


Abbildung 10

Abgeleiteter Karyotyp IV: TR 2/4 (Abb. 4d)

Der Karyotyp von *A. coronaria* (14.7, 2n = 16, Subsektion 1, Abb. 5a und 11) weist wahrscheinlich eine Doppeltranslokation zwischen den Chromosomen 4, 5 und 8 auf: Das Chromosomenpaar 4 wird um 0,55 % rL verlängert, das Paar 5 um 0,2 %, das Paar 8 um 0,35 % rL verkürzt. Der Vorgang könnte wie bei *A. nemorosa* (11.10) in zwei Stufen über das transitorische Chromosom T abgelaufen sein.

Chr.	Basis rel. Armlängen	rL	AI	Chr.	Mutation rel. Armlängen	rL	AI
4	1,90 + 3,70	5,60	66	T	2,10 + 3,70		
5	2,85 + 3,50	6,35	55	5′	2,85 + 3,30	6,15	53,5
8	3,85 + 4,65	8,50	55	8′	3,85 + 4,30	8,15	52,5
T	2,10 + 3,70			4′	2,45 + 3,70	6,15	60
		20,45				20,45	

Da die mittlere Lage der Brüche bei beiden Schritten praktisch zusammenfällt, ist auch eine einmalige Dreifachtranslokation zwischen den Chromosomen 4, 5 und 8 denkbar. Im Schema ist dieser Fall dargestellt (Abb. 11).

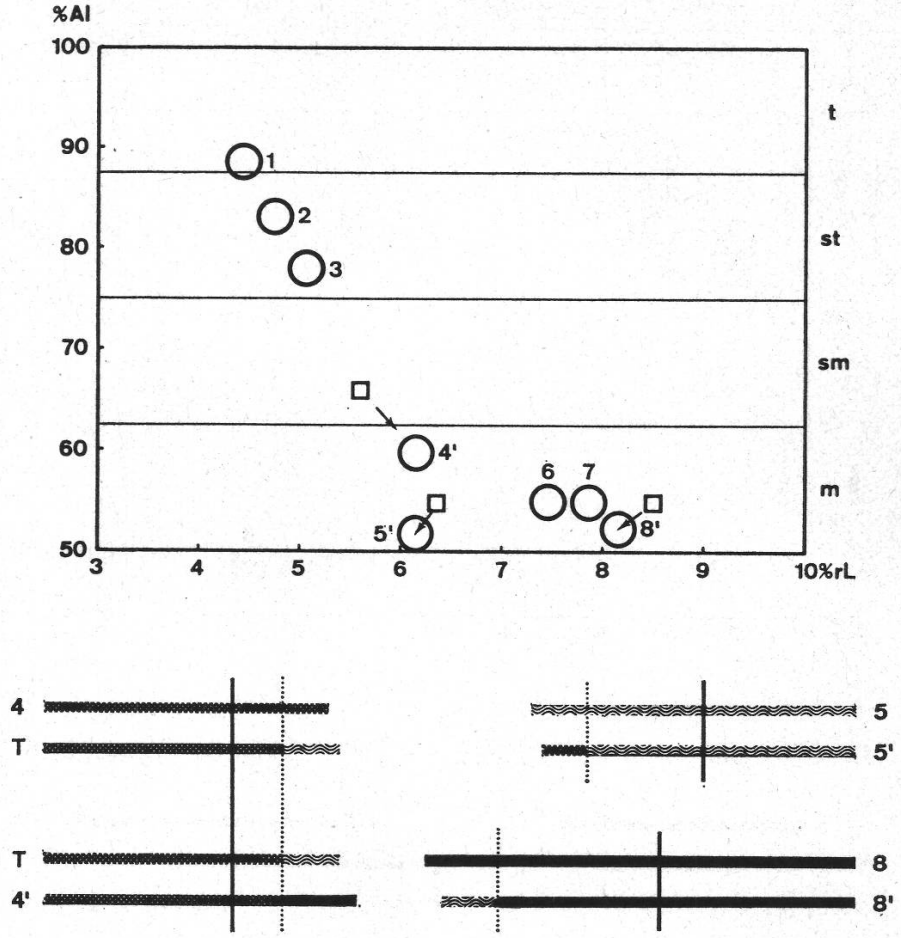


Abbildung 11

Abgeleiteter Karyotyp V: TR 4/5/8 (Abb. 5a)

15. Sektion *Anemonidium*

Die einzige Art dieser Sektion, *A. dichotoma* (15.1, 2n = 16, Abb. 3d) zeigt den Basiskaryotyp.

16. Sektion *Homalocarpus*

In dieser Sektion kommen sowohl Arten mit der Chromosomenzahl 2n = 16 als auch solche mit 2n = 14 vor. Sie gehören alle der gleichen (einzigen) Subsektion an.

Alle drei untersuchten Arten mit 16 Chromosomen gehören zum Basiskaryotyp: *A. polyanthes* (16.3, 2n = 16), *A. elongata* (16.4, 2n = 16) und *A. sibirica* (16.10, 2n = 16).

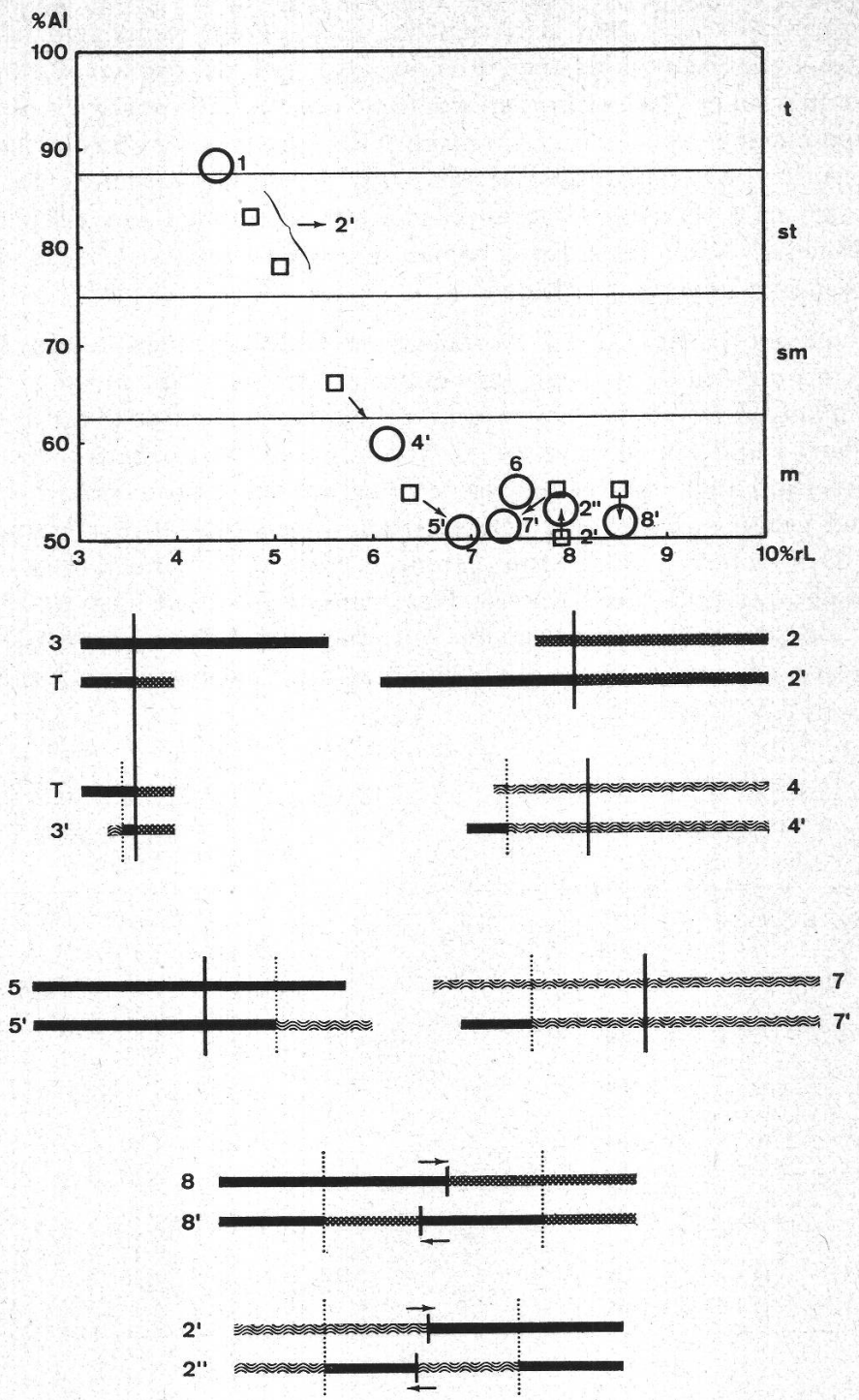


Abbildung 12

Abgeleiteter Karyotyp VI: TR 3/4, TR 5/7, INV 2′, INV 8 und Reduktion der Chromosomenzahl durch ZF 2+3 (Abb. 5b)

Alle Arten mit 14 Chromosomen besitzen den gleichen Karyotyp (Abb. 12). Es sind dies

A. narcissiflora (16.1, 2n = 14)
A. demissa (16.2, 2n = 14, Abb. 5b)
A. tetrasepala (16.5, 2n = 14)
A. crinita (16.9, 2n = 14)

Der Karyotyp dieser Arten lässt sich erst analysieren, wenn man berücksichtigt, dass bei der erwarteten zentrischen Fusion, also dem reziproken Zusammenschluss der Arme von zwei in den Centromeren gebrochenen t-Chromosomen, ein sehr kleines Chromosom entsteht, das bald verlorengeht (Rieger und Michaelis, 1967). Dieser Materialverlust von schätzungsweise 2mal 1,4 % der Gesamtlänge des Chromosomensatzes bewirkt, dass im Diagramm alle Chromosomen um zirka 0,2 % rL zu weit rechts liegen. Nach der entsprechenden Korrektur zeigt sich, dass nur die Chromosomen 1 und 6 unverändert liegen.

Durch eine zentrische Fusion zwischen den Chromosomen 2 und 3 entstanden das neue Chromosom 2′ und ein kleines transitorisches Chromosom T, das durch eine Translokation mit dem Chromosom 4 noch kleiner wurde (Translokationsdifferenz 0,55 % rL) und als Chromosom 3′ verlorenging. Möglicherweise ereignete sich die Translokation auch vor der zentrischen Fusion. Das Chromosom 2′ ist aber nicht wie erwartet genau median; eine perizentrische Inversion hat den Armindex von 50 auf zirka 53 % gehoben; die Armdifferenz beträgt 0,25 % rL. Das Chromosom 8 liegt im Diagramm tiefer als erwartet: Der Armindex beträgt 52 statt 55 %. Es fand auch hier eine perizentrische Inversion mit einer Armdifferenz von 0,25 % rL statt. Zusätzlich ist noch eine Translokation zwischen den Chromosomen 5 und 7 mit einer Differenz von 0,55 % rL feststellbar.

	Basis				Mutation		
Chr.	rel. Armlängen	rL	AI	Chr.	rel. Armlängen	rL	AI
2	0,80 + 3,95	4,75	83	2′	3,95 + 3,95	7,90	50
3	1,10 + 3,95	5,05	78	T	0,80 + 1,10		
T	0,80 + 1,10			3′	0,80 + 0,55	1,35	
4	1,90 + 3,70	5,60	66	4′	2,45 + 3,70	6,15	60
		15,40				15,40	
5	2,85 + 3,50	6,35	55	5′	3,40 + 3,50	6,90	50,5
7	3,55 + 4,30	7,85	55	7′	3,55 + 3,75	7,30	51,5
		14,20				14,20	
2′	3,95 + 3,95	7,90	50	2″	3,70 + 4,20	7,90	53
8	3,85 + 4,65	8,50	55	8′	4,10 + 4,40	8,50	52

c) *Gattung Hepatica*

21. Sektion *Hepatica*

Die beiden untersuchten Arten *H. nobilis* (21.1, 2n = 14, Abb. 5c und 13) und *H. transsilvanica* (21.3, 2n = 21) basieren beide auf der Grundzahl x = 7. *H. nobilis* ist diploid, *H. transsilvanica* triploid, wobei der zugefügte haploide Satz wie bei *A. trifolia* (11.6) und *A. nemorosa* (11.10) morphologisch identisch ist, die Chromosomen aber kleiner sind als beim diploiden Satz. Ein analoger Fall ist *A. decapetala* (14.21).

Der Karyotyp von *H. nobilis* (Abb. 13) lässt sich erst analysieren, wenn man den Verlust an Chromosomensubstanz bei der zentrischen Fusion durch eine entsprechende Verschiebung im Diagramm korrigiert; dann stimmen die Chromosomen 1, 5, 6 und 7 mit den entsprechenden des Basiskaryotyps überein. Aus den Chromosomen 2, 3 und 4 entstehen durch eine zentrische Fusion zwischen 2 und 3 und eine Translokation mit 4 (Translokationsdifferenz 0,55 % rL) die beiden Chromosomen 2′ und 4′. Das kleine Restchromosom 3′ geht verloren. Dadurch reduziert sich die haploide Chromosomenzahl um 1, nämlich von n = 8 auf n = 7. Das Chromosom 8′ ist zwar gleich lang wie das Chromosom 8, liegt im Diagramm aber tiefer, ist also metazentrischer. Der Armindex sinkt von 55 auf zirka 52 %. Es muss eine perizentrische Inversion vorliegen, deren Armdifferenz 0,25 % rL beträgt.

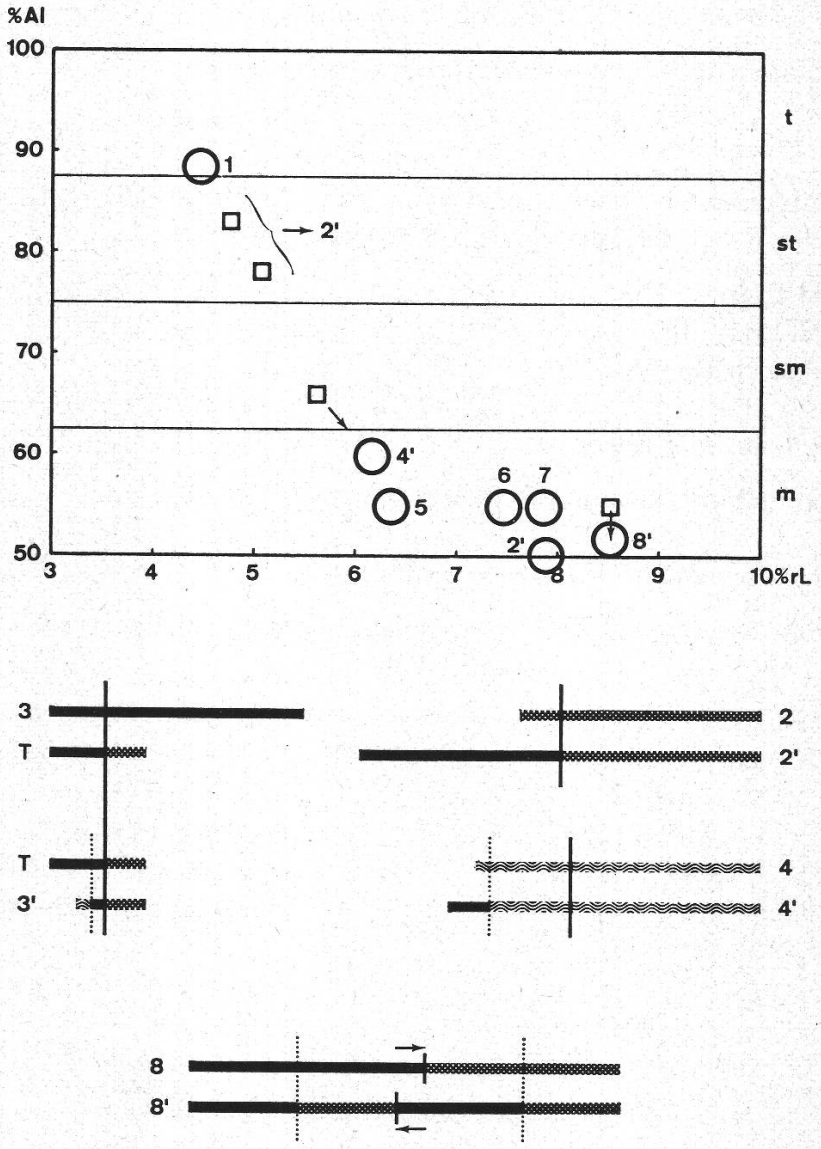


Abbildung 13

Abgeleiteter Karyotyp VII: TR 3/4, INV 8 und Reduktion der Chromosomenzahl durch ZF 2+3 (Abb. 5c)

Chr.	Basis rel. Armlängen	rL	AI	Chr.	Mutation rel. Armlängen	rL	AI
2	0,80 + 3,95	4,75	83	2′	3,95 + 3,95	7,90	50
3	1,10 + 3,95	5,05	78	T	0,80 + 1,10		
T	0,80 + 1,10			3′	0,80 + 0,55	1,35	59
4	1,90 + 3,70	5,60	66	4′	2,45 + 3,70	6,15	60
		15,40				15,40	
8	3,85 + 4,65	8,50	55	8′	4,10 + 4,40	8,50	52

d) *Gattung Pulsatilla*

31. Sektion *Iostemon* und 32. Sektion *Preonanthopsis*

Es konnte kein Untersuchungsmaterial beschafft werden.

33. Sektion *Preonanthus*

Alle drei untersuchten Arten zeigen einen für alle Pulsatillen typischen Karyotyp (Abb. 14), welcher bei der Sektion 35 besprochen wird:

P. alpina (33.1, 2n = 16)
P. alba (33.2, 2n = 16)
P. aurea (33.3, 2n = 16)

34. Sektion *Semicampanaria*

Es konnte kein Material untersucht werden.

35. Sektion *Pulsatilla (= Campanaria)*

Die folgenden 15 untersuchten Arten zeigen alle den gleichen Karyotyp (Abb. 14):

P. patens (35.1, 2n = 16)
P. flavescens (35.2, 2n = 16)
P. vernalis (35.4, 2n = 16)
P. albana (35.5, 2n = 16)
P. campanella (35.6, 2n = 16)
P. bungeana (35.8, 2n = 16, Abb. 5d)
P. regeliana (35.10, 2n = 32)
P. pratensis (35.13, 2n = 16)
P. montana (35.14, 2n = 16)
P. rubra (35.15, 2n = 16)
P. slavica (35.16, 2n = 32)
P. styriaca (35.18, 2n = 32)
P. halleri (35.19, 2n = 32)
P. grandis (35.21, 2n = 32)
P. vulgaris (35.22, 2n = 32)

Chr.	Basis rel. Armlängen	rL	AI	Chr.	Mutation rel. Armlängen	rL	AI
2	0,80 + 3,95	4,75	83	2′	0,80 + 3,50	4,30	81,5
4	1,90 + 3,70	5,60	66	4′	2,35 + 3,70	6,05	61
		10,35				10,35	
1	0,50 + 3,95	4,45	88,5	1′	1,10 + 3,35	4,45	75

Der Karyotyp, der offenbar für alle Pulsatillen gilt, unterscheidet sich vom Basiskaryotyp durch eine Translokation zwischen den Chromosomen 2 und 4 mit einer Translokationsdifferenz von 0,45 % rL. Ferner liegt eine perizentrische Inversion im Chromosom 1 mit einer Armdifferenz von 0,6 % rL und einem Armindex von 75 statt 88,5 % vor.

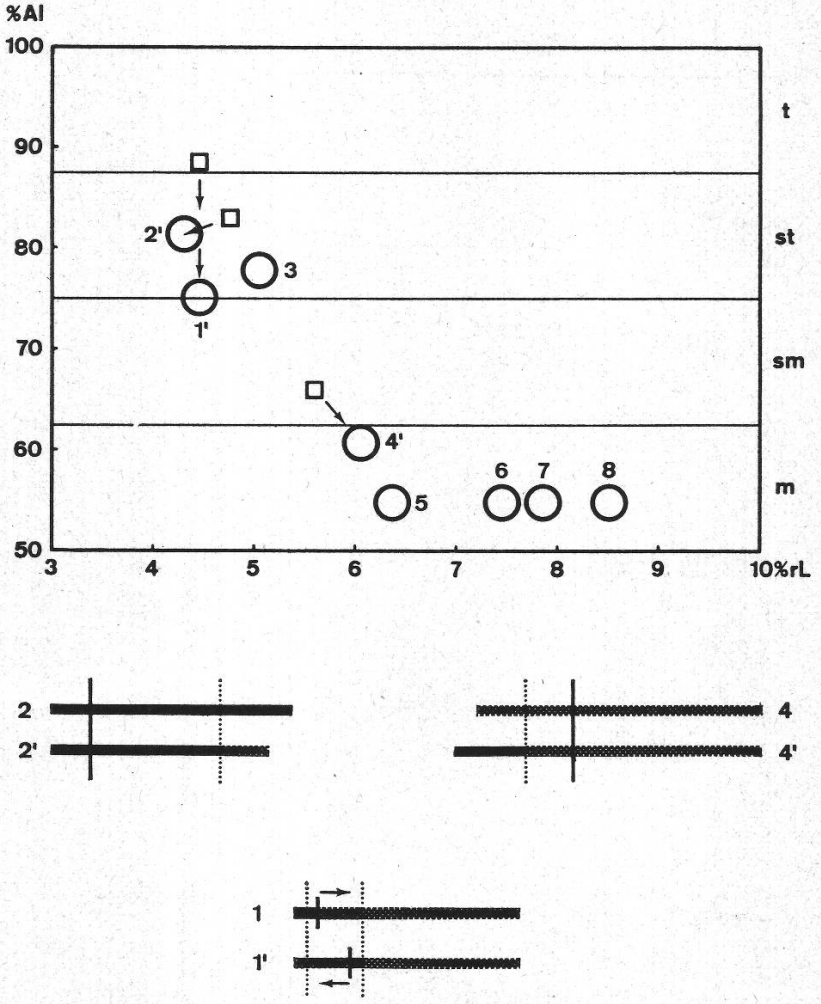
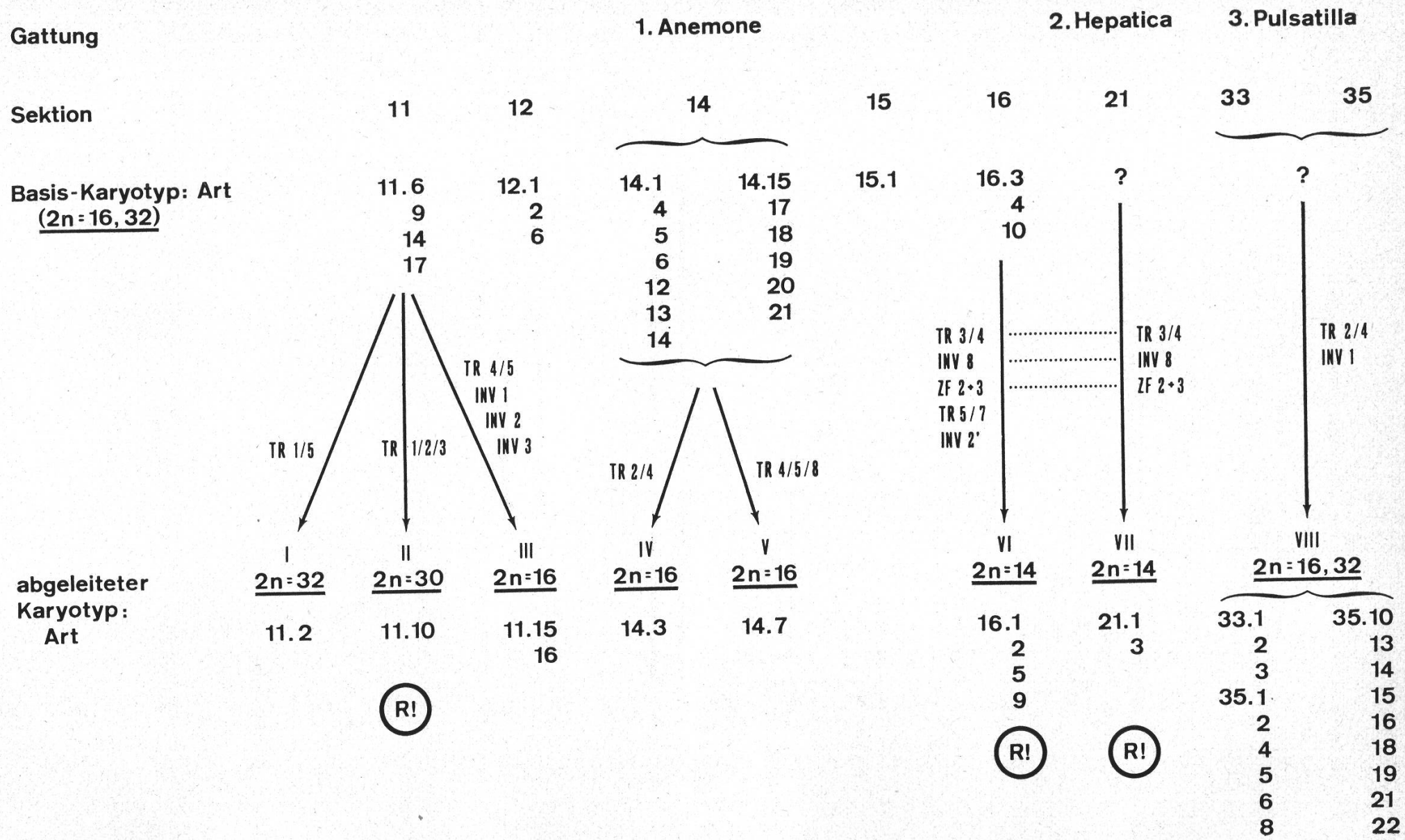


Abbildung 14

Abgeleiteter Karyotyp VIII: TR 2/4, INV 1 (Abb. 5d)

e) *Übersicht*

siehe folgende Seite


Gattung
1. Anemone
2. Hepatica
3. Pulsatilla
Sektion
11
12
14
15
16
21
33
35
Basis-Karyotyp: Art
(2n = 16, 32)
11.6
9
14
17
12.1
2
6
14.1
4
5
6
12
13
14
14.15
17
18
19
20
21
15.1
16.3
4
10
?
?
TR 1/5
TR 1/2/3
TR 4/5
INV 1
INV 2
INV 3
TR 2/4
TR 4/5/8
TR 3/4
INV 8
ZF 2+3
TR 5/7
INV 2'
TR 3/4
INV 8
ZF 2+3
TR 2/4
INV 1
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
abgeleiteter Karyotyp: Art
2n = 32
2n = 30
2n = 16
2n = 16
2n = 16
2n = 14
2n = 14
2n = 16, 32
11.2
11.10
11.15
16
14.3
14.7
16.1
2
5
9
21.1
3
33.1
2
3
35.1
2
4
5
6
8
35.10
13
14
15
16
18
19
21
22
R!
R!
R!

C. Diskussion

1. Chromosomenzahlbestimmungen

a) *Allgemeines*

Viele frühere Zählungen wurden an Schnittpräparaten durchgeführt. Da es dabei sehr schwierig ist, sämtliche Chromosomen in günstiger Lage zu treffen, und man sich daher verständlicherweise meist mit wenigen Zählungen begnügte, sind diese Bestimmungen mit Vorsicht zu verwenden. Wenn ihre Unsicherheit aufgrund neuer Untersuchungen feststeht, sollten sie aus den Chromosomenlisten eliminiert werden.

Die Quetschmethode erlaubt ein rationelleres Arbeiten. Die Zählung ist zuverlässiger, da die Chromosomensätze durch das Quetschen ausgebreitet werden. Trotzdem finden sich immer wieder Sätze mit abweichender Chromosomenzahl (Ehrendorfer, 1964; Damboldt, 1965, bei *Campanula*). Es kann sich dabei um Artefakte handeln, indem Chromosomen beim Präparieren verlorengehen oder relativ weit abgedrängt werden. Anderseits besteht die Möglichkeit von unregelmässigen Chromosomenverteilungen, sogenannten «misdivisions». Sharma und Sharma (1956) haben an über 100 Arten der Aroideen, Liliaceen, Amaryllidaceen und Dioscoreaceen festgestellt, dass in den verschiedensten Geweben Zellen mit Abweichungen von der Normalchromosomenzahl auftreten. Nicht selten sind Verdoppelungen der Chromosomenzahl. Es lässt sich nicht immer eindeutig feststellen, ob es sich um wirkliche Endomitosen (z.B. erwähnt von Moffett, 1932, für *Anemone hepatica* und *A. vernalis*, Ervin, 1941, für *Cucumis melo*, Damboldt, 1965, für *Campanula*, künstlich ausgelöst von Holzer, 1952, bei 27 Angiospermen) oder um sogenannte «C-Mitosen» (durch Colchicin induziert) handelt, bei denen sich die Chromatiden auch in der Centromerregion gelöst haben.

In den Chromosomenatlanten sind die Chromosomenzahlen der einzelnen Species angegeben. Aus dem Quellenstudium ergibt sich, dass heute noch viele Angaben auf einer oft Jahrzehnte zurückliegenden Untersuchung einer einzigen Pflanze oder von wenigen Pflanzen eines Standorts beruhen. Mehr oder weniger zufällig werden in neuerer Zeit immer häufiger abweichende Zahlen aus der Ploidiereihe gefunden. Mehrfach ist die Frage diskutiert worden, ob solchen morphologisch nicht oder kaum unterscheidbaren Chromosomensippen Artrang zukomme (Autoren siehe S. 18). Es ist notwendig, in Zukunft Pflanzenmaterial aus dem ganzen Verbreitungsgebiet einer Art zu untersuchen. Als einer der ersten hat Arwidson (1938) diese Forderung gestellt. Bei den Anemonen liegen zurzeit noch viel zu wenige Angaben vor, um Chromosomenzahlkarten (oder Ploidiekarten), als Ergänzung zu den Verbreitungskarten, erstellen zu können.

Abbildung 15

Übersicht über die Ergebnisse der Karyotypanalysen: Verteilung von Basiskaryotyp und acht abgeleiteten Karyotypen auf die Gattungen und Sektionen mit Angabe der Chromosomenmutationen und zugehörigen Artnummern.

Namen der Sektionen und Arten: siehe S. 31ff. R! = Reduktion der Chromosomenzahl

b) *Anemone nemorosa* (11.10)

Vier Besonderheiten charakterisieren *A. nemorosa* im Vergleich mit den übrigen Arten der drei bearbeiteten Gattungen:

a) Die Früchte scheinen nicht keimfähig zu sein.
b) Das Endosperm soll nur diploid sein (Trela, 1963).
c) Die Chromosomenzahlangaben schwanken in einem aussergewöhnlichen Ausmass.
d) Die nun gesicherte Chromosomenzahl von 2n = 30 ist hypotetraploid.

a) Bei Keimversuchen in Petrischalen mit total 714 Früchten wurde weder bei Zimmertemperatur noch im Kühlschrank Keimung beobachtet. 22 Aussaaten von Hunderten von Früchten in Tontöpfen mit Anzuchterde waren im Freien wie im Kalthaus erfolglos. *A. nemorosa* (ebenso wie die nah verwandte Art *A. ranunculoides*) widerstand allen Zuchtbemühungen (vgl. S. 19ff.). Die gleichen Erfahrungen machte Trela (1963a) mit in Petrischalen ausgelegten Früchten, die nach 12 Wochen verpilzt waren. Von den in Töpfen mit Erde von natürlichen Standorten ausgesäten Früchten war nach drei Jahren noch keine einzige gekeimt. Jelitto und Schacht (1963/1966) halten als einziges Mittel zur Vermehrung die Teilung von Rhizomen für brauchbar. Nur Kinzel (1920) war erfolgreicher. Er erwähnt eine nach vier Monaten beginnende, dann rasch fortschreitende Keimung, die nur anfangs durch Licht gefördert werde; kühlere Temperatur wirke verzögernd.

In der Folge berichteten mir zwei Gärtnermeister, dass sie Keimlinge von *A. nemorosa* in ihren Gärten beobachtet hätten. Da sich die Art sehr leicht durch Rhizome (oder Bruchstücke davon) fortpflanzt, hielt ich eine unbemerkte Einschleppung mit Humus für wahrscheinlicher. Im März 1967 erhielt ich aber vom Leiter des Botanischen Gartens St. Gallen, Herrn R. Göldi, einige Sämlinge, deren Keimblätter zum Teil noch von der Samenschale umschlossen waren. Einige der eingepflanzten Keimlinge entwickelten sich im Laufe des Sommers zu kleinen Pflänzchen. Herr Göldi berichtete weiter von einem ersten Fund im Mai 1965. Die Sämlinge befanden sich unter *Sambucus niger* im Botanischen Garten und standen in kleinen Klümpchen beisammen, wie wenn die Früchtchen einer Blüte gemeinsam gekeimt wären. Es scheint, dass die Früchte von *A. nemorosa* selten und nur unter besonderen, noch unbekannten Bedingungen keimen.

b) Trela (1963a, 1963b) untersuchte auch die Embryologie von *A. nemorosa* und fand, dass das Endosperm statt triploid nur diploid sei (2n = 30 statt 3n = 45), weil es sich vermutlich ohne Befruchtung direkt aus dem sekundären Kern entwickle. Die fehlende doppelte Befruchtung und die daraus resultierende unvollständige Entwicklung des Endosperms wären eventuell der Grund für die Keimungsunfähigkeit. Aus ungeklärten Gründen erwies es sich bei meinen Untersuchungen nach der Methode von Rutishauser und Hunziker (1950) als aussergewöhnlich schwierig, gute Chromosomensätze von Endospermquetschpräparaten zu erhalten. Immerhin ergab das vorliegende Material vom Cisapass (Apennin, Italien) und vom Urmiberg (Brunnen, Kanton Schwyz) eindeutig eine Chromosomenzahl von 3n = 45, also eine triploide Zahl. Die Pollenfertilität liegt nach Untersuchungen von Müntzing (1939) im Mittel von 65 Pflanzen bei 79,3 % (60 % der Pflanzen sind aber partiell steril), nach Trela (1961) in den meisten Populationen zwischen 68 und 96 %, in anderen aber nur zwischen 0,5 und 6 %.

c) In zwei modernen Florenwerken werden für *A. nemorosa* folgende Chromosomenzahlen angegeben:

2n = 16, 24, 30, 28–32–46 (Oberdorfer, 1962)
2n = 16, 24, 28, 32, 37, 45, 46 (Rothmaler, 1963)

Diese aussergewöhnliche Variabilität der Chromosomenzahl veranlasste schon Trela (1958) zur Untersuchung von Material von 51 Standorten in Polen. Alle Pflanzen zeigten einheitlich die Zahl 2n = 30. Es traten Variationen in der Chromosomenlänge und in bezug auf Form und Häufigkeit von Satelliten auf. Im Sinne einer Fortsetzung dieser Arbeit und mit der Absicht, dieses Phänomen zu klären, habe ich Pflanzen von 15 Standorten in der Schweiz, zwei Standorten in Italien und einem in Norwegen gesammelt (Baumberger, 1965) und untersucht:

	Nr.	Herkunft		Nr.	Herkunft
Schweiz	1	Therwil BL	Schweiz	11	Giubiasco TI
	2	Olten SO		12	Gondo VS
	3	Aarau AG		13	Guggisberg BE
	4	Otelfingen ZH		14	Köniz BE
	5	Kloten ZH		15	Safnern BE
	6	Zürich ZH			
	7	Horgen ZH	Italien		Cisapass (Apennin)
	8	Rüti ZH			Monte Sumbra (Apuanische Alpen)
	9	Altendorf SZ			
	10	Brunnen SZ	Norwegen		Oppdal (Dovrefj)

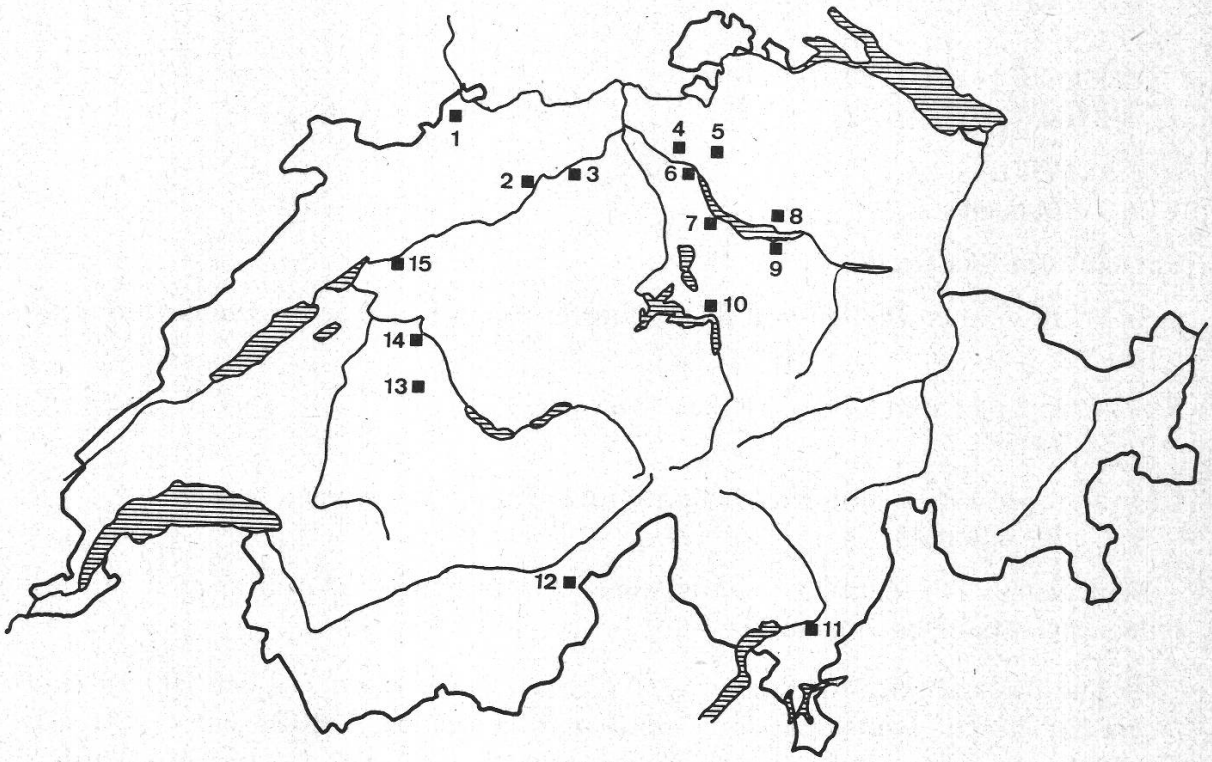


Abbildung 16

Herkunft der untersuchten Pflanzen von *Anemone nemorosa*

Sämtliche untersuchten Pflanzen wiesen ausnahmslos die Chromosomenzahl 2n = 30 auf.

Die Durchsicht der früheren Originalarbeiten ergibt folgende Hinweise:

Winge (1917): Pollenkornmitosen, n = 12

Langlet (1932): Material aus dem Botanischen Garten, Wurzelspitzen

A. nemorosa	2n = 30
A. nemorosa var. *cornubiensis*	2n = 30
A. nemorosa var. *monoica*	2n = 30
A. nemorosa var. *phyllantha*	2n = 30
Bemerkung: Chromosomenzahl sicher	2n = 30

Moffett (1932): Wurzelspitzen, Schnitte
2n = 32 (tetraploid), 2n = 39 (pentaploid)

Böcher (1932): Blütenknospen
2n = 28–32

Bemerkung: Chromosomen schwierig zu zählen

Guinochet (1935): Wurzeln, Schnitte
2n = 16
Kommentarloser Hinweis auf die anderslautenden Zählungen der übrigen Autoren

Bernström (1946): Material von Naturstandorten, Wurzeln, Schnitte

7 Klone	2n = 45
29 Klone	2n = 30
37 Klone	2n = 29–31, 43–46
1 Klon	2n = 37

Trela (1958):
2n = 30 (siehe S. 79)

Satczek (in Skalinska et al., 1959):

2n = 30 in allen Platten von allen Pflanzen von verschiedenen Fundorten in Südpolen

Reese (in Löve und Löve, 1961a): Naturstandort
2n = 30

Lamprecht (1962): Wurzeln, Schnitte und Quetschpräparate
2n = 30, selten 45

Bemerkung: Die Zahl 2n = 45 ist vielleicht aus einem reduzierten und einem unreduzierten Gameten entstanden

d) Die Basiszahl der Anemonen ist x = 8 (x = 7 für einen Teil der Sektion *Homalocarpus*); durch Translokationen und anschliessenden Verlust eines zentrischen Fragments in einer Hälfte des allotetraploiden Satzes von *A. nemorosa* wurde die Chromosomenzahl von 2n = 32 auf 2n = 30 reduziert (vgl. S. 65f.). Es handelt sich demnach um eine hypotetraploide Form. Gelegentlich dürften auch Pflanzen

mit der hypohexaploiden Zahl von 45 Chromosomen auftreten, die wahrscheinlich steril sind.

Die Art *A. nemorosa* ist in Nordamerika sehr formenreich. Die verbreitetste Abart von *A. nemorosa* ssp. *americana* L. ist var. *quinquefolia* L. Lamprecht (1962) weist darauf hin, dass *A. quinquefolia* eine eigene Art mit der Chromosomenzahl 2n = 32 sei; eine Einteilung als Unterart nach Ulbrich (1906a) sei nicht mehr vertretbar. Auch Löve (1954a), Heimburger (1959), Löve und Löve (in Löve und Solbrig, 1964) zählten bei *A. quinquefolia* 32 Chromosomen pro Zelle. Nach einer persönlichen Mitteilung von Herrn Prof. A. Löve (1966) ist die Frage der Verwandtschaft von *A. quinquefolia* immer noch offen. Er betrachtet *A. nemorosa* und *A. quinquefolia* als vikariierende Taxa, die zweifellos sehr nahe verwandt sind. Die beiden Arten differieren, abgesehen von der Chromosomenzahl, in einigen morphologischen Merkmalen und hauptsächlich in der geographischen Verbreitung. Leider ist es mir nicht gelungen, Untersuchungsmaterial von *A. quinquefolia* zu beschaffen.

c) *Anemone canadensis*

A. canadensis ist nach Ulbrich (1906a, S. 261) ein Synonym von *A. dichotoma* (15.1). Brouwer und Stählin (1955) fügen die Art zu *A. virginiana* (14.17). Zander nennt sie zusammen mit *A. pennsylvanica* (= *A. virginiana* [14.17] nach Ulbrich, 1906a, S. 261) und *A. dichotoma* Michx. (statt L.!). Für *A. dichotoma* und *A. virginiana* gelten 2n = 16, für *A. canadensis* aufgrund aller Untersuchungen aber 2n = 14 (im Gegensatz dazu hat Kurita [1957b] an Material aus Japan für *A. dichotoma* allerdings die Zahl 2n = 28 gefunden). Wenn auch die Stellung von *A. canadensis* noch nicht geklärt scheint, so gehört sie doch offenbar nicht zu *A. dichotoma*.

d) *Anemone narcissiflora* (16.1)

A. narcissiflora hat sicher 2n = 14 Chromosomen. Die Zählungen von Langlet (1927, 1932) mit 2n = 14–16 sind wahrscheinlich ungenau, während *A. chrysantha* (2n = 16) und *A. speciosa* (2n = 16) wohl keine Synonyme zu *A. narcissiflora* sind.

e) *Hepatica transsilvanica* (21.3)

Die Chromosomenzahl von *H. transsilvanica* ist noch unbestimmt. Pop (1937) untersuchte die *Hepatica*-Sektion der Anemonen cytologisch, physiologisch-anatomisch und taxonomisch. Erstaunlicherweise fand er 2n = 16 (x = 8), obwohl die Grundzahl x = 7 als Charakteristikum der Sektion (heute Gattung *Hepatica*) gilt (Langlet, 1932). *A. transsilvanica* sei von *A. hepatica* (= *H. nobilis*) durch viele anatomische und ökologische Unterschiede getrennt und habe *A. henryi* aus China (Chromosomenzahl unbekannt) als nächste Verwandte, während es sich bei *A. angulosa* Lam. (= *H. angulosa* DC.) ebenfalls um *H. transsilvanica* handle (Herbarirrtum!). Zu dieser gründlichen, aber für cytologische Fragen doch schon recht alten Arbeit stehen die Untersuchungen von Langlet (1932) mit 2n = 28 und die eigenen Zählungen mit 2n = 21 und 28 (allerdings bloss an Gartenmaterial) in Widerspruch, da diese Zählungen auf die Grundzahl x = 7 hinweisen. Hildebrand (1900) gelangen Bastardierungen zwischen *H. triloba* (= *H. nobilis*), *H. angulosa* (= *H. transsilvanica*) und *H. acutiloba*. Zuverlässige Zählungen an Material von Naturstandorten sind dringend. Vorderhand ist es nicht möglich, eine verbindliche Chromosomenzahl für *H. transsilvanica* anzugeben.

f) *B-Chromosomen*

Die Untersuchung von 56 Arten ergab keinerlei Hinweise auf überzählige Chromosomen. Hara und Kurosawa (1958), Kurita (1961) und Suda (1962) berichten über B-Chromosomen bei Pflanzen von *H. nobilis* aus Japan.

2. *Karyotypanalysen*

Kurita (1955ff.) und Heimburger (1959ff.) sowie deren Schulen haben sich ebenfalls mit dem Studium der Cytotaxonomie der beschriebenen Gattungen befasst. Es würde zu weit führen, auf alle ihre Befunde einzugehen. Soweit Vergleiche wegen der unterschiedlichen Methoden möglich sind, zeigen sie meist schöne Übereinstimmung.

Heimburger (1959ff.) bildet aufgrund der Chromosomenmorphologie vier Gruppen:

a) 8er-Serie von *Anemone:* Armindex von Chromosom 4 = 1:2 (kurzer : langer Arm). Entspricht dem Basiskaryotyp der vorliegenden Untersuchungen.

b) 8er-Serie von *Anemone* und *Pulsatilla:* Armindex von Chromosom 4 = 1:1,1 bis 1:1,8.

c) 7er-Serie von *Anemone*, aus 8er-Serie ableitbar: Langer Arm von Chromosom 1 kürzer als der vom längsten Chromosom, langer Arm von Chromosom 2 länger als der von 3, Index von Chromosom 2 = 1:1,4 bis 1:1,6.

d) 7er-Serie von *Anemone* und *Hepatica*, nicht aus 8er-Serie ableitbar: Langer Arm von Chromosom 1 länger als alle andern, langer Arm von Chromosom 2 kürzer als alle andern, Index von Chromosom 2 = kleiner als 1:1,4.

Kurita (1955ff.) kommt zu vergleichbaren Ergebnissen. Beide sind sich darin einig, dass die Anemonen in der Gruppe d (es handelt sich um die von mir nicht untersuchten Arten *A. flaccida*, *A. keiskeana* und *A. tagawae*) zu *Hepatica* gestellt oder als eigene Gattung abgetrennt werden sollten. Sie vermuten auch übereinstimmend, dass die Chromosomenzahl durch eine zentrische Fusion von 8 auf 7 reduziert wurde.

Vergleicht man die beiden Gruppen, in denen die diploide Chromosomenzahl von 16 auf 14 reduziert wurde, nämlich einen Teil der Sektion *Homalocarpus* der Gattung *Anemone (A. ranunculoides, A. tetrasepala, A. crinita)* und die Gattung *Hepatica*, miteinander, so stellt man zunächst keine Übereinstimmung der Diagramme fest (Abb. 12 und 13). Die Analysen zeigen aber doch Parallelen: In beiden Gruppen ereignete sich eine zentrische Fusion der Chromosomen 3 und 4, übereinstimmend dazu eine Translokation zwischen den Chromosomen 2 und 3 sowie eine Inversion im Chromosom 8 (in Abb. 15 durch punktierte Linien angedeutet). Zusätzlich sind in der Sektion *Homalocarpus* der Anemonen noch eine Translokation zwischen den Chromosomen 5 und 7 sowie eine Inversion im Chromosom 2′ zu finden. Da eine unabhängige, gleichlaufende polyphyletische Entwicklung wenig wahrscheinlich ist, kann angenommen werden, dass sich die beiden Gruppen zunächst gemeinsam zu einer hypothetischen Zwischenstufe mit bereits reduzierter Chromosomenzahl entwickelten (Abb. 17). Die weitere Evolution wäre dann getrennt erfolgt, mit zusätzlichen Mutationen auf der Seite der Anemonen. Ob der Rest der Sektion *Homalo-*

carpus (A. polyanthes, A. elongata, A. sibirica), der den Basiskaryotyp mit 2n = 16 Chromosomen bewahrt hat, weiterhin verwandtschaftlich so eng mit der Gruppe um *A. narcissiflora* verknüpft bleiben soll, wäre zu überprüfen.

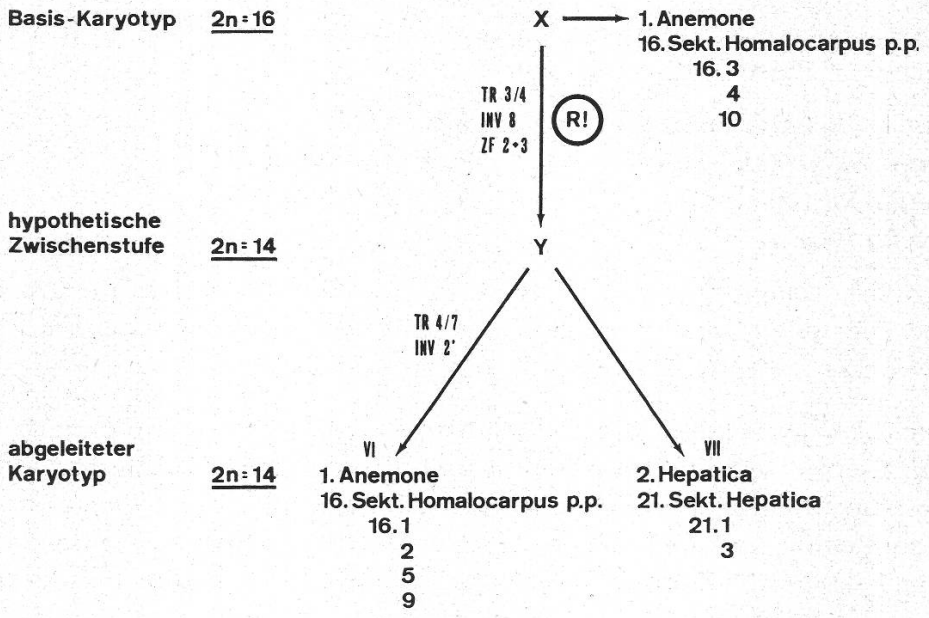


Abbildung 17

Schema der mutmasslichen verwandtschaftlichen Beziehung zwischen einem Teil der Sektion *Homalocarpus* der Gattung *Anemone* und der Gattung *Hepatica*. R! = Reduktion der haploiden Chromosomenzahl von 8 auf 7 durch zentrische Fusion. Erklärungen siehe Abbildung 15 und im Text

Die vorliegenden Ergebnisse sind als Versuch zu werten, die Möglichkeiten und Grenzen von Karyotypanalysen bei einer grösseren Gruppe abzuklären. Es konnte auf verschiedene Chromosomenmutationen geschlossen werden, die in phylogenetischer und systematischer Hinsicht zweifellos interessant sind. Leider ist es noch nicht möglich, reziproke Translokationen von gleichen oder annähernd gleich grossen Stücken nachzuweisen, die vermutlich ebenso häufig und phylogenetisch ebenso wichtig sind. Nicht minder bedeutungsvoll sind aber jene Befunde, welche die Geschlossenheit systematischer Gruppen bestätigen, wie das beispielsweise für die Gattung *Pulsatilla* gezeigt werden konnte.

Zusammenfassung

1. Mit Hilfe von Wurzelspitzenquetschpräparaten von Pflanzen der nah verwandten Gattungen *Anemone*, *Hepatica* und *Pulsatilla* aus der Familie der Ranunculaceen (mit Basiszahlen von x = 7 und x = 8) wurden Chromosomenzahlbestimmungen und Karyotypanalysen durchgeführt. Den bisher gebräuchlichen Methoden zur Ausmessung der Chromosomen konnten zwei neue beigefügt werden: Punktierrädchen und Kurvimeter vermögen in Verbindung mit starken photographischen Vergrösserungen die Genauigkeit der Längenmessung wesentlich zu steigern. Grösse der Chro-

mosomen und Lage des Centromers wurden als relative Länge und Armindex graphisch aufgezeichnet. Der Vergleich dieser Karyodiagramme ermöglichte die Durchführung von Karyotypanalysen.

2. An 56 von 124 Arten konnte die Chromosomenzahl bestimmt und mit den Zählungen anderer Autoren verglichen werden. Bei vier dieser Arten wurde die Zahl zum erstenmal bestimmt:

Anemone elongata D. Don.	2n = 16
Pulsatilla alba Reichenbach	2n = 16 und 32
Pulsatilla aurea Juz.	2n = 16
Pulsatilla flavescens Juz.	2n = 16

20 Arten konnten nicht überprüft werden, während 48 Arten noch nie untersucht wurden. Die umstrittene Chromosomenzahl von *Anemone nemorosa* L. kann nun sicher mit 2n = 30 (hypotetraploid) angegeben werden.

3. Die Karyotypanalyse von 54 Arten zeigte das Vorhandensein eines Basiskaryotyps (mit drei kurzen Chromosomenpaaren, deren Centromer in der terminalen oder subterminalen Region liegt, einem mittleren Paar mit dem Centromer in der submedianen Region und vier langen Paaren mit dem Centromer in der medianen Region), aus dem acht andere Karyotypen durch Chromosomenmutationen hervorgegangen sein dürften:

Basiskaryotyp:	
x = 8	24 Arten der Gattung *Anemone*
abgeleitete Karyotypen:	
x = 8, Translokationen und Inversionen (5 Typen)	5 Arten der Gattung *Anemone* 18 Arten der Gattung *Pulsatilla*
x = 7, Translokationen, Inversionen und Reduktion der Chromosomenzahl durch zentrische Fusion (2 Typen)	4 Arten der Gattung *Anemone* 2 Arten der Gattung *Hepatica*
x = 7 + 8 = 15, Reduktion der Chromosomenzahl durch Translokationen (1 Typ)	1 Art der Gattung *Anemone*

4. Der Basiskaryotyp kommt nur in der Gattung *Anemone* vor, neben 6 abgeleiteten Typen. Die Gattung *Pulsatilla* scheint einen einheitlichen Karyotyp aufzuweisen, der sich aus dem Basiskaryotyp ableiten lässt. Auch der bisher bekannte Karyotyp der Gattung *Hepatica* geht durch Chromosomenmutationen aus dem Basiskaryotyp hervor.

5. Der Karyotyp mit 2n = 14 Chromosomen in einem Teil der Sektion *Homalocarpus* der Gattung *Anemone* und der Karyotyp der Gattung *Hepatica* weisen beide die gleichen Mutationen auf: Translokation zwischen den Chromosomen 3 und 4, Inversion im Chromosom 8 und zentrische Fusion zwischen den Chromosomen 2 und 3. Beim ersten Karyotyp sind ausserdem noch eine Translokation zwischen den Chromosomen 5 und 7 sowie eine Inversion im Chromosom 2′ feststellbar. Es ist daher wahrscheinlich, dass dieser Teil der Sektion *Homalocarpus* der Gattung *Anemone* und die Gattung *Hepatica* verwandtschaftlich nahe beisammen stehen.

Summary

1. In the related genera *Anemone*, *Hepatica* and *Pulsatilla (Ranunculaceae)* the basic chromosome number is x = 7 or x = 8. Chromosomes were counted and karyotypes analysed using normal squash techniques. Two new instruments for measuring the length of chromosomes were used: With the help of a wheel pen and a curvimeter the precision of measurement was considerably improved. Relative length and arm index were plotted in a diagram. The comparison of these graphs enabled the analysis of the different karyotypes.

2. The chromosomes of 56 species (out of a total of 124) were counted and the numbers compared with the results of other authors. The following counts are published for the first time:

Anemone elongata D. Don.	2n = 16
Pulsatilla alba Reichenbach	2n = 16 and 32
Pulsatilla aurea Juz.	2n = 16
Pulsatilla flavescens Juz.	2n = 16

Earlier counts of 20 species could not be tested, while 48 species remain unexamined. The controversial number of *Anemone nemorosa* L. is found to be 2n = 30 (hypotetraploid).

3. Analysing the karyotypes of 54 species, a basic karyotype was found: three pairs of short chromosomes with the centromere in the terminal or subterminal region, one pair of medium chromosomes with the centromere in the submedian region and four pairs of long chromosomes with the centromere in the median region. Other karyotypes seem to be derived from this basic karyotype:

basic karyotype:	
x = 8	24 species of the genus *Anemone*
derived karyotypes:	
x = 8, translocations and inversions (5 types)	5 species of the genus *Anemone* 18 species of the genus *Pulsatilla*
x = 7, translocations, inversions and reduction of chromosome number by centric fusion (2 types)	4 species of the genus *Anemone* 2 species of the genus *Hepatica*
x = 7 + 8 = 15, reduction of chromosome number by translocations (1 type)	1 species of the genus *Anemone*

4. The basic karyotype was observed only in the genus *Anemone*, which also had 6 derived types. A different karyotype was found in the genus *Pulsatilla* which can be derived from the basic karyotype. The karyotype in the genus *Hepatica*, as known so far, is also derived from the basic karyotype by means of chromosome mutations.

5. The same mutations, viz. a translocation in the chromosomes 3 and 4, an inversion in chromosome 8 and a centric fusion between the chromosomes 2 and 3 were found in a part of the section *Homalocarpus* (genus *Anemone*) with 2n = 14 as well as in the genus *Hepatica*. In this section there are also a translocation in chromosomes 5 and 7 and an inversion in chromosome 2′. A close relationship between the two genera mentioned is evident.

Nachwort

Herr Prof. Dr. A. Rutishauser, Leiter des Cytologischen Labors des Institutes für Allgemeine Botanik der Universität Zürich, überliess mir das weitgespannte Thema zur freien Bearbeitung, verfolgte stets mit grossem Interesse und wohlwollendem Rat das Fortschreiten der Arbeit und freute sich schliesslich an den allmählich greifbar werdenden Ergebnissen. Er durfte leider die Fertigstellung des Manuskriptes nicht mehr erleben. Am 16. November 1967 verstarb Herr Prof. Rutishauser. Herr Prof. Dr. H. Wanner, Direktor des Institutes für Allgemeine Botanik, übernahm in der Folge die Betreuung. Herr Prof. Dr. F. Markgraf, Direktor des Institutes für Systematische Botanik und des Botanischen Gartens, war mir stets behilflich bei der Beschaffung von Untersuchungsmaterial. Seine Beratung in systematischen Fragen war mir sehr wertvoll. Viele andere Zürcher Botaniker standen mir mit Rat und Tat bei. Sie alle seien meines herzlichen Dankes gewiss.

Wichtige mündliche und schriftliche Angaben verdanke ich Frau Prof. Dr. L. Barton, Yonkers/USA, Frau Dr. M. Heimburger, Toronto/Kanada, Herrn Prof. Dr. M. Kurita, Matsuyama/Japan, Herrn Prof. Dr. A. Löve, Boulder/USA, Herrn Prof. Dr. H. Merxmüller, München, Herrn R. Ruffier-Lanche, Grenoble, sowie Herrn und Frau Prof. Dr. W. Zimmermann, Tübingen. Eine grosse Arbeit hatte das Gartenpersonal der beiden Botanischen Institute mit der Aufzucht und der Betreuung der Pflanzen zu leisten. Die Laborantinnen des Cytologischen Labors waren mir bei technischen Arbeiten behilflich. Für die Beschaffung der umfangreichen Literatur musste ich das Personal verschiedener Bibliotheken stark beanspruchen. Unschätzbar ist der Wert der Unterstützung, die ich durch meine Frau, C. Baumberger-Stoffel, erfahren durfte.

Alphabetisches Verzeichnis der Arten

H. acutiloba 21.2
P. ajanensis 35.12
P. alba 33.2
P. albana 35.5
A. alchemillifolia 13.3
A. almaatensis 14.27
P. alpina 33.1
A. altaica 11.9
A. antucensis 12.7
A. apennina 11.15
P. aurea 33.3
A. baicalensis 11.17
A. baldensis 14.1
A. begoniifolia 13.11
A. biarmiensis 16.7
A. biflora 14.8
A. blanda 11.16
A. brevipedunculata 16.11
A. bucharica 14.25
P. bungeana 35.8
P. campanella 35.6
A. capensis 13.1
A. caroliniana 14.23
P. cernua 34.1
P. chinensis 34.3
A. coelestina 13.9
A. coerulea 11.3
A. coronaria 14.7
A. crassifolia 12.10
A. crinita 16.9
A. cylindrica 14.19
P. dahurica 34.2
A. davidii 11.24
A. decapetala 14.21
A. delavayi 11.21
A. deltoidea 11.5
A. demissa 16.2
A. dichotoma 15.1
A. elongata 16.4
A. eranthoides 14.10
A. exigua 11.23
H. falconeri 21.5
A. fanninii 13.4
A. fischeriana 11.12
P. flavescens 35.2
A. gelida 11.20
A. glaucifolia 13.2
A. glazioviana 12.5
P. grandis 35.21
P. halleri 35.19
A. helleborifolia 12.8
A. hemsleyi 12.3
H. henryi 21.4
A. hepaticifolia 12.13
A. hortensis 14.6
A. imbricata 13.10
A. impexa 16.6
A. jamesonii 14.2
A. japonica 14.14
A. keiskeana 11.1
P. kostyczewii 31.1
A. kutznetzowii 14.24
A. leveillei 12.6
A. mexicana 12.1
P. millefolium 35.9
P. montana 35.14

A. multifida	14.20	*A. schrenkiana*	16.8
A. narcissiflora	16.1	*A. sellowii*	12.4
A. nemorosa	11.10	*A. seravshania*	14.9
A. nikoënsis	11.13	*A. sibirica*	16.10
H. nobilis	21.1	*P. slavica*	35.16
P. nuttalliana	35.3	*A. soyensis*	11.4
A. obtusiloba	13.6	*A. sphenophylla*	14.22
P. occidentalis	33.4	*A. stolonifera*	11.22
A. oligotoma	14.28	*P. styriaca*	35.18
A. palmata	14.4	*A. sylvestris*	14.15
A. parviflora	14.12	*P. taraoi*	32.1
P. patens	35.1	*P. taurica*	35.17
A. pavonina	14.5	*A. tetonensis*	14.3
A. peruviana	12.9	*A. tetrasepala*	16.5
A. petiolulosa	14.26	*A. thomsonii*	13.5
A. polyanthes	16.3	*H. transsilvanica*	21.3
P. pratensis	35.13	*A. trifolia*	11.6
A. prattii	11.18	*A. trullifolia*	13.8
A. raddeana	11.7	*A. tschernajewii*	14.11
A. ranunculoides	11.2	*P. turczaninowii*	35.11
A. reflexa	11.14	*A. udensis*	11.8
P. regeliana	35.10	*A. ulbrichiana*	11.19
A. richardsonii	12.11	*A. umbrosa*	11.11
A. rigida	12.12	*P. velezensis*	35.20
A. riparia	14.18	*P. vernalis*	35.4
A. rivularis	12.2	*A. virginiana*	14.17
P. rubra	35.15	*A. vitifolia*	14.13
A. rupestris	13.7	*P. vulgaris*	35.22
A. rupicola	14.16	*P. wallichiana*	35.7

Verzeichnis der verwendeten Synonyme

Taxon	berücksichtigt unter	Referenz
H. acuta Britton	*H. acutiloba* (21.2)	K s. 1
A. americana (DC.) Hara = *H. americana* Ker-Gawl.	*H. nobilis* (21.1)	K II
A. angulosa Lam. = *H. angulosa* DC.	*H. transsilvanica* (21.3)	U 271, Pop 1937
A. bogenhardiana Pritzel	*P. vulgaris* (35.22)	A & S 199
A. borealis Richards.	*A. parviflora* (14.12)	K I
A. canadensis L.	*A. dichotoma* (15.1)	K I, U 261
A. chrysantha (C. A. Mey.) Grossheim	*A. narcissiflora* (16.1)	K s. 9, U 266
A. debilis Fisch.	*A. coerulea* (11.3)	U 218
A. de Caen	*A. coronaria* (14.7)	
A. drummondii Watson	*A. baldensis* (14.1)	U 244
A. fasciculata L.	*A. narcissiflora* (16.1)	K I, U 266
A. flaccida F. Schmidt	*A. baicalensis* (11.17)	U 230
A. fulgens J. Gray	*A. pavonina* (14.5)	U 247
A. georgica Ruprecht	*P. albana* (35.5)	K IV, A & S 109
A. globosa Nutt. ex Pritz.	*A. multifida* (14.20)	U 259, Z 99
P. halleri ssp. *slavica* Zam.	*P. slavica* (35.16)	A & S 167
P. halleri ssp. *styriaca* Zam.	*P. styriaca* (35.18)	A & S 178
A. hepatica L.	*H. nobilis* (21.1)	K s. 4
A. hudsoniana Richardson	*A. multifida* (14.20)	U 259
A. hupehensis Lemoine	*A. japonica* (14.14)	Z 99
A. hupehensis Hort.	*A. japonica* (14.14)	K s. 9
A. laevigata Koidz.	*A. baicalensis* (11.17)	K s. 8
P. ludoviciana Heller = *A. ludoviciana* Nuttall	*P. nuttalliana* (35.3)	A & S 80
A. magellanica Hort.	*A. multifida* (14.20)	U 259, Z 99
A. nipponica Merrill	*A. japonica* (14.14)	K s. 10

P. nipponica (Takeda) Ohwi		*A. taraoi* (32.1)	K s. 9
A. obtusifolia D. Don		*A. obtusiloba* (13.6)	siehe S. 35
A. pavoniana Boiss.		*A. baldensis* (14.1)	U 244
A. quinquefolia L.		*A. nemorosa* (11.10)	U 226
A. sikokiana Makino		*A. narcissiflora* (16.1)	K s. 10
A. speciosa Adams		*A. narcissiflora* (16.1)	K I
A. stellata		*A. hortensis* (14.6)	Schöffel, 1932
P. sukaczewii Juz.		*P. bungeana* (35.8)	A & S 116
A. tomentosa (Maxim.) P'ei		*A. vitifolia* (14.13)	K s. 9, Z 100
A. transsylvanica Schur		*P. vulgaris* (35.22)	K IV
H. triloba Gil.		*H. nobilis* (21.1)	Z 251
P. violacea Ruprecht		*P. albana* (35.5)	K IV, A & S 109

Die Zuordnung wenig bekannter oder umstrittener Taxa zu Arten des gewählten Systems war aus praktischen Gründen notwendig. Sie ist ohne Berücksichtigung der Gültigkeit der Namen im Sinne der botanischen Nomenklaturregeln erfolgt. Siehe auch S. 46 f.

Bedeutung der Abkürzungen:

K I	Index Kewensis, Band I
K s. 1	Index Kewensis, Supplement 1
A & S	Aichele und Schwegler, 1957
U	Ulbrich, 1906a
Z	Zander, 1964

Die Zahlen hinter den Abkürzungen sind Seitenangaben.

Systematische Übersicht über die Chromosomenzahlen

Nr.	Art	frühere Untersuchungen	eigene Untersuchungen	Chromosomenzahl[1]
		2n	2n	2n
11.1	*A. keiskeana*	28	—	*28*
2	*A. ranunculoides*	32	32	*32*
3	*A. coerulea*	14, 16	—	*16*
6	*A. trifolia*	30–32	16, 32	*16, 32*
7	*A. raddeana*	32	—	*32*
9	*A. altaica*	16	16	*16*
10	*A. nemorosa*	16–46	30	*30*
13	*A. nikoënsis*	16	—	*16*
14	*A. reflexa*	16	16	*16*
15	*A. apennina*	16	16	*16*
16	*A. blanda*	16, 32	16	*16*
17	*A. baicalensis*	16	16	*16*
12.1	*A. mexicana*	16	16	*16*
2	*A. rivularis*	16	16	*16*
6	*A. leveillei*	16	16, 48	*16, 48*
8	*A. helleborifolia*	48	—	*48*
11	*A. richardsonii*	14	—	*14*
13.6	*A. obtusiloba*	16	—	*16*
14.1	*A. baldensis*	16, 24, 32, 48	32	*16, 32. 48*
3	*A. tetonensis*	32	16	*16, 32*
4	*A. palmata*	16, 32	16, 48	*16, 32, 48*
5	*A. pavonina*	16, 32	16	*16*
6	*A. hortensis*	16	16	*16*

[1] Abweichende Zahlen von Untersuchungen, die vor 1945 durchgeführt wurden, sowie triploide Formen sind hier nicht mehr berücksichtigt

Nr.	Art	frühere Untersuchungen	eigene Untersuchungen	Chromosomenzahl
14.7	*A. coronaria*	16	16	*16*
8	*A. biflora*	16	—	*16*
12	*A. parviflora*	14, 16	16, 32	*16, 32*
13	*A. vitifolia*	16	16	*16*
14	*A. japonica*	16	16	*16*
15	*A. sylvestris*	16, 32	16	*16*
16	*A. rupicola*	16, 32	16, 32, 48	*16, 32, 48*
17	*A. virginiana*	16, 32	16	*16*
18	*A. riparia*	16	16	*16*
19	*A. cylindrica*	16	16	*16*
20	*A. multifida*	32	16, 32	*16, 32*
21	*A. decapetala*	16, 24	16, 24	*16*
23	*A. caroliniana*	16	—	*16*
25	*A. bucharica*	16	—	*16*
26	*A. petiolulosa*	16	—	*16*
15.1	*A. dichotoma*	14, 16, 28	14, 16	*14, 16?*
16.1	*A. narcissiflora*	14, 16	14	*14*
2	*A. demissa*	14	14	*14*
3	*A. polyanthes*	16	16	*16*
4	*A. elongata*	—	16	*16*
5	*A. tetrasepala*	14, 32	14	*14*
7	*A. biarmiensis*	14	—	*14*
9	*A. crinita*	14, 28	14	*14, 28*
10	*A. sibirica*	14–16	16	*16*
21.1	*H. nobilis*	14, 16, 28, 42	14	*14, 28, 42*
2	*H. acutiloba*	14	—	*14*
3	*H. transsilvanica*	16, 28	21, 28	*16, 21, 28?*
32.1	*P. taraoi*	32	—	*32*
33.1	*P. alpina*	16	16, 32	*16, 32*
2	*P. alba*	—	16, 32	*16, 32*
3	*P. aurea*	—	16	*16*
4	*P. occidentalis*	16	16	*16*
34.1	*P. cernua*	16	—	*16*
2	*P. dahurica*	16	—	*16*
35.1	*P. patens*	16	16, 32	*16, 32*
2	*P. flavescens*	—	16	*16*
3	*P. nuttalliana*	16, 32	—	*16, 32*
4	*P. vernalis*	16	16	*16*
5	*P. albana*	16	16	*16*
6	*P. campanella*	16	16	*16*
8	*P. bungeana*	16	16, 32	*16, 32*
10	*P. regeliana*	16	32	*16, 32*
13	*P. pratensis*	16, 32	16	*16, 32*
14	*P. montana*	16, 24, 32, 48	16, 32	*16, 32, 48*
15	*P. rubra*	32	16, 32	*16, 32*
16	*P. slavica*	32	32	*32*
17	*P. taurica*	32	—	*32*
18	*P. styriaca*	32	32	*32*
19	*P. halleri*	32	32	*32*
20	*P. velezensis*	16	—	*16*
21	*P. grandis*	32	32	*32*
22	*P. vulgaris*	32	32	*32*

Von den hier nicht erwähnten Arten wurde die Chromosomenzahl noch nicht bestimmt.

Literatur

Aichele D. und H. Schwegler. 1957. Taxonomie der Gattung *Pulsatilla*. Fedde Rep. **60**, 1–230.

Archie D. W. 1932. Alpine plants from seeds. Flower Grower **19**, 95.

Arwidson T. 1938. Einige neue Gesichtspunkte zu den Chromosomenzahlenbestimmungen. Svensk bot. Tidskr. **32**, 191–208.

Atwater B.R. 1939. Notes on flower seed germination. Assoc. Off. Seed Anal. N. A. Proc., 111–113.

Babcock E.B. 1947. The genus *Crepis*. Part I: The taxonomy, phylogeny, distribution and evolution of *Crepis*. Univ. Calif. Publ. Bot. **21**, 1–197.

— und J.A. Jenkins. 1943. Chromosomes and phylogeny in *Crepis*. III: The relationships of 113 species. Univ. Calif. Publ. Bot. **18**, 241–292.

Battaglia E. 1955. A system for a symbolic representation of karyotypes. Bull. Torrey Bot. Club **82**, 163–167.

Baumberger H. 1965. Wer hilft mit? Schweiz. Lehrerztg. **110**, 647–648.

Becherer A. 1931. Sur les *Anemone uralensis* DC. et *fischeriana* DC. Candollea **4**, 507–510.

Bernström P. 1946. Chromosome numbers in *Anemone nemorosa* and *Anemone ranunculoides*. Hereditas **32**, 514–520.

Böcher T.W. 1932. Beiträge zur Zytologie der Gattung *Anemone*. Bot. Tidsskr. **42**, 183–206.

— 1945. Meiosis in *Anemone apennina* with special reference to chiasma localisation. Hereditas **31**, 221–237.

— 1959. The chromosomes of *Anemone richardsoni* Hook. Bot. Notiser **112**, 353–362.

— 1961. Experimental and cytological studies on plant species. VI. *Dactylis glomerata* and *Anthoxanthum odoratum*. Bot. Tidsskr. **56**, 314–335.

Boraiah G. 1965. Phylogenetic studies of *Anemone stylosa*. Canad. J. Bot. **43**, 361–372.

— und M. Heimburger. 1964. Cytotaxonomic studies on new world *Anemone* (Section *Eriocephalus*) with woody rootstocks. Canad. J. Bot. **42**, 891–922.

Bormann F.H. und A.W. Beatty. 1955. Chromosome studies of plants from the arctic slope of Alaska. I. *Ranunculaceae*. Bull. Torrey Bot. Club **82**, 118–120.

Brauer I. 1949a. Experimentelle Untersuchungen an Wurzelspitzenmitosen von *Vicia faba*. I. Normalverhalten. Planta **36**, 411–423.

— 1949b. Experimentelle Untersuchungen an Wurzelspitzenmitosen von *Vicia fabia*. II. Einfluss des Mediums. Planta **36**, 466–477.

— 1950. Experimentelle Untersuchungen an Wurzelspitzenmitosen von *Vicia faba*. III. Einfluss der Temperatur. Planta **38**, 91–118.

Brögger A. 1967. Translocation in human chromosomes. Universitetsforlaget, Oslo.

Brouwer W. und A. Stählin. 1955. Handbuch der Samenkunde. DLG-Verlag, Frankfurt a. M.

Bütow R. 1955. Die Entwicklung der *Pulsatilla*-Anthere. Z. Bot. **43**, 423–449.

Carleton R.M. 1937. The refrigerator as a garden tool. Hort. **15**, 412.

Cave M.S. et al. 1958. Index to plant chromosome numbers. Siehe unter Index.

Correvon H. 1900. Raising alpine plants from seed. Gard. Chron. **27**, 84–85.

Dahl A.O. 1937. Cytological and taxonomic studies in the genus *Anemone*. Amer. J. Bot. **24**, 732.

Damboldt J. 1965. Cytotaxonomische Revision der isophyllen *Campanulae* in Europa. Bot. Jb. **84**, 302–358.

Darlington C.D. und E.K. Janaki-Ammal. 1945. Chromosome atlas of cultivated plants. Allen & Unwin, London.

— und L.F. La Cour. 1960. Methoden der Chromosomenuntersuchung. Franckh, Stuttgart.

— und A.P. Wylie. 1955. Chromosome atlas of flowering plants. 2. Aufl. Allen & Unwin, London.

Delay C. 1951. Nombres chromosomiques chez les phanérogames. Rev. Cyt. Biol. vég. **12**, 1–368. Documented chromosome numbers of plants. 1948–1966. Madroño **15–18**.

Ehrendorfer F. 1964. Cytologie, Taxonomie und Evolution bei Samenpflanzen. Vistas in Botany **4**, 99–186, Pergamon Press, London.

— 1965. Systematik und Evolution der Spermatophyta. Fortschr. Bot. **27**, 348–418.

— 1967. Systematik und Evolution der Samenpflanzen. Fortschr. Bot. **29**, 237–303.

Encke F. 1958. Pareys Blumengärtnerei. 2 Bd. 2. Aufl. Parey, Berlin.

Ervin C.D. 1941. A study of polysomaty in *Cucumis melo*. Amer. J. Bot. **28**, 113–124.

Favarger C. 1950. Polyploidie et vicariance dans la flore alpine. Arch. Jul.-Klaus-Stiftg. Vererb. **25**, 472–477.

Favarger C. 1961. Sur l'emploi des nombres de chromosomes en géographie botanique historique. Ber. Geobot. Inst. ETH Rübel **32**, 119–146.
— 1965. Notes de caryologie alpine IV. Bull. Soc. neuchât. Sci. nat. **88**, 5–60.
Flora Europaea. Siehe Tutin T.G.
Fraccaro M. und J. Lindsten. 1960. The human chromosome complement determined in somatic cells cultivated in vitro. Folia hered. path. **9**, 185–190.
Gajewski W. 1946. Cytogenetic investigations on *Anemone* L. I. *Anemone janczewskii* a new amphidiploid species of hybrid origin. Acta Soc. Bot. Polon. **17**, 129–194.
— 1947. Cytogenetic investigations on *Anemone* L. II. Hybrids among *Anemone virginiana*, *A. silvestris* and *A. multifida*. Acta Soc. Bot. Polon. **19**, 33–44.
Grau J. 1964a. Karyotypphylogenie bei *Myosotis*. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **77**, Sondernummer, 99–101.
— 1964b. Die Zytotaxonomie der *Myosotis-alpestris*- und der *Myosotis-silvatica*-Gruppe in Europa. Öst. Bot. Z. **111**, 561–617.
Gregory W.C. 1941. Phylogenetic and cytological studies in the *Ranunculaceae* Juss. Trans. Amer. Phil. Soc. n. s. **31**, 443–520.
Grob R. 1966. Zytotaxonomische Untersuchungen an *Crepis capillaris* und *Crepis nicaeensis* und ihren F_1-Bastarden. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **76**, 306–349.
Guinochet M. 1935. Contribution à l'étude génétique et cytologique du genre *Anemone*. Rev. Cytol. **1**, 131–148.
Hair J.B. 1963. Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora. 6. Miscellaneous families. N.Z. J. Bot. **1**, 243–257.
Hara H. und S. Kurosawa. 1958. Differentiation within *Anemone hepatica* L. of Japan. J. Jap. Bot. **33**, 265–275.
Hauschtek-Jungen E. und R. Meili. 1967. Vergleich der Chromosomensätze von Steinwild *(Capra ibex)* und Hausziege *(Capra hircus)*. Chromosoma **21**, 198–210.
Hegi G. 1958/1965. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. 2. Aufl. Band IV/1 (1958), Band III/3 (1965), Hauser, München.
Heimburger M. 1959. Cytotaxonomic studies in the genus *Anemone*. Canad. J. Bot. **37**, 587–612.
— 1961. A karyotype study of *Anemone drummondii* and its hybrid with *A. multifida*. Canad. J. Bot. **39**, 497–502.
— 1962. Comparison of chromosome size in species of *Anemone* and their hybrids. Chromosoma **13**, 328–340.
— und G. Boraiah. 1964. Genome relationships of *Anemone multifida*. Canad. J. Gen. Cyt. **6**, 529–539.
— und I.E. Kamitakahara. 1963. A multiple interchange variant in a natural population of *Anemone cylindrica*. Evolution **17**, 358–367.
Heit C.E. 1951. Germination of sensitive flower seed kinds and varieties with suggested methods for testing in the laboratory. Ass. Off. Seed Anal. Proc. 40th Ann. Meeting, 107–117.
Heneen W.K. 1962. Karyotype studies in *Agropyron junceum*, *A. repens* and their spontaneous hybrids. Hereditas **48**, 471–502.
Hess H., E. Landolt und R. Hirzel. 1967. Flora der Schweiz. 1. Band. Birkhäuser, Basel.
Hildebrand F. 1900. Über Bastardierungsexperimente zwischen einigen *Hepatica*-Arten. Bot. Centralbl. **84**, 66–73.
Hiroe M. 1957. A cytotaxonomical study of *Anemone hepatica* L. *(Ranunculaceae)* of Japan. Bot. Mag. Tokyo **70**, 4–7.
Holzer K. 1952. Untersuchungen zur karyologischen Anatomie der Wurzel. Öst. Bot. Z. **99**, 118–155.
Index Kewensis. Siehe Jackson B.D.
Index to plant chromosome numbers. 1958ff. Vol. I/1–2 und Suppl. (1958–59) hrsg. v. Calif. Bot. Soc.; Vol. I/3–4 und Vol. II/5–9 (1959–65) hrsg. v. Univ. North Carolina Press; ab Vol. III/1 (1966) hrsg. v. Intern. Ass. Plant Taxonomy in Regnum Vegetabile.
Ingwersen W. 1936. Raising alpine plants from seeds. Gard. Chron. **99**, 138.
Jackson B.D. 1893ff. Index Kewensis Plantarum Phanerogamarum. 4 Bände und 13 Supplemente. The Clarendon Press, Oxford.
Janchen E. 1949. Die systematische Gliederung der Ranunculaceen und Berberidaceen. Denkschr. Öst. Akad. Wiss., Math.-Nat. Kl., **108**, 1–82.

Janczewski E. 1890. Etudes comparées sur le genre *Anemone* (Fruits, germination). Bull. int. Acad. Cracovie, 298–303.
Jelitto L. und W. Schacht. 1963/1966. Die Freilandschmuckstauden. 2 Bände. Ulmer, Stuttgart.
Joseph C. und M. Heimburger. 1966. Cytotaxonomic studies on new world species of *Anemone* (Section *Eriocephalus*) with tuberous rootstocks. Canad. J. Bot. **44**, 899–928.
Jovet P. 1952. L'*Anemone trifolia* L. dans le sud-ouest de la France. Bull. Soc. Bot. France **99**, 13–15.
Juzepzuk S.W. 1937. *Anemone* L. In: Komarov V.L. Flora URSS **7**, 236–307.
Karsten G. 1915. Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode. Z. Bot. **7**, 1–34.
Kew Index. Siehe Jackson B.D.
Kinzel W. 1913/1915/1920. Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. Ulmer, Stuttgart 1913, Nachtrag I 1915, Nachtrag II 1920.
Kobel H.R. 1967. Morphometrische Karyotypanalyse einiger Schlangenarten. Genetica **38**, 1–31.
Komarov V.L. 1937. Flora URSS **7**, 236–307.
Kurita M. 1955. Cytological studies in *Ranunculaceae*. II. The karyotypes of *Anemone* and *Hepatica*. Bot. Mag. Tokyo **68**, 187–190.
— 1956a. Cytological studies in *Ranunculaceae*. VIII. The karyotypes of six species in four genera. Jap. J. Genet. **31**, 89–92.
— 1956b. Cytological studies in *Ranunculaceae*. X. Further notes on the karyotype of *Anemone*, *Cimicifuga* and *Clematis*. Bot. Mag. Tokyo **69**, 239–242.
— 1956c. Cytological studies in *Ranunculaceae*. XI. The karyotypes of *Nigella damascena* and some other species. Jap. J. Genet. **31**, 330–333.
— 1957a. Chromosome studies in *Ranunculaceae*. I. Karyotypes of the subtribe *Anemoninae*. Rept. Biol. Inst. Ehime Univ. **1**, 1–10.
— 1957b. Chromosome studies in *Ranunculaceae*. VII. Karyotypes of *Eranthis* and some other genera. Mem. Ehime Univ. Sect. II Ser .B **2**, 325–334.
— 1958a. Chromosome studies in *Ranunculaceae*. VIII. Karyotype and phylogeny. Rept. Biol. Inst. Ehime Univ. **5**, 1–14.
— 1958b. Chromosome studies in *Ranunculaceae*. IX. Comparison of chromosome volume between a 14- and a 16-chromosome species in *Anemone* and in *Ranunculus*. Rept. Biol. Inst. Ehime Univ. **6**, 1–7.
— 1958c. Chromosome studies in *Ranunculaceae*. XI. Karyotypes of seven genera. Mem. Ehime Univ. Sect. II Ser. B **3**, 13–22.
— 1959. Chromosome studies in *Ranunculaceae*. XV. Heterochromaty in chromosomes of four species. Mem. Ehime Univ. Sect. II Ser. B **3**, 207–212.
— 1960. Chromosome studies in *Ranunculaceae*. XVII. Karyotypes of some species. Mem. Ehime Univ. Sect. II Ser. B **4**, 59–66.
— 1961. Chromosome studies in *Ranunculaceae*. XVIII. Karyotypes of several species. Mem. Ehime Univ. Sect. II Ser. B **4**, 251–261.
— 1962. Chromosome studies in *Ranunculaceae*. XX. Karyotypes of ten species. Mem. Ehime Univ. Sect. II Ser. B **4**, 395–401.
Lamprecht H. von. 1962. Cytosystematische Untersuchungen an *Anemone nemorosa* L. und *Anemone ranunculoides* L. Beitr. Biol. Pfl. **37**, 107–146.
Langlet O.F.I. 1927. Beiträge zur Zytologie der Ranunculaceen. Svensk Bot. Tidskr. **21**, 1–17.
— 1932. Über Chromosomenverhältnisse und Systematik der *Ranunculaceae*. Svensk Bot. Tidskr. **26**, 381-400.
— 1936. Några bidrag till kännedomen om kromosomtalen inom *Nymphaeaceae*, *Ranunculaceae Polemoniaceae* och *Compositae*. Svensk Bot. Tidskr. **30**, 288–294.
Larsen K. 1954. Chromosome numbers of some European flowering plants. Bot. Tidskr. **50**, 163–174.
Ledley R.S. und F.H. Ruddle. 1966. Chromosome analysis by computer. Sci. Amer. **214**, 40–46.
Levan A., K. Fredga und A.A. Sandberg. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas **52**, 201–220.
Löve A. 1954a. Cytotaxonomical evaluation of corresponding taxa. Vegetatio **5–6**, 212–224.
— 1954b. Cytotaxonomical remarks on some American species of circumpolar taxa. Svensk Bot. Tidskr. **48**, 211–232.
— 1965/1966. IOPB Chromosome number reports. V. Taxon **14** (1965); VI–VIII. Taxon **15** (1966).

Löve A. und D. Löve. 1961a. Chromosome numbers of central and north-west european plant species. Op. bot. **5**, 1–581.
— — 1961b. Some nomenclatural changes in the European flora. I. Species and supraspecific categories. Bot. Notiser **114**, 33–47.
— — 1961c. Some nomenclatural changes in the European flora. II. Subspecific categories. Bot. Notiser **114**, 48–56.
— und O.T. Solbrig. 1964/1965. IOPB Chromosome number reports. I–II. Taxon **13** (1964); III–IV. Taxon **14** (1965).
Lüdi W. 1932. Keimungsversuche mit Samen von Alpenpflanzen. Mitt. Naturf. Ges. Bern **46**, XLVI–L.
Madahar-Joseph C. 1967. Mediterranean and Asian taxa of *Anemone* (Section *Eriocephalus*) with tuberous rootstocks. Canad. J. Bot. **45**, 725–735.
Maguire M.P. 1962. Variability in length and arm ratio of the pachytene chromosomes of corn. Cytologia **27**, 248–257.
Martin-Mack G. 1958. Über die Jahresperiodizität von *Pulsatilla* unter natürlichen und konstanten Bedingungen. Diss. Tübingen.
Matsuura H. und T. Sutô. 1935. Contributions to the idiogram study in phanerogamous plants. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. Ser. V **5**, 33–75.
Mattick-Ehrensberger R. 1949. In Tischler G. 1950.
Meili-Frei E. 1965. Cytogenetik und Cytotaxonomie einheimischer Arten von *Epipactis*, *Listera*, *Neottia (Orchidaceae)*. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **75**, 219–292.
Merxmüller H. 1963. Systematik der *Spermatophyta*. Fortschr. Bot. **25**, 81–139.
Meusel H. 1965. Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. 2 Bände: Text und Karten. Fischer, Jena.
Miduno T. 1943. Karyotyp einiger *Anemone*-Pflanzen. Jap. J. Genet. **19**, 123–124.
Moffett A.A. 1932. Chromosome studies in *Anemone*. I. A new type of chiasma behaviour. Cytologia **4**, 26–37.
Müntzing A. 1939. Chromosomenaberrationen bei Pflanzen und ihre genetische Wirkung. Z. indukt. Abst. Vererb.L. **76**, 323–351.
Nakajima G. 1931. The chromosome numbers in cultivated and wild angiosperms. Bot. Mag. Tokyo **45**, 7–11.
— 1933. Chromosome numbers in some angiosperms. Jap. J. Genet. **9**, 1–5.
— 1936. Chromosome numbers in some crops and wild angiosperms. Jap. J. Genet. **12**, 211–218.
Nichols G.E. 1934. The influence of exposure to winter temperatures upon seed germination in various native American plants. Ecology **15**, 364–373.
Oberdorfer E. 1962. Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. Ulmer, Stuttgart.
Ôno R. und K. Kikuchi. 1953. On the chromosomes of *Anemone flaccida* with special reference to its satellited chromosomes. Kagaku **23**, 318–319.
— — 1957. Chromosomes of *Anemone flaccida* Fr. Schm. La Kromosoma **32**, 1107–1108.
Packer J.G. 1964. Chromosome numbers and taxonomic notes on western Canadian and Arctic plants. Canad. J. Bot. **42**, 473–494.
Parkin J. und W.A. Sledge. 1935. An *Anemone* from New Zealand: A plant hitherto regarded as a species of *Ranunculus*. J. Linnean Soc. London, Bot. **49**, 645–651.
Patau K. 1960. The identification of individual chromosomes, especially in man. Amer. J. hum. Genet. **12**, 250–276.
— 1965. Identification of chromosomes. In: Yunis J.J., Human chromosome methodology, 155–186. Academic Press, New York.
Polya L. 1949. Chromosome numbers of some Hungarian plants. Acta geobot. Hung. **6**, 124–137.
Pop E. 1937. Zytologische, physiologisch-anatomische und taxonomische Untersuchungen bei den Anemonen aus der *Hepatica*-Sektion. Bull. Jard. Mus. Bot. Cluj **17**, 97–149.
Rahn K. 1960. Danish scientific investigations in the Argentine under the auspices of the Fundación Williams, Buenos Aires. Chromosome numbers in some South American angiosperms. Bot. Tidskr. **56**, 117–127.
Rieger R. 1963. Die Genommutationen. In: Stubbe H. Genetik **3**. Fischer, Jena.
— und Michaelis A. 1967. Die Chromosomenmutationen. In: Stubbe H. Genetik **6**. Fischer, Jena.

Riley H.P. und D. Mukerjee. 1962. Chromosomes of some species of *Agapanthus*. Cytology **27**, 325–332.

Rosenthal C. 1936. Chromosomenstudien an *Pulsatilla*. Jb. wiss. Bot. **83**, 809–844.

Rothfels K., E. Sexsmith, M. Heimburger und M. Krause. 1966. Chromosome size and DNA content of species of *Anemone* L. and related genera *(Ranunculaceae)*. Chromosoma **20**, 54–74.

Rothmaler W. 1963. Exkursionsflora von Deutschland. Band IV. Kritischer Ergänzungsband, Gefässpflanzen. VEV Volk und Wissen, Berlin.

Rotta H. 1949. Untersuchungen über tagesperiodische Vorgänge in Spross- und Wurzelvegetationspunkten. Planta **37**, 399–412.

Rutishauser A. und H.R. Hunziker. 1950. Untersuchungen über die Zytologie des Endosperms. Arch. Jul.-Klaus-Stiftg. Vererb. **25**, 477–483.

Sakai K. 1934. Studies on the chromosome number in alpine plants. I. Jap. J. Genet. **9**, 226–230.

— 1935. Studies on the chromosome number in alpine plants. II. Jap. J. Genet. **11**, 68–73.

Schöffel K. 1932. Untersuchungen über den Blütenbau der Ranunculaceen. Planta **17**, 315–371.

Sharma A.K. und A. Sharma. 1956. Fixity in chromosome number of plants. Nature **177**, 335–336.

Skalinska M., R. Czapik, M. Piotrowicz et al. 1959. Further studies in chromosome numbers of Polish angiosperms (Dicotyledons). Acta Soc. Bot. Polon. **28**, 487–529.

Sobti S.N. und S.D. Singh. 1961. A chromosome survey of Indian medical plants. I. Proc. Ind. Acad. Sci. Sect. B **54**, 138–144.

Sokolovskaya A.P. 1958. On the correlation between the number of chromosomes and the size of pollen grains in the arctic species of *Ranunculaceae* and *Saxifragaceae*. Bot. Zh. SSSR **43**, 1146–1155.

— 1963. Geographical distribution of polyploidy in plants (Investigation of the flora of the Kamchatka Peninsula). Vest. Leningrads. Univ. Ser. Biol. 38–52.

— und O.S. Strelkova. 1940. Karyological investigation of the alpine flora on the main Caucasus range and the problem of geographical distribution of polyploids. C.R. Acad. Sci. URSS **29**, 415–418.

— — 1960. Geographical distribution of the polyploid species of plants in the Eurasiatic Arctic. Bot. Zh. SSSR **45**, 369–381.

— — 1962. On the regularities of geographical distribution of polyploid plant species. In: Plant polyploidy. Transact. Mosc. Soc. Natural. **5**, 83–89.

Sorsa V. 1962. Chromosomenzahlen finnischer Kormophyten. I. Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A. IV. Biol. **58**, 1–14.

Stebbins G.L. 1950. Variation and evolution in plants. Columbia Univ. Press, New York.

— 1966. Chromosomal variation and evolution. Science **152**, 1463–1469.

Suda Y. 1962. Cytological observations of some taxa of *Anemone hepatica* var. *japonica*. Sci. Repts. Tôhoku Univ. IV. Ser. **28**, 97–106.

Sugiura T. 1931. A list of chromosome numbers in angiospermous plants. Bot. Mag. Tokyo **45**, 353–355.

— 1936. Studies on the chromosome numbers in higher plants, with special reference to cytokinesis. I. Cytologia **7**, 544–595.

Swanson C.P. 1960. Cytologie und Cytogenetik. Fischer, Stuttgart.

Takamine N. 1916. Über die ruhenden und präsynaptischen Phasen der Reduktionsteilung. Bot. Mag. Tokyo **30**, 293–303.

Tarnavschi J.T. 1947. Die Chromosomenzahlen der Anthophytenflora von Rumänien mit einem Ausblick auf das Polyploidieproblem. Bull. Jard. Mus. Bot. Univ. Cluj, Suppl. I, **27**, 1–130.

Tischler G. 1950. Die Chromosomenzahlen der Gefässpflanzen Mitteleuropas. Junk, Den Haag.

— und H.D. Wulff. 1953–1963. Angewandte Pflanzenkaryologie. Ergänzungsband zu Tischler G.: Allgem. Pflanzenkaryologie (Linsbauer K., Handbuch der Pflanzenanatomie, 2. Aufl., Band 2). Bornträger, Berlin.

Tjio J.H. und A. Hagberg. 1951. Cytological studies on some X-ray mutants of barley. Anal. Est. Exp. Aula Dei **2**, 149–167.

— und A. Levan. 1950. The use of oxychinoline in chromosome analysis. Anal. Est. Exp. Aula Dei **2**, 21–64.

Trela Z. 1958. Cytological studies in species of the genus *Anemone* L. occurring in Poland. Acta Biol. Cracov. Ser. Bot. **1**, 151–158.
— 1961. Meiosis in the anthers of *Anemone* L. Acta Biol. Cracov. **4**, 61–74.
— 1963a. Embryological studies in *Anemone nemorosa* L. Acta Biol. Cracov. Ser. Bot. **6**, 1–14.
— 1963b. Cytological studies in the differentiation of the endosperm in *Anemone nemorosa* L. Acta Biol. Cracov. Ser. Bot. **6**, 177–183.
Turesson G. 1938. Chromosome stability in Linnean species. Ann. Agricult. Coll. Sweden **5**, 405–416.
Tutin T.G. et al. 1964ff. Flora Europaea. The University Press, Cambridge.
Uellner G. 1954. Cytologische Untersuchungen an *Pulsatilla*. Diss. Tübingen.
Ulbrich E. 1906a. Über die systematische Gliederung und geographische Verbreitung der Gattung *Anemone* L. Bot. Jb. **37**, 172–334.
— 1906b. Über die systematische Gliederung und geographische Verbreitung der Gattung *Anemone* L. Verh. Bot. Ver. Brandenburg **48**, 1–38.
Winge O. 1917. The chromosomes. Their number and general importance. C.R. Trav. Labor. Carlsberg **13**, 131–275.
Winkler S. 1962. Systematische Untersuchungen über den Formenkreis *Pulsatilla grandis* Wenderoth. Bot. Jb. **81**, 213–251.
Zander R. 1964. Handwörterbuch der Pflanzennamen. 9. Aufl. Ulmer, Stuttgart.
Zhukova P.G. 1961. Studies in the caryology of some species of *Ranunculaceae* in the Arcto-Alpine Botanic Garden of the Kola Branch of the Academy of Sciences of the USSR (Kola Peninsula). Bot. Jurn. **46**, 421–428.
Zimmermann W. 1932. Beiträge zur Kenntnis der Georeaktionen. IV. Blütenbewegungen und andere Umstimmungsbewegungen. Jb. wiss. Bot. **77**, 393–506.
Zinecker-Brauer I. 1953. Über das Mitoseverhalten in den Wurzelspitzen von *Vicia faba*. I. Die Gesamtvariabilität der Mitosehäufigkeit. Chromosoma **5**, 317–340.