Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 53 (1975)

Artikel: Zytotaxonomische Untersuchungen an Campanula patula L.s.l. und C. Rapunculus L. in der Schweiz und Österreich

Autor: Hauser, Margit Luise / Landolt, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308419

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: 05.07.2025

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

VERÖFFENTLICHUNGEN DES GEOBOTANISCHEN INSTITUTES
DER EIDG. TECHN. HOCHSCHULE, STIFTUNG RÜBEL, IN ZÜRICH
53. HEFT

Zytotaxonomische Untersuchungen an Campanula patula L. s. l. und C. Rapunculus L. in der Schweiz und in Österreich

von MARGIT LUISE HAUSER

Eidg. Techn. Hochschule
INSTITUT FÜR SPEZIELLE BOTANIK
BIBLIOTHEK
8006 Zürich, Universitätsstr. 2

1975

Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 53. Heft

Zytotaxonomische Untersuchungen an Campanula patula L. s. l. und C. Rapunculus L. in der Schweiz und in Österreich

von Margit Luise Hauser

1975

Inhalt

1. Einleitung 4
2. Zytologische Untersuchungen 6
   2.1 Material und Methoden 6
   2.2 Chromosomenzahlen 7
   2.3 Chromosomenmorphologie 8
3. Morphologische Untersuchungen 20
   3.1 Material und Methoden 20
   3.2 Untersuchungsergebnisse 20
      3.2.1 Wurzeln 20
      3.2.2 Stengel 21
      3.2.3 Grundblätter 21
      3.2.4 Stengelblätter 23
      3.2.5 Blütenstand 24
      3.2.6 Kelche 25
      3.2.7 Blütenkronen 27
      3.2.8 Griffel und Staubblätter 32
      3.2.9 Pollen 35
      3.2.10 Früchte 38
      3.2.11 Samen 38
      3.2.12 Behaarung 39
   3.3 Tabelle der Unterscheidungsmerkmale 41
4. Bastardierungen 41
   4.1 Kreuzungsversuche 41
   4.2 Morphologische Untersuchung der Bastarde 44
5. Ökologie und Verbreitung 45
   5.1 Ökologie 45
   5.2 Verbreitung 48
6. Bestimmungsschlüssel 64
Zusammenfassung 65
Summary 67
Literaturverzeichnis 69
Nomenklatorische Bemerkungen (von E. LANDOLT) 71

1. Einleitung

Im Zusammenhang mit der Untersuchung vikariierender Pflanzensippen nördlich und südlich der Alpen sollte das Beispiel von Campanula patula L. s. l. und Campanula Rapunculus genauer geprüft werden. Die Erforschung erstreckte sich dabei auf den nördlichen und südlichen Alpenbereich im Raume der Schweiz, Österreichs und Norditaliens. Das aus diesem Gebiet stammende Pflanzenmaterial wurde zytologisch, morphologisch und ökologisch untersucht. Diese Studien ergaben bei Campanula patula verschiedene Chromosomenzahlen, unterschiedliche morphologische Merkmale und ökologische Bedingungen. Entsprechend diesen Resultaten, wurde Campanula patula s. l. nach den Unterschieden in drei Sippen eingeteilt.

Bis zu einer späteren Veröffentlichung erfolgt die Benennung der Campanula patula-Sippen vorläufig nach den Verbreitungsgebieten bzw. nach den Chromosomenzahlen.

In der folgenden Arbeit wird daher immer zwischen einer nördlichen (diploiden), einer südlichen (diploiden) und einer tetraploiden Sippe unterschieden.

Campanula Rapunculus variiert in ihrem Aussehen wenig, und bisher sind keine Zytotypen bekannt.

Im Zuge der Forschung wurde auch Herbarmaterial aus verschiedenen botanischen Instituten mit lebenden Pflanzen verglichen bzw. zur Ergänzung der Verbreitungskarten verwendet.

Daneben wurden Bastardierungsversuche innerhalb der Campanula patula-Sippen und mit Campanula Rapunculus ausgeführt, um Aufschluss über die Möglichkeit von Bastardierungen und Merkmalstransgressionen zu erhalten.

Für das Thema, die vielen Anregungen und Unterstützungen ist die Autorin ihrem vorbildlichen Lehrer Herrn Prof. Dr. E. Landolt zu grossem Dank verpflichtet. Ebenso herzlich danken möchte sie Frau PD Dr. K. Urbanska-Worytkiewicz für die wertvollen Ratschläge bei der Ausführung der zytologischen Arbeiten und Herrn PD Dr. F. Klötzli für Hinweise und Diskussionen über ökologische Fragen. Allen Assistenten und Mitarbeitern des Institutes sowie den Vorständen der Herbarien, die freundlicher Weise ihr Material zur Verfügung stellten, sei vielmals gedankt.

2. Zytologische Untersuchungen

Entsprechend den bisher gefundenen Grundzahlen x=8,9,10, 13,15,17 (LÖVE und LÖVE 1961) kann man der Gattung Campanula einen hohen Grad von karyologischer Differenzierung zuschreiben.Dazu konnten noch verschiedentlich intraspezifische karyologische Unterschiede festgestellt werden.Mit einer Grundzahl von x=10 repräsentiert soweit bekannt,Campanula patula s.l. zwei Chromosomenzahlen, nämlich 2n=20 und 2n=40.Campanula Rapunculus kann dagegen bis heute mit derselben Grundzahl nur eine Chromosomenzahl,2n=20,vorweisen.

In dem für diese Arbeit beschränkten Gebiet waren Campanula patula und Campanula Rapunculus neben Campanula ramosissima,die aber nur vereinzelt am Comer See und bei Udine vorkommt,die einzigen Vertreter der Gruppe mit x=10 als Grundzahl (PODLECH und DAMBOLDT 1963)

2.1 Material und Methoden

Campanula patula: Insgesamt wurden von 62 Populationen aus der Schweiz,Österreich und Norditalien(siehe Tabelle I und Abb.6)die Chromosomen gezählt.Dabei gehörten 25 der nördlichen Sippe,10 der südlichen Sippe und 27 der tetraploiden Sippe an.

Campanula Rapunculus: Hier wurde von 13 Populationen aus der Schweiz(siehe Tabelle I und Abb.6)die Chromosomen gezählt.

Wurzelspitzen,Sprossspitzen,Knospen und kleine Blätter von 3-6 Exemplaren einer Population kamen in den Mittags- oder frühen Nachmittagsstunden in eine 0.002 mol Oxychinolin Lösung.Nach ca.2½ Stunden kühler Lagerung

wurde das Material in Carnoy - Fixativ übertragen. Dem Fixativ (= Eisessig - absolutem Alkohol im Verhältnis 1:3 gemischt) sind zum besseren Eindringen der Färbelösung in die Chromosomen, einige Tropfen Eisenazetat - und Karmin - Essigsäure - Lösung 1 % beigefügt worden. Die Dauer der Fixierung sollte mindestens 2 Stunden betragen. Den besten Erfolg brachte eine 2 tägige Lagerung bei Kühlschranktemperatur. Anschliessend wurde mit der Färbung begonnen. Es eignet sich dazu Karmin-Essigsäure-Lösung aber noch besser Orcein-Laktopropionsäure (DYER 1963). Das Material wurde ca. 2 Minuten in der Färbelösung aufgekocht und wenn möglich ca. 12 Stunden stehen gelassen, dann konnte in einem frischen Tropfen von Orcein-Laktopropionsäure das Quetschpräparat angefertigt werden.

Entgegen den Angaben GADELLAS (1964) gab die beschriebene Methode mit Carnoy-Fixativ und Orcein einen guten Kontrast zwischen Zytoplasma und Chromosomen, die in der Mitose sehr schön verteilt erschienen. Pro Pflanze sind an 20 - 25 Mitoseplatten die Chromosomen gezählt worden.

Die mit einer vollautomatischen Leitz (Wetzlar) Orthomat Mikroskopkamera gemachten Aufnahmen dienten ebenso wie die mit Hilfe der einbaubaren Kameraluzida angefertigten Zeichnungen, den morphologischen Chromosomenuntersuchungen. Zu den Aufnahmen stand ein Agfa Geveart Copex Ortho-Film zur Verfügung.

Ergebnisse

2.2 Chromosomenzahlen

Campanula patula: Die Chromosomenzahlen von 2n=20 und 2n=40, welche RUTLAND (1941), VAARAMA (in LÖVE und LÖVE 1948) und GADELLA (1964) veröffentlicht haben, konnten bestätigt werden. Die Ausnahme bildete eine Pflanze aus Greifenburg in Kärnten; an ihr wurde erstmals 2n=43 gezählt.

Campanula Rapunculus: Die bisher angegebene Chromosomenzahl 2n=20 (ARMAND 1912, MARCHAL 1920, LARSEN 1956) konnte in allen untersuchten Populationen bestätigt werden.

2.3 Chromosomenmorphologie

Campanula patula: Nördliche Sippe: Alle 20 Chromosomen sind metazentrisch oder submetazentrisch und der Unterschied zwischen ihnen zeigt sich nur in der Länge, deshalb ist auch die Zuordnung der homologen Chromosomen oft sehr schwierig. Das relative Verhältnis zwischen kleineren und grösseren Chromosomen konnte nicht nur in der Mitose sondern auch in der Meiose der Embryosackmutterzelle sehr deutlich gesehen werden. Die Chromosomen liegen in der Metaphase gerade oder schwach gebogen. Auffällige Abweichungen davon waren nie ersichtlich. Wie auf der Abb. 1 zu sehen ist, kann man die Chromosomen ihrer Länge nach in drei Gruppen einteilen:

8 kurze Chromosomen mit einer Länge von ca. 1,7 µ bis ca. 2,1 µ

8 mittlere Chromosomen mit einer Länge von ca. 2,2 µ bis ca. 2,7 µ

4 grosse Chromosomen mit einer Länge von ca. 2,8 µ bis ca. 3,4 µ

GADELLA (1964) hatte an nicht vorbehandeltem Material Längen von 3 µ - 4 µ als Ergebnis. Diese Daten konnten bestätigt werden. Differenzen ergaben sich durch die verschiedenen Arbeitsmethoden, so kontrahieren sich Chromosomen etwas durch Vorbehandlung mit Oxychinolin-Lösung.

In den Metaphase und Prophaseplatten wurden teilweise zwei Satellitenchromosomen beobachtet. Es handelt sich dabei um kleine runde Satelliten, die durch eine fadenförmige Sekundärstruktur mit dem kürzeren Arm eines mittelgrossen Chromosoms verbunden sind.

Die Sekundärstruktur ist oft deutlich, manchmal nur sehr schwach sichtbar. In der vorliegenden Untersuchung konnten nur bei Populationen von Dornbirn (A), Latschau (A) und Brüttisellen (CH) Satelliten gesehen werden (siehe Tabelle I).

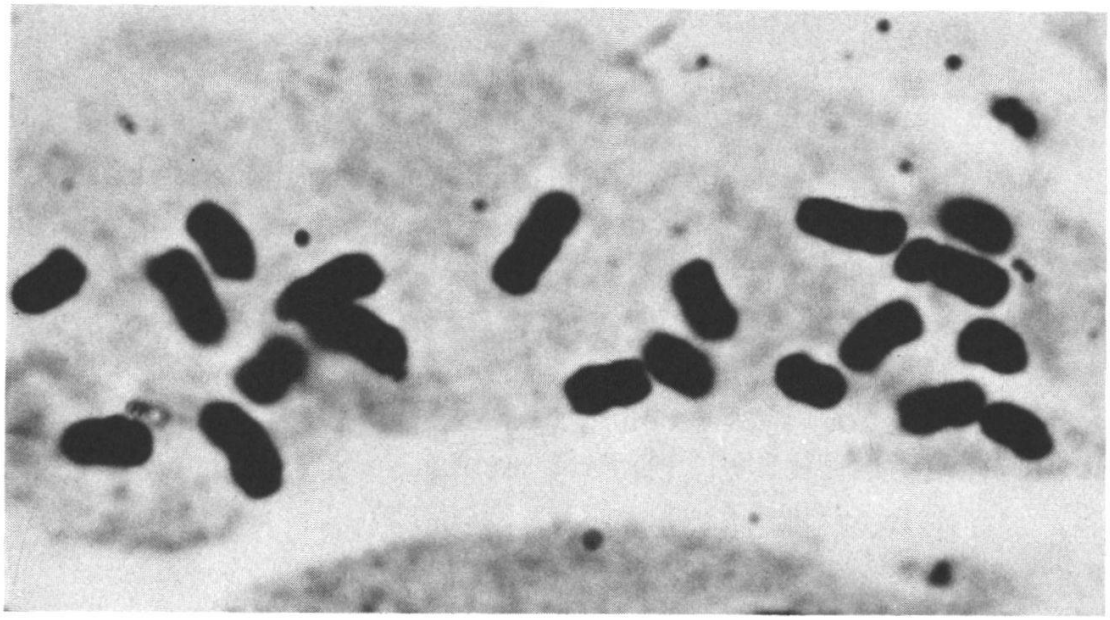


Abb.1 Mitoseplatte aus einer Knospe von Campanula patula nördliche Sippe,darunter Chromosomensatz mit 8 kurzen, 8 mittleren und 4 grossen Chromosomen.Vergrösserung ca.4000 mal.

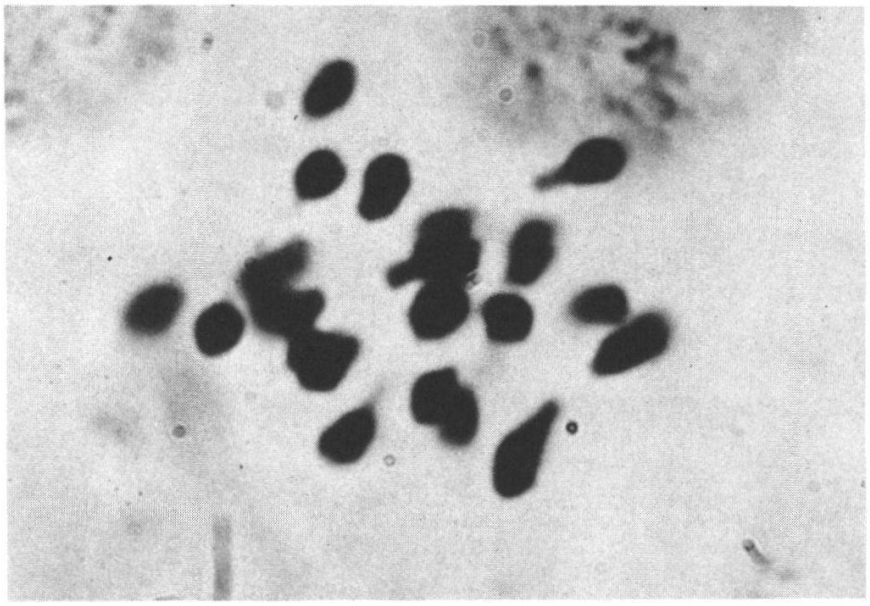


Abb.2 Campanula patula nördliche Sippe.Meiose der Embryosackmutterzelle.Vergrösserung ca.4000 mal.

Keine SAT - Chromosomen hatten die Pflanzen von Schruns (A), Nasserreith (A), Landeck (A), Strengen (A), Feldkirch (A), Salzburg (A), Rümlang (CH) und Eglisau (CH).

Bei den anderen Populationen kann nicht bestimmt gesagt werden, ob sie mit oder ohne SAT - Chromosomen sind, da die Satelliten wie erwähnt, sehr klein, verdreht oder verdeckt sind.
Von ähnlichen Fällen mit intraspezifischer Variation der Chromosomenmorphologie berichtet JONSELL (1968) in seiner Arbeit über Rorippaarten. Er beobachtete in schottischem Material von Rorippa islandica an allen Pflanzen satellitentragende Chromosomen. In Rorippa islandica anderer Herkunft waren keine Satelliten zu sehen, dagegen zeigten die Pflanzen der Rorippa austriaca immer Satellitenchromosomen.

Dieselbe Meinung, daß Veränderungen in der Chromosomenstruktur innerhalb einer Art auftreten, vertritt ebenso TEPPNER (1970) in seiner Arbeit über Karyotypen europäischer perennierender Sippen der Gramineen-Gattung Anthoxantum. An Nigella doerfleri erkannte STRID (1969) dass sich die Morphologie der satellitentragenden Chromosomen ändert, während in den äusseren Merkmalen der Pflanzen kaum nennenswerte Unterschiede auftreten.

Südliche Sippe: Wie bei der nördlichen Sippe sind auch hier alle 20 Chromosomen metazentrisch bzw. submetazentrisch, der Unterschied ist ebenso nur in der Länge der Chromosomen zu erkennen (siehe Abb. 3).
Ihrer Länge entsprechend lassen sich die Chromosomen wiederum in drei Gruppen einteilen:

6 kurze	Chromosomen mit einer Länge von	ca. 1,8 µ bis ca. 2,3 µ
12 mittlere	Chromosomen mit einer Länge von	ca. 2,4 µ bis ca. 2,9 µ
2 grosse	Chromosomen mit einer Länge von	ca. 3,1 µ bis ca. 3,4 µ

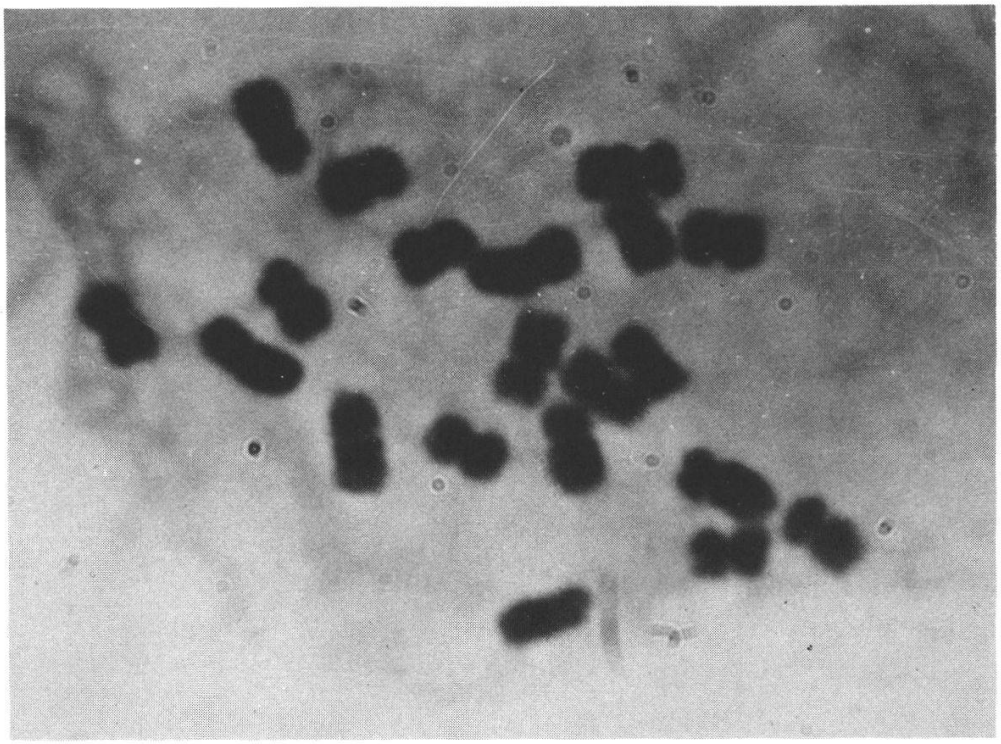


Abb.3 Mitoseplatte aus einer Knospe von Campanula patula südliche Sippe, darunter Chromosomensatz mit 6 kurzen, 12 mittleren und 2 grossen Chromosomen. Vergrösserung ca.4000 mal.

Die Gruppen sind nicht deutlich gegeneinander abgegrenzt, von klaren Unterschieden kann man nur beim Vergleich der beiden Extreme sprechen.

Die südliche Sippe ist immer mit Satellitenchromosomen ausgestattet. Die runden Satelliten hängen am kürzeren Arm von mittelgrossen submetazentrischen Chromosomen.

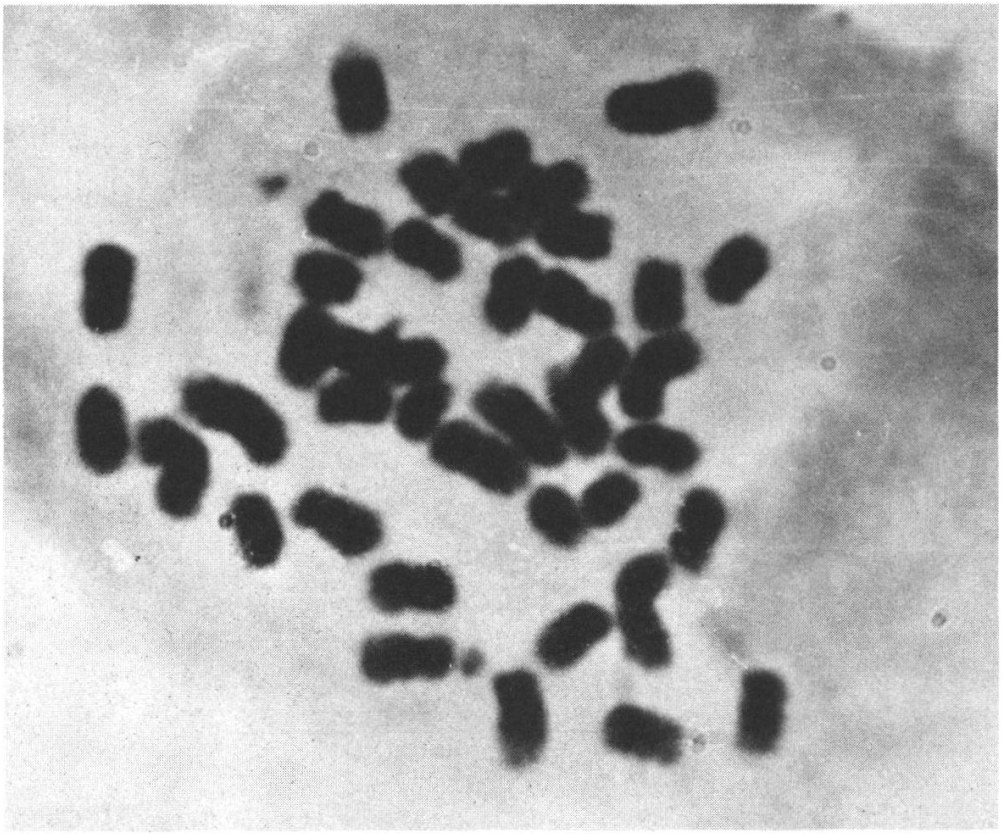
Tetraploide Sippe: Die metazentrischen und submetazentrischen Chromosomen unterscheiden sich in der Länge. Das relative Verhältnis zwischen den kleinen und grossen Chromosomen zeigt sich schon in der Meiose. Die Chromosomen sind in der Mitose meist gerade oder leicht gekrümmt. Die Einteilung der Grössengruppen ist wie folgt:
(siehe Abb.4)

14 kurze Chromosomen mit einer Länge von ca.1,5 μ bis ca.1,8 μ

20 mittlere Chromosomen mit einer Länge von ca.1,9 μ bis ca.2,5 μ

6 grosse Chromosomen mit einer Länge von ca.2,7 μ bis ca.3,6 μ

In allen Populationen dieser Sippe konnten SAT-Chromosomen gesehen werden. Interessant dabei ist, dass nur jeweils zwei Satellitenchromosomen vorhanden sind, nie vier. Diese Tatsache deutet auf eine allopolyploide Form hin. Zur Stützung dieser Annahme wird auf die grosse Zahl der kurzen Chromosomen verwiesen. Wären die längeren Chromosomen und SAT-Chromosomen häufiger, müsste man darauf schliessen, dass es sich um eine autopolyploide Form der südlichen Sippe handelt. So aber ist anzunehmen, dass die tetraploide Sippe der Campanula patula eine allopolyploide Form aus einer Kreuzung zwischen Campanula patula südlicher Sippe und Campanula patula nördlicher Sippe ohne SAT-Chromosomen darstellt.



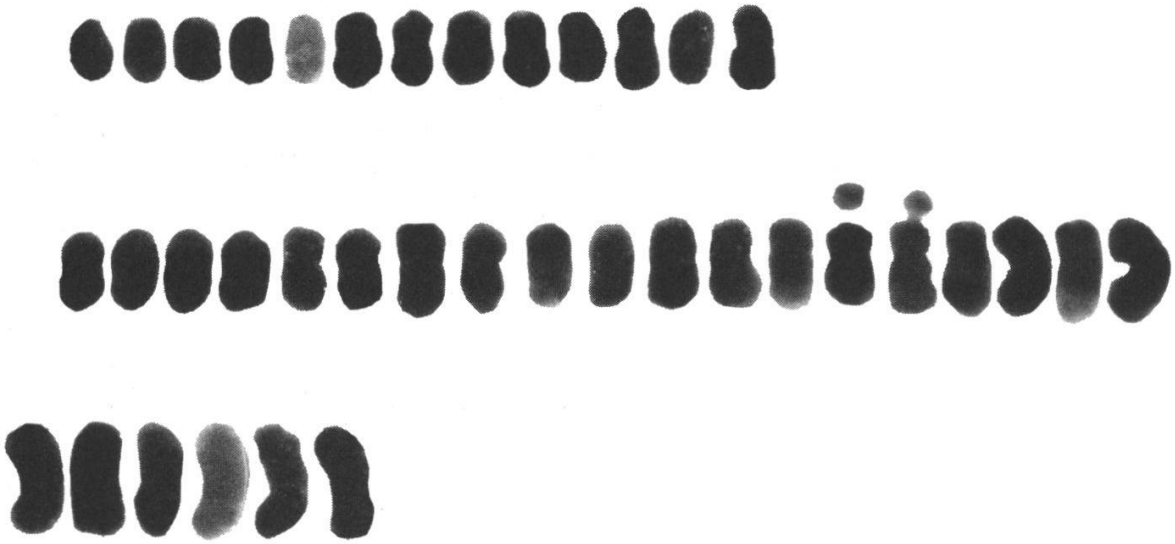


Abb.4 Mitoseplatte aus einer Knospe von Campanula patula tetraploide Sippe, darunter Chromosomensatz mit 14 kurzen, 20 mittleren und 6 grossen Chromosomen. Vergrösserung ca.4000 mal

Campanula Rapunculus: Die Untersuchungen ergaben eine einheitliche nicht variierende euploide Zahl von 2n=20. Diese 20 Chromosomen sind metazentrisch oder submetazentrisch, unterscheiden sich in der Länge und haben in der Mitose eine gerade bis leicht gekrümmte Form.

Die Einteilung in die einzelnen Längengruppen ist:
(siehe Abb. 5)

10 kurze	Chromosomen mit einer Länge von	ca. 2,7 µ bis ca. 3,5 µ
6 mittlere	Chromosomen mit einer Länge von	ca. 3,6 µ bis ca. 3,9 µ
4 grosse	Chromosomen mit einer Länge von	ca. 4,2 µ bis ca. 4,6 µ

Im Vergleich zu den Chromosomenlängen der Campanula patula-Sippen, sind die der Campanula Rapunculus wesentlich grösser.

In allen untersuchten Populationen waren jeweils zwei Satellitenchromosomen sichtbar. Die Satelliten sind klein, rund und hängen am kürzeren Arm eines mittleren, submetazentrischen Chromosoms. Die Sekundärstruktur ist in den meisten Fällen sehr gut zu erkennen.

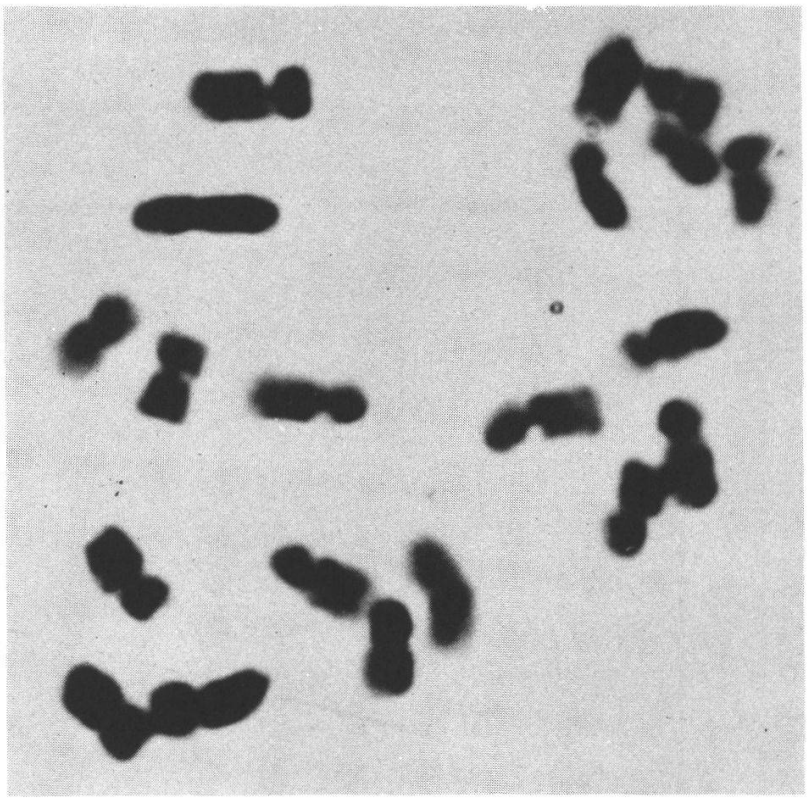


Abb.5 Mitoseplatte aus einer Knospe von Campanula Rapunculus, darunter Chromosomensatz mit 10 kurzen, 6 mittleren und 4 grossen Chromosomen.
Vergrösserung ca. 4000 mal.

Tabelle I

Chromosomenzahlen

Nr.	Art	2n	SAT	Herkunftsort	Staat, Kanton, Land	Sammler
1	Campanula	20		Scheibbs	A - Niederösterreich	H
2	patula	20		Gaflenz	A - Oberösterreich	H
3	nördliche	20		Grossraming	A - Oberösterreich	H
4	Sippe	20		Maria Trost	A - Steiermark	H
5		20		Leoben	A - Steiermark	H
6		20		St. Margareth	A - Steiermark	H
7		20		St. Georgen	A - Steiermark	H
8		20	-	Feldkirchen	A - Kärnten	H
9		20	-	Salzburg	A - Salzburg	H
10		20		Anif	A - Salzburg	H
11		20	-	Nasserreith	A - Tirol	H
12		20	-	Landeck	A - Tirol	H
13		20	-	Strengen	A - Tirol	H
14		20	+	Latschau	A - Vorarlberg	H
15		20	-	Schruns	A - Vorarlberg	H
16		20	+	Dornbirn	A - Vorarlberg	H
17		20		Fideris	CH - Graubünden	H
18		20		Seewis	CH - Graubünden	H
19		20		Vilters	CH - St. Gallen	H
20		20		Weite	CH - St. Gallen	L
21		20	+	Brüttisellen	CH - Zürich	G
22		20		Fehraltorf	CH - Zürich	H
23		20	-	Rümlang	CH - Zürich	H
24		20	-	Eglisau	CH - Zürich	H
25		20		Bulle	CH - Freiburg	H
1	Campanula	20	+	Sta. Maria	CH - Graubünden	H
2	patula	20	+	Tavanasa	CH - Graubünden	H
3	südliche	20	+	Trun	CH - Graubünden	H
4	Sippe	20	+	Olivone	CH - Tessin	H
5		20	+	Airolo	CH - Tessin	G
6		20	+	Gnosca	CH - Tessin	H
7		20	+	Lugano Mt.Bre	CH - Tessin	G
8		20	+	Cevio	CH - Tessin	H
9		20	+	Niederwald	CH - Wallis	L
10		20	+	Törbel	CH - Wallis	G

Nr.	Art	2n	SAT	Herkunftsort	Staat, Kanton, Land	Sammler
1	Campanula	40	+	St. Radegund	A - Steiermark	H
2	patula	40	+	Losenstein	A - Oberösterreich	H
3	tetra-	40	+	Gmunden	A - Oberösterreich	H
4	ploide	40	+	Mondsee	A - Oberösterreich	H
5	Sippe	40	+	Greifenburg	A - Kärnten	H
6		43	+	Greifenburg	A - Kärnten	H
7		40	+	Möllbrücke	A - Kärnten	H
8		40	+	Fuschl	A - Salzburg	H
9		40	+	Anif	A - Salzburg	H
10		40	+	St. Koloman	A - Salzburg	H
11		40	+	Niedernfritz	A - Salzburg	H
12		40	+	Tamsweg	A - Salzburg	H
13		40	+	St. Martin (im Lungau)	A - Salzburg	H
14		40	+	St. Michael (im Lungau)	A - Salzburg	H
15		40	+	Rauris	A - Salzburg	H
16		40	+	Kolsass	A - Tirol	H
17		40	+	Innsbruck	A - Tirol	H
18		40	+	Staffelach	A - Tirol	H
19		40	+	Telfs	A - Tirol	H
20		40	+	Heiterwang	A - Tirol	H
21		40	+	Schönwies	A - Tirol	H
22		40	+	Ischgl	A - Tirol	H
23		40	+	Gaschurn	A - Vorarlberg	H
24		40	+	Paluzza	I - Venezia Friuli	H
25		40	+	Enemonza	I - Venezia Friuli	H
26		40	+	Franzensfeste	I - Trentino Alto Ad.	H
27		40	+	Gossensass	I - Trentino Alto Ad.	H
1	Campanula	20	+	Toi	CH - Graubünden	G
2	Rapunculus	20	+	Malvaglia	CH - Tessin	H
3		20	+	Castione	CH - Tessin	H
4		20	+	Morcote	CH - Tessin	G
5		20	+	Stein a. Rhein	CH - Schaffhausen	H

Nr.	Art	2n	SAT	Herkunftsort	Staat, Kanton, Land	Samm-ler
6	Campanula	20	+	Eglisau	CH - Zürich	G
7	Rapunculus	20	+	Rümlang	CH - Zürich	H
8		20	+	Sisseln	CH - Basel Land	H
9		20	+	Zeiningen	CH - Basel Land	H
10		20	+	Avenches	CH - Waadt	H
11		20	+	Estavayer	CH - Freiburg	GI
12		20	+	Ollon	CH - Wallis	G
13		20	+	St. Triphon	CH - Waadt	G

In der Rubrik SAT bedeutet:
+ SAT-Chromosomen vorhanden
- keine SAT-Chromosomen vorhanden
offen: keine sicheren Beobachtungen von SAT-Chromosomen

In der Rubrik Sammler bedeuten die Abkürzungen folgende Namen:
L Landolt Elias
GI Gigon Andreas
G Grossmann Fritz
H Hauser Margit

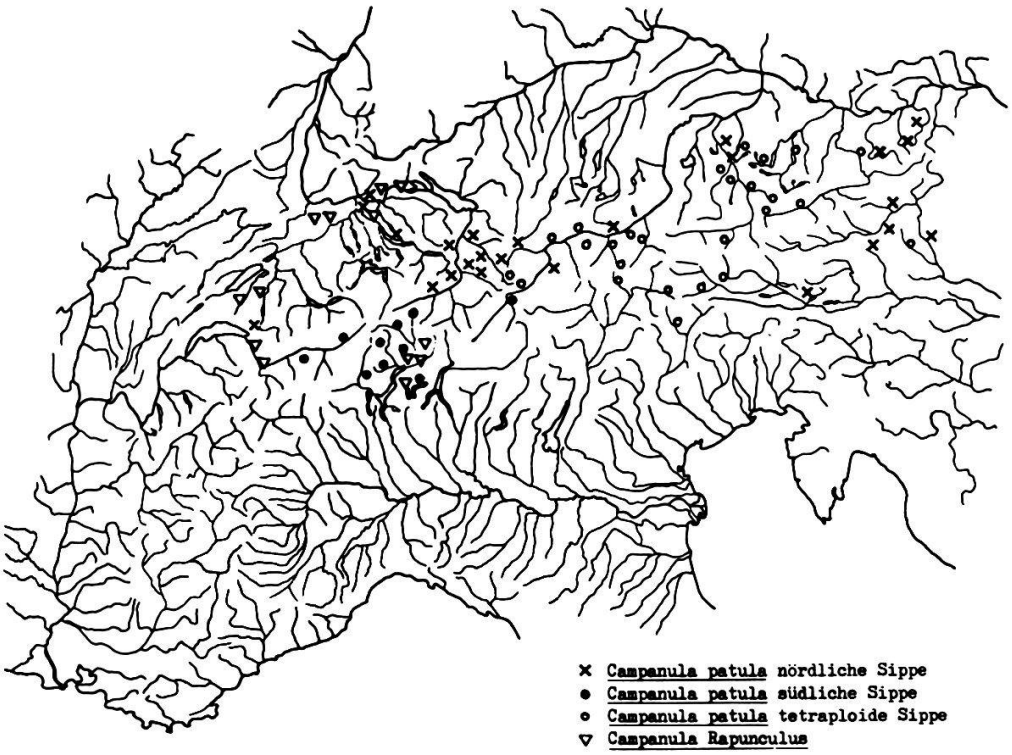


Abb. 6 Karte der zytologisch überprüften Populationen von Campanula patula und Campanula Rapunculus

3. Morphologische Untersuchungen

3.1 Material und Methoden

Die morphologischen Untersuchungen erstreckten sich auf wildgewachsene, kultivierte und gepresste Pflanzen. Von den schon seit 1967 bekannten und neu gefundenen Standorten wurden hauptsächlich zwischen 1969 und 1971 von jeder Population mindestens 10 Exemplare an Ort und Stelle überprüft.

Die Messungen an Kelch und Krone erfolgten dabei immer an endständigen gerade geöffneten Blüten der Haupttriebe.

Um über die Beibehaltung oder Veränderung von Merkmalen genauen Aufschluss zu erlangen, wurden die Samen von Pflanzen verschiedener Standorte 1967-1970 unter gleichen Bedingungen im Gewächshaus des Geobotanischen Institutes kultiviert. Angaben über die Aufzucht finden sich bei KINZEL (1926) und CROOK (1951).

Die Keimung der Samen erfolgte auf befeuchtetem Filterpapier. Zur Zeit der Keimung hatte das Gewächshaus eine konstante Tages- und Nachttemperatur von 25° bzw. 15°C. Die Beleuchtung (d.h. natürliches Tageslicht und Zusatzbeleuchtung in den Herbst- und Wintermonaten) betrug dabei 14 Stunden, die Luftfeuchtigkeit 80%. Das Aussetzen der Kulturpflanzen in den Institutsgarten erfolgte anfangs April.

Neben den lebenden Pflanzen wurde auch Herbarmaterial mehrerer Herbarien (siehe Herbarliste Seite 48) einer Prüfung unterzogen.

3.2 Untersuchungsergebnisse

Wenn in den einzelnen Pflanzenteilen keine Unterschiede zu erkennen sind, werden im folgenden die Campanula patula Sippen nicht getrennt behandelt.

3.2.1 Wurzeln

Campanula patula: Die Hauptwurzel ist spindelförmig, dünn, weiss und teilweise holzig, ihre Länge variiert entsprechend den jeweiligen Bodenverhältnissen.

Campanula Rapunculus: Die Wurzel ist fleischig, dick und rübenförmig, die Wurzellänge hängt auch hier von den Bodenverhälnissen ab.

3.2.2 Stengel

Campanula patula: Der Stengel ist aufrecht, stumpfkantig, verzweigt und beblättert. An ausgesprochen schattigen Standorten entwickeln die Pflanzen oft auffallend dünne Stengel und Seitentriebe. Die Höhe des Stengels ergibt sich aus den ökologischen Bedingungen und schwankt zwischen 20 und 90 cm. Augenscheinlich wurde dies bei den Kulturpflanzen, die ohne Konkurrenz aufwachsen konnten. Die Exemplare waren meistens kräftiger und höher als die Elternpflanzen in der Natur.

Campanula Rapunculus: Der Stengel ist aufsteigend, aufrecht, stumpfkantig, verzweigt und beblättert. Die Stengelhöhe variiert je nach den äusseren Einflüssen und liegt zwischen ca. 30 cm und ca. 1,20 m.

3.2.3 Grundblätter

Campanula patula: Die Rosettenblätter sind verkehrt eilanzettlich, gestielt, länglich und am Blattrand flachgekerbt. In der Blütezeit welken sie so stark, dass die effektive Grösse nicht mehr zu messen ist. Die Messungen (siehe Abb.7) der Grundblätter im Zeitpunkt der vollentwickelten Rosette an Kulturpflanzen, ergaben für das grösste Blatt folgende Werte:

Blattlänge:	nördliche Sippe	von 5,00 cm	bis 12,60 cm
	südliche Sippe	von 5,20 cm	bis 10,80 cm
	tetraploide Sippe	von 4,20 cm	bis 9,30 cm
Blattspreitenlänge:	nördliche Sippe	von 2,30 cm	bis 8,80 cm
	südliche Sippe	von 3,70 cm	bis 7,70 cm
	tetraploide Sippe	von 1,00 cm	bis 5,30 cm
Blattbreite:	nördliche Sippe	von 1,30 cm	bis 3,20 cm
	südliche Sippe	von 1,60 cm	bis 2,90 cm
	tetraploide Sippe	von 1,00 cm	bis 2,50 cm

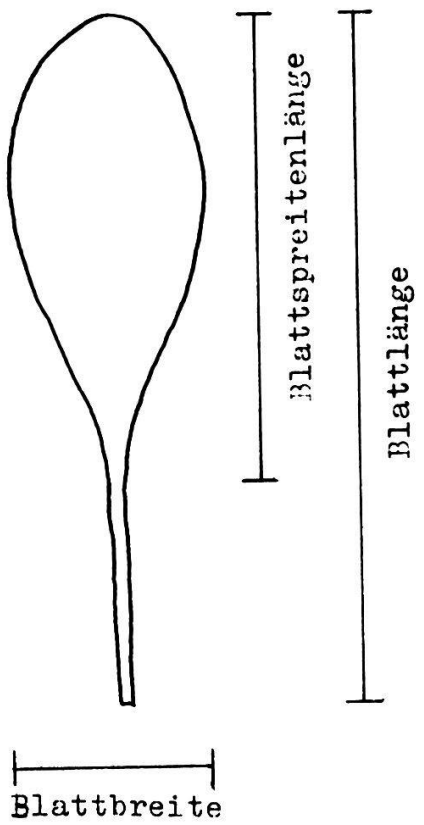


Abb.7

Blattlänge: gemessen von der Blattspitze, entlang dem Hauptnerv bis zur Bodenoberfläche.

Blattspreitenlänge: von der Blattspitze, entlang dem Hauptnerv bis zum Stengel bzw. zur Stelle der stärksten Verschmälerung der Blattspreite am Übergang zum Stengel.

Blattbreite: gemessen an der breitesten Stelle der Spreite.

Die Messwerte der tetraploiden Sippe entsprechen nicht ganz den Werten in der Natur, weil sich diese Sippe, wie noch im ökologischen Kapitel beschrieben wird, in kalkhaltiger Erde offensichtlich nicht so gut entwickelt. Im sterilen Zustand lassen sich die Campanula patula-Sippen durch die angeführten Messungen an den Rosettenblättern nicht eindeutig identifizieren.

Campanula Rapunculus: Die Grundblätter sind gestielt, oval bis verkehrteilanzettlich und am Blattrand flach gekerbt. Im Gegensatz zu Campanula patula sind die Rosettenblätter während der Blüte oft noch vorhanden und unverwelkt.

Die Messgrössen betragen hier für die

Blattlänge	von 5,70 cm	bis	12,90 cm
Blattspreitenlänge	von 2,00 cm	bis	7,10 cm
Blattbreite	von 1,00 cm	bis	3,90 cm

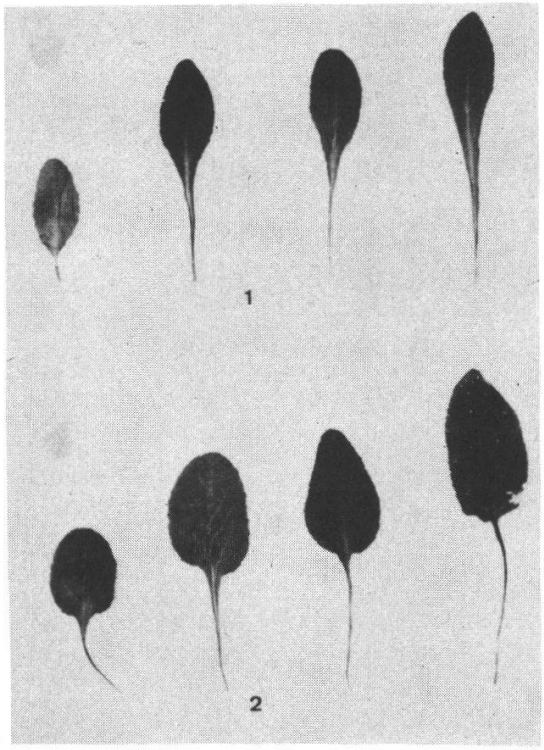


Abb. 8
In der Abbildung ist die Variabilität der Blätter einer Rosette von
1 Campanula patula und
2 Campanula Rapunculus
sowie der Unterschied in ihrer Form gut erkennbar
Abbildung ca. 1/3 der natürlichen Grösse.

3.2.4 Stengelblätter

Campanula patula: Die Laubblätter sitzen am Stengel, sind wechselständig und ändern ihre Form und Länge von unten nach oben. Im unteren Teil des Stengels sind die Blätter noch verkehrteilanzettlich, in der Mitte kurz gestielt, länglich und im oberen Stengelabschnitt lineal.

Entsprechend ändert sich auch der Blattrand, im unteren Stengelteil ist er gekerbt, in der Mitte schwach gezähnt und am oberen Stengelende ganzrandig.

Die Ganzrandigkeit der Blätter im oberen Stengelabschnitt ist bei der nördlichen und tetraploiden Sippe zu finden, während die südliche Sippe bei den obersten Blättern noch eine ausgeprägte Zähnung zeigt.
Messungen der Blätter ca. 10 cm unter der obersten Blüte am Haupttrieb gaben folgende Werte, die angeführten Mittelwerte entsprechend der grössten Häufigkeit:

Nördliche Sippe:	Längen von 0,8 cm - 2,0 cm	im Mittel von 1,2 cm.
	Breiten von 0,2 cm - 0,6 cm	im Mittel von 0,3 cm.
Südliche Sippe:	Längen von 1,1 cm - 2,1 cm	im Mittel von 1,5 cm.
	Breiten von 0,2 cm - 0,6 cm	im Mittel von 0,4 cm.
Tetraploide Sippe:	Längen von 0,8 cm - 2,3 cm	im Mittel von 1,7 cm.
	Breiten von 0,2 cm - 0,8 cm	im Mittel von 0,4 cm.

Der Unterschied zwischen den einzelnen Sippen wird dann deutlicher, wenn das Verhältnis Blattlänge : Blattbreite errechnet wird.
Die Verhältniszahlen, welche mit den angeführten Mittelwerten gebildet wurden betragen für die nördliche Sippe 4,1 für die südliche Sippe 4,6 und für die tetraploide Sippe 5.

Die Tragblätter der Blütenstiele liegen bei allen Sippen meistens über der Mitte der Seitenzweige.

Campanula Rapunculus: Die Stengelblätter sind sitzend, wechselständig und ändern ihre Form und Länge von unten nach oben. Am unteren Stengelende sind sie eilanzettlich und gekerbt, gegen oben lineal und ganzrandig.
Die Blätter gemessen 10 cm unter der obersten Blüte am Haupttrieb haben eine Länge von 0,5 - 1,0 cm im Mittel 0,7 cm, und eine Breite von 0,1 - 0,3 cm im Mittel 0,2 cm. Die Verhältniszahl Blattlänge : Blattbreite beträgt ca. 3,5.
Die Tragblätter der Blütenstiele liegen nahe dem Grund der Seitenzweige.

3.2.5 Blütenstand

Campanula patula: Lockere, manchmal fast trugdoldige, oft auch armblütige Rispen bilden den Blütenstand.

Campanula Rapunculus: Der Blütenstand wird von einer schmalen, pyramidenförmigen, fast traubigen Rispe gebildet. Gegenüber der Campanula patula ist sie immer reichblütig.

3.2.6 Kelche

Campanula patula: Die drei Sippen unterscheiden sich in der Länge und im Aussehen der Kelchzipfel während der Blüte.

Länge der Kelchzipfel: (siehe Abb. 10)

nördliche Sippe	0,3 cm - 1,1 cm	(Mittel 0,8 cm)
südliche Sippe	0,9 cm - 2,2 cm	(Mittel 1,4 cm)
tetraploide Sippe	0,4 cm - 1,8 cm	(Mittel 1,2 cm)

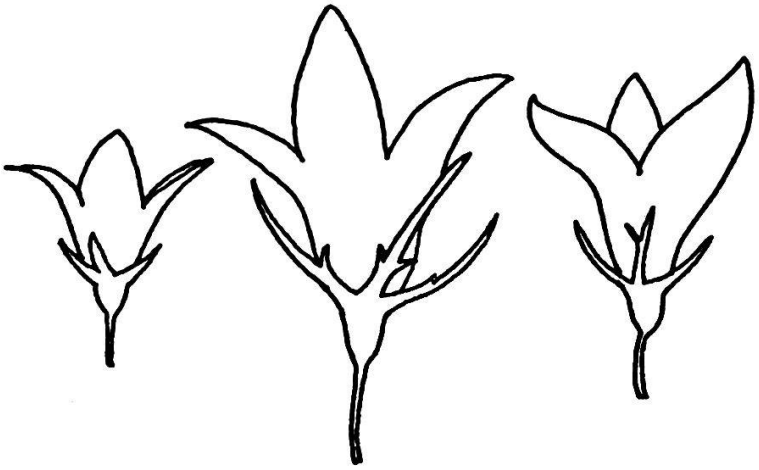
Die Kelchzipfel sind pfriemlich lanzettlich und können bei allen Sippen Zähnchen haben. Die Grösse der Zähnchen hat sich als taxonomisch wertvoll erwiesen, doch ist, wie in der Einleitung beschrieben, darauf zu achten, dass nur die endständigen Blüten der Haupttriebe miteinander verglichen werden.

Nördliche Sippe: Die Kelchzipfel sind meist ganzrandig. Kommen Zähnchen vor, dann sind diese nie länger als 0,5 mm. Man findet 2 Zähnchen pro Zipfel.

Südliche Sippe: Die Kelchzipfel sind mehr oder weniger stark gezähnt. An einem Kelchzipfel kommen ein oder mehrere Zähnchen vor, die grösser als 0,5 mm sind. Es ist aber durchaus möglich, nur an einem der fünf Kelchzipfel einer Blüte längere Zähnchen zu beobachten. Die anderen Kelchzipfel können daneben nur kleinere Zähnchen haben. Das Merkmal der Zähnchen über 0,5 mm wurde bei 90 % aller untersuchten Pflanzen festgestellt.

Tetraploide Sippe: Meistens sind die Kelchzipfel ganzrandig oder haben ein bis zwei Zähnchen, die länger als 0,5 mm werden können. Dieses Merkmal der längeren Zähnchen trugen ca. 60 % aller untersuchten tetraploiden Pflanzen, vorwiegend in Gebieten, in denen Genintrogressionen durch die südliche Sippe erfolgt sind. Der Rest der untersuchten Blüten hatte kleinere oder überhaupt keine Zähnchen.

Populationen, in denen keine Kelchzähnchen vorkommen, sind, wenn auch selten, möglich und können in allen Sippen in Erscheinung treten. Davon berichten schon im Jahre 1785 PAULA-SCHRANK und MOLL. In der Anmerkung zur Beschreibung von Campanula patula heisst es:
"Calyx ad basin laciniarum utrinque denticulo livido, sagt Linné - nullos denticulos observare potui - gibt Pollich zurück-.....".



Die Abb. 9 zeigt links eine Blüte der nördlichen, in der Mitte eine Blüte der südlichen und rechts eine Blüte der tetraploiden Sippe von Campanula patula.

Campanula Rapunculus: Die Kelchzipfel gleichen in der Form und im Aussehen denen der Campanula patula nördliche Sippe. Die Länge der Kelchzipfel beträgt 0,5 cm - 1,3 cm wobei das Mittel bei 0,8 cm liegt. Viele Blüten haben an den Kelchzipfeln Zähnchen, die aber nie grösser als 0,5 mm werden. Das Diagramm auf der folgenden Seite zeigt die Unterschiede der Kelchzipfellängen der einzelnen Sippen von Campanula patula und Campanula Rapunculus.

3.2.7 Blütenkronen

Campanula patula: Die langgestielten Blüten sind aufrecht und die Krone ist bei Sonnenschein weit geöffnet, bei Dunkelheit bzw. stark bewölktem Himmel nicken und schliessen sich die Blüten. Die Krone ist glockenförmig, die fünf Kronblätter eilanzettlich und höchstens bis zur Mitte verwachsen. Die freien Kronblätter biegen sich zurück. Die Farbe des Perigons ist einheitlich violett bis blauviolett, nur ab und zu haben tetraploide Pflanzen innen im Perigon eine etwas dunklere Farbe als aussen.

Die Unterschiede zwischen den drei Sippen liegen in den Kronlängen sowie in den Längen und Breiten der freien Kronzipfel. (siehe Abb. 11, 12, 13)

Kronlängen:	nördliche Sippe:	1,4 - 2,9 cm;	im Mittel 2,3 cm.
	südliche Sippe:	1,6 - 3,4 cm;	im Mittel 2,7 cm.
	tetraploide Sippe:	2,0 - 3,7 cm;	im Mittel 3,0 cm.
Kronzipfellängen:	nördliche Sippe:	0,9 - 2,0 cm;	im Mittel 1,4 cm.
	südliche Sippe:	0,9 - 2,3 cm;	im Mittel 1,5 cm.
	tetraploide Sippe:	1,1 - 2,4 cm;	im Mittel 1,8 cm.
Kronzipfelbreiten:	nördliche Sippe:	0,4 - 1,1 cm;	im Mittel 0,6 cm.
	südliche Sippe:	0,4 - 1,1 cm;	im Mittel 0,8 cm.
	tetraploide Sippe:	0,5 - 1,2 cm;	im Mittel 0,8 cm.

Die Mittelwerte haben auch hier die grösste Häufigkeit. Ausgehend von diesen Messungen, wurden zur besseren Unterscheidung folgende Verhältniszahlen berechnet.

Tabelle II: Verhältniszahlen Kronlänge:Kelchzipfellänge

Kronlänge : Kelchzipfellänge	Grenzen	Bei 80 % liegt die Zahl zwischen
nördliche Sippe:	2,2 - 5,4	2,7 - 4,1
südliche Sippe:	1,1 - 2,7	1,4 - 2,3
tetraploide Sippe:	1,7 - 4,5	1,9 - 3,5

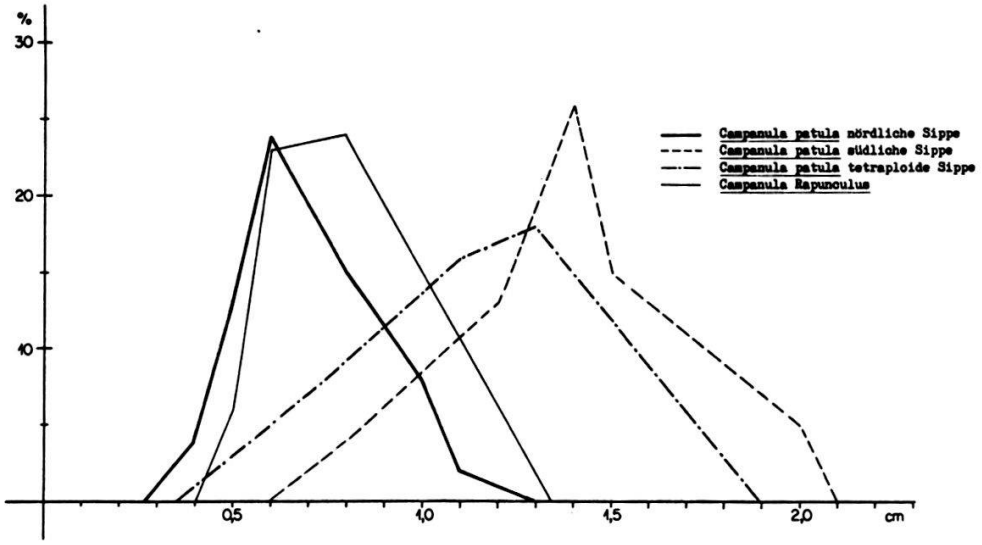


Abb. 10 Kelchzipfellängen

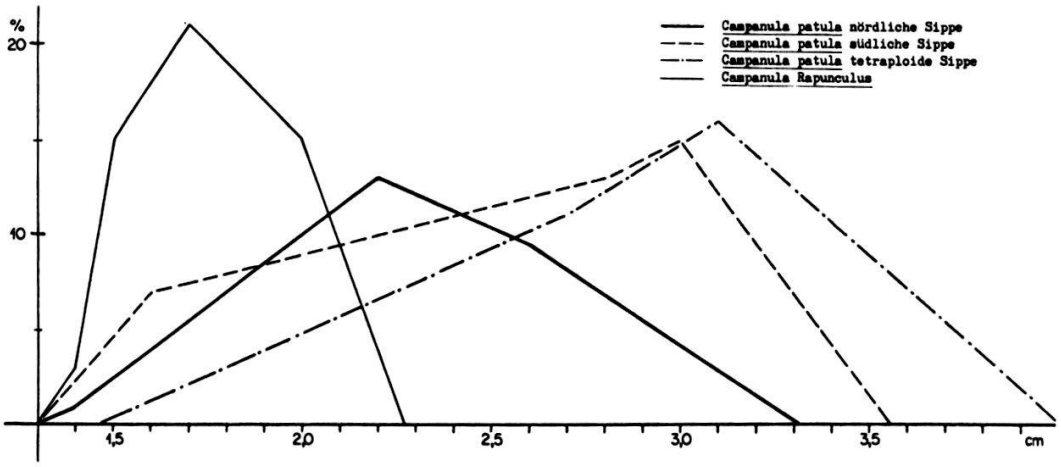


Abb. 11 Kronlängen

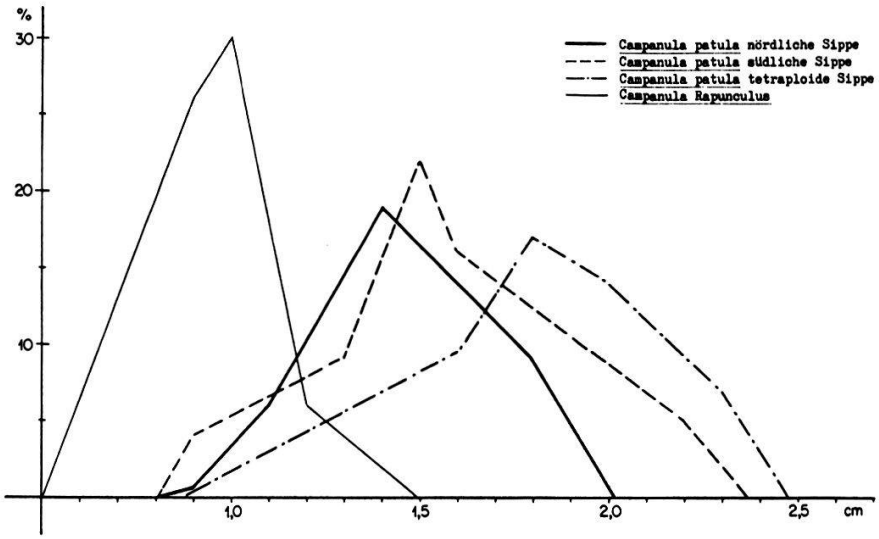


Abb. 12 Kronzipfellängen

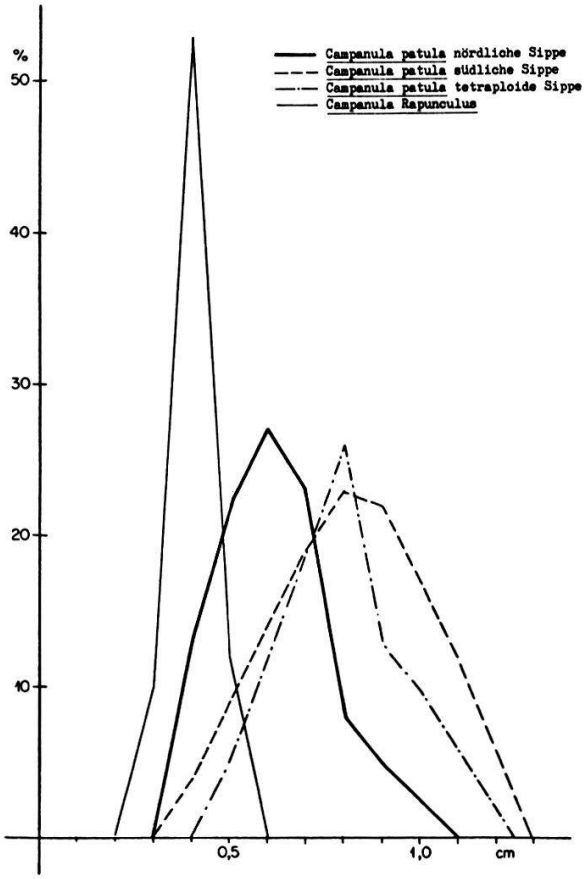


Abb. 13 Kronzipfelbreiten

Tabelle III : Verhältniszahlen Kronzipfellänge:Kelchzipfellänge

Kronzipfellänge:Kelchzipfellänge	Grenzen	Bei 80 % liegt die Zahl zwischen
nördliche Sippe:	1,2 - 3,5	1,5 - 2,5
südliche Sippe:	0,7 - 1,5	0,9 - 1,3
tetraploide Sippe:	1,0 - 2,7	1,1 - 1,9

Die ersten in der Tabelle angeführten Verhältniszahlen sind Grenz- bzw. Extremwerte, zwischen welchen die Zahlen liegen. In der zweiten Gruppe sind die Werte angeführt, welche am häufigsten vorkommen.

Campanula Rapunculus: Die trichterförmige blauviolette Glocke ist ebenfalls aufrecht, aber weniger offen als die der Campanula patula. Bei Dunkelheit und Regen schliessen sich die Blüten, die Blütenstiele bleiben aufgerichtet.

Die fünf Kronblätter sind eilanzettlich und meistens bis zur Mitte verwachsen.

Die Kronlänge misst zwischen 1,4 und 2,2 cm (Mittel 1,7cm
Die Kronzipfellänge misst zwischen 0,8 und 1,4 cm (Mittel 1,0cm
Die Kronzipfelbreite misst zwischen 0,3 und 0,5 cm (Mittel 0,4cm

Die Verhältniszahlen sind für Kronlänge:Kelchzipfellänge
1,6 - 3,4 (Extreme) 1,7 - 2,8 (80 %)
für Kronzipfellänge : Kelchzipfellänge
0,8 - 1,8 (Extreme) 0,9 - 1,1 (80 %)

Andere Verhältniszahlen wie z. B. Kronzipfellänge : Kronzipfelbreite gaben weder bei den Sippen der Campanula patula Unterschiede, noch zeigte sich ein nennenswerter Unterschied zwischen den Sippen der Campanula patula zu der Campanula Rapunculus.
Die folgenden Abbildungen zeigen Blüten von der nördlichen, südlichen und tetraploiden Campanula patula und von der Campanula Rapunculus. Dabei sind die Unterschiede deutlich zu erkennen.

Abb.14
Campanula patula
nördliche Sippe

Abb.15
Campanula patula
südliche Sippe

Abb.16
Campanula patula
tetraploide Sippe

Abb.17
Campanula Rapunculus

3.2.8 Griffel und Staubblätter

Campanula patula: Die Griffel sind oben in drei Griffeläste gespalten, die sich erst nach Entfaltung der Blüte teilen. Aussen ist der Griffel mit kurzen Fegehaaren bedeckt, die den bereits in der Knospe gereiften Pollen aufnehmen. Genauso sind die Griffeläste an der Innenseite behaart. Blühen die Pflanzen schon längere Zeit, dann biegen sich die Narbenschenkel ganz zurück und rollen sich nach aussen ein, sodass sie mit den Pollen in Berührung kommen können. Frühere Autoren waren der Ansicht, verschiedene Arten der Gattung Campanula seien autogam. GADELLA (1964) stellte Versuche über Selbstfertilität bzw. Selbststerilität an und fand, dass keine der isolierten Blüten von diploider Campanula patula 2n=20 Samen bildeten.

Dagegen erwies sich eine Gruppe der tetraploiden Campanula patula 2n=40 als selbstfertil.

Ähnliche Versuche wurden an Kulturpflanzen im Versuchsgarten des Geobotanischen Institutes der ETH wiederholt.

Zu diesem Zweck sind einige Knospen mit Plastiksäckchen so abgedeckt worden, dass eine Befruchtung von aussen unmöglich war.

Die neun isolierten Blüten der diploiden Campanula patula, bildeten keine Samen, während von den 18 isolierten Blüten der tetraploiden Campanula patula zwei Samen bildeten. Diese Samen waren aber schlecht entwickelt und so wurde auf die Keimfähigkeitsprüfung verzichtet.

Die Griffelfarbe ist bei den diploiden Sippen hellviolett bis blau, die tetraploide Sippe hat öfters dunklere Farbtöne.

Die Messungen der Griffeläste ergaben folgende Längen:

nördliche Sippe	0,3 - 0,9 cm;	im Mittel 0,6 cm,
südliche Sippe	0,4 - 1,0 cm;	im Mittel 0,8 cm,
tetraploide Sippe	0,4 - 1,1 cm;	im Mittel 0,8 cm.

Die Staubblätter der Campanula patula haben gegen die Filamentbasis eine halbkreisförmige, schuppenähnliche Verbreiterung, welche an den Rändern behaart ist. Diese fünf Schuppen bilden über dem Blütenboden eine leicht gewölbte Kuppel.
Die Staubblätterlängen betragen:
nördliche Sippe 0,4 - 0,9 cm; im Mittel 0,6 cm,
südliche Sippe 0,4 - 0,9 cm; im Mittel 0,8 cm,
tetraploide Sippe 0,5 - 1,0 cm; im Mittel 0,7 cm.

Das Verhältnis Griffeläste : Staubblätter errechnet mit den angeführten Mittelwerten ergab folgende Werte:
nördliche Sippe = 1,0; südliche Sippe = 1,0; tetraploide Sippe = 1,1.

Campanula Rapunculus: Die Griffel sind oben in drei Griffeläste gespalten, die sich erst dann teilen, wenn die Blüte voll entwickelt ist. Der blauviolette Griffel hat an der Aussenseite kurze Haare, die den in den Knospen gereiften Pollen der Staubblätter aufnehmen. Die Innenseite der Griffeläste ist ebenfalls kurz behaart.

Versuche auf Selbstfertilität hatten wie bei GADELLA (1964) ein negatives Ergebnis. Von zehn isolierten Blüten im Versuchsgarten, bildete keine Samen.

Die Staubblätter sind gegen den Blütenboden verbreitert, bilden eine Schuppe die am Rand behaart ist. Die fünf Schuppen formen sich über dem Blütenboden zu einer Kuppel.

Die Griffeläste sind entweder kürzer oder gleich lang wie die Staubblätter.

Die Messwerte für die Längen betragen:
Griffeläste 0,2 - 0,4 cm; im Mittel 0,3 cm.
Staubblätter 0,6 - 0,7 cm; im Mittel 0,7 cm.

Die Verhältniszahl Griffeläste : Staubblätter = 0,4

Die Abb. 18 auf der folgenden Seite zeigt die Staubblätterlängen der Campanula patula nördliche, südliche und tetraploide Sippe sowie der Campanula Rapunculus.

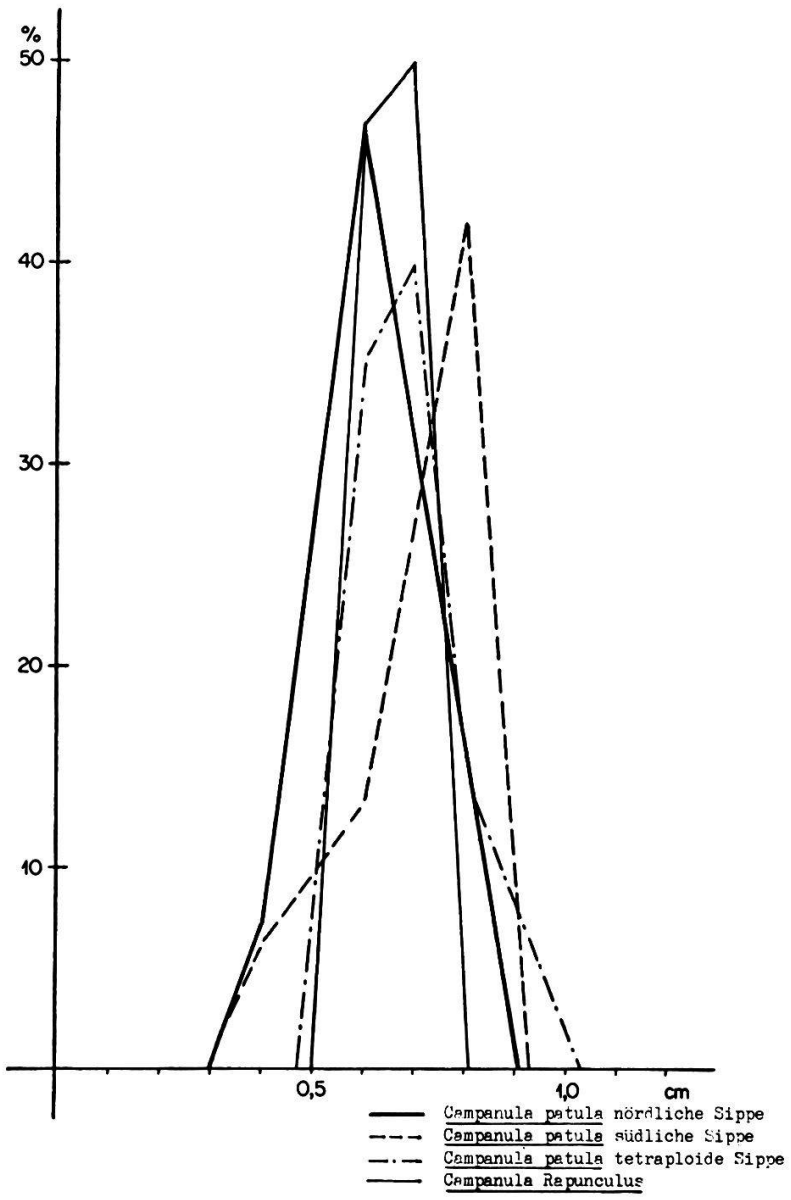


Abb. 18 Staubblattlängen

3.2.9 Pollen

Das zur Pollenuntersuchung notwendige Material wurde aus lebenden (gesammelten und kultivierten) Pflanzen bzw. Herbarexemplaren gewonnen. Die Pollen stammen immer von der Griffelaussenseite. Vor der mikroskopischen Betrachtung kamen sie vom lebenden Material in eine 1 % Karmin-Essigsäure-Lösung, während die Herbarpollen zum Quellen 1/4 Stunde ins Wasser gelegt wurden.

Von jedem Präparat wurden 150 Pollen gemessen und auf Fertilität geprüft. Die Zählung der fertilen Pollen war relativ leicht durchzuführen, da sich diese gut gefärbt haben. Ebenso zeigte das ungefärbte Herbarmaterial deutliche Unterschiede zwischen normal ausgebildeten fertilen und verkümmerten sterilen Pollen.

Die Pollen sind in allen Sippen rund und haben eine stachelige Exine, an der man die Austrittstellen der Pollenschläuche erkennen kann. Die nördliche und südliche Sippe hat meistens drei solcher Öffnungen, die tetraploide Sippe kann auch vier Austrittstellen aufweisen. Eine Relation zwischen Ploidiegrad und Anzahl der Öffnungen für den Pollenschlauch beobachtete HARA (1969) an einigen asiatischen Pflanzenarten.

Die Fertilität der Pollen liegt um 90 %, wobei es vorkommen kann, dass sie etwas unter 80 % sinkt oder über 90 % bis zu 100 % steigt. Die Pollenfarbe ist gelb. Ein gewisser Zusammenhang ist zwischen der Pollengrösse und dem Ploidiegrad festzustellen.

Der Pollendurchmesser der nördlichen und südlichen Sippe, also der diploiden Campanula patula ist fast gleich und liegt zwischen den Extremwerten von 24,75 µ und 49,50 µ, der Durchmesser liegt jedoch von 70 % aller Pollen im Bereich von 33,00 µ und 38,50 µ.

Die tetraploide Sippe hat Extremwerte von 30,25 µ und 52,25 µ, 75 % aller Pollen hatten einen Durchmeser, der im Bereich von 35,75 µ und 41,25 µ liegt. (Vergleiche auch Tabelle IV und Abb. 19 und 20). Eine schwache Verschiebung der Grössenordnung um eine Klasse, d. s. 2,75 µ nach unten konnte beim Herbarmaterial festgestellt werden.

Tabelle IV: Durchmesser der Pollenkörner in µ

Art und Herkunftsort	Chromo - somenzahl	je 15o Pollenkörner gegliedert nach ihrem Durchmesser (µ)										Mittel
		27,5o	3o,25	33,oo	35,75	38,5o	41,25	44,oo	46,75	49,5o	52,25	
Campanula patula nördliche Sippe Kulturpflanze von Weite (CH)	2n = 2o	9	24	67	48	1		1				33,1o
Campanula patula südliche Sippe Kulturpflanze von Airolo (CH)	2n = 2o	6	22	45	62	13	1	1				34,2o
Campanula patula tetraploide Sippe Kulturpflanze von Mondsee (A)	2n = 4o			1	17	39	72	17	4			4o,3o
Campanula Rapunculus Kulturpflanze von Untersiggenthal (CH)	2n = 2o					1	6	45	72	25	1	46,1o
Campanula patula nördliche Sippe Herbarpflanze von Leoben (A)	2n = 2o	3	29	77	37	4						33,1o
Campanula patula südliche Sippe Herbarpflanze von Cevio (CH)	2n = 2o	1	21	37	54	22	13	2				35,oo
Campanula patula tetraploide Sippe Herbarpflanze von Möllbrücke (A)	2n = 4o			5	7o	72	3					37,2o
Campanula Rapunculus Herbarpflanze von Stein a.Rhein (CH)	2n = 2o					25	97	28				41,4o

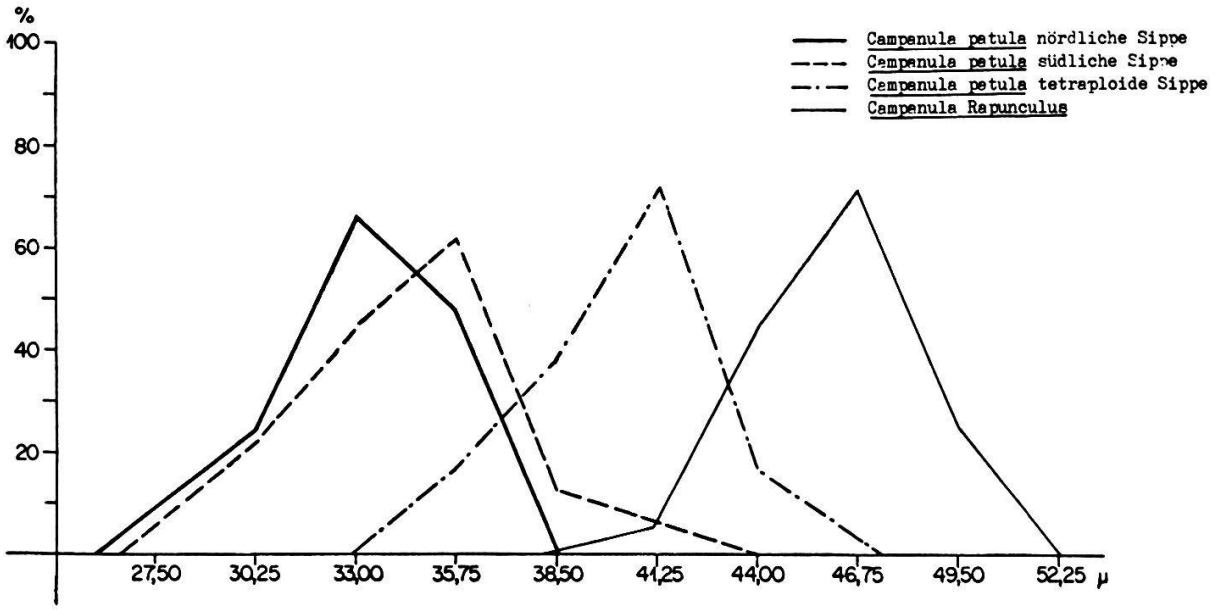


Abb. 19 Pollendurchmesser der in der Tabelle angegebenen Populationen (lebendes Material)

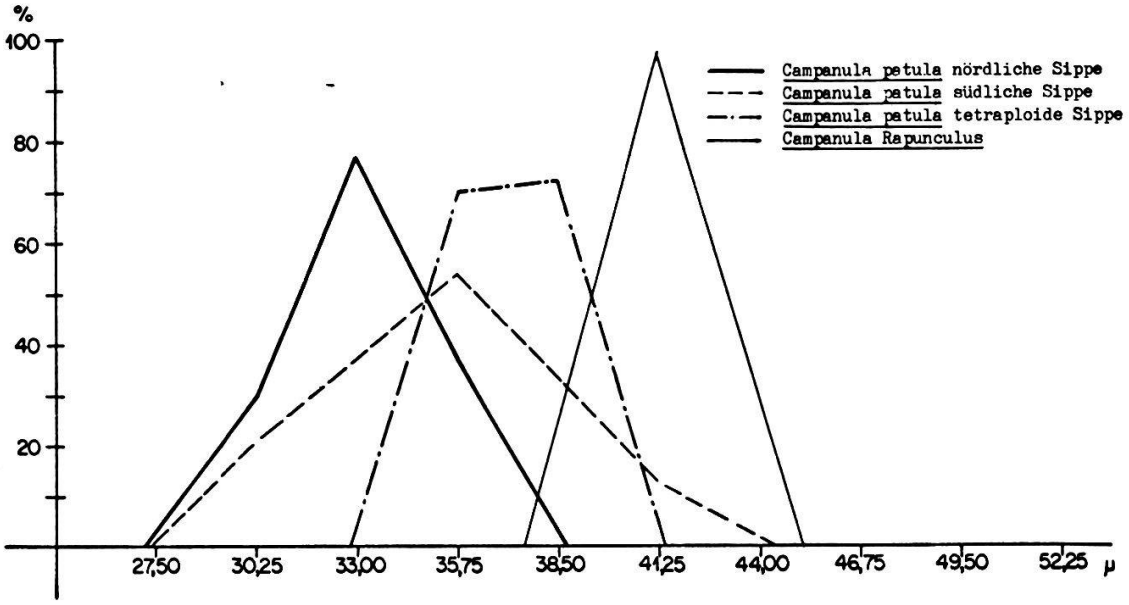


Abb. 20 Pollendurchmesser der in der Tabelle angegebenen Populationen (Herbarmaterial)

Campanula Rapunculus: Die Pollen gleichen in Form und Grösse denen der Campanula patula tetraploide Sippe. Auch hier findet man ab und zu vier Öffnungen für den Pollenschlauch. Die Pollenfarbe ist gelb bis türkis.

Wie bei Campanula patula liegt die Fertilität der Pollen um 90 %. Die Grenzen der Pollendurchmesser liegen zwischen 35,75 µ und 52,25 µ . Die meisten Pollen (80 %) hatten einen Durchmesser im Bereich von 38,50 µ und 44,00 µ . Gegenüber dem lebenden Material waren auch hier die Herbarpollen um eine Klasse d. s. 2,75 µ kleiner.

3.2.10 Früchte

Campanula patula: Die Kapseln stehen aufrecht, im oberen Drittel befinden sich drei Löcher, die sich bei der Samenreifung öffnen. Die Länge der Kapsel ist ca. 0,4 - 0,7 cm, die Breite 0,3 - 0,5 cm. In einer Kapsel sind ca. 300 - 400 Samen enthalten.

Campanula Rapunculus: Die Früchte unterscheiden sich nicht nennenswert von denen der Campanula patula.

3.2.11 Samen

Campanula patula: Die Samen haben in allen Sippen die gleiche Form und das gleiche Aussehen. Sie sind ellipsoidisch, meist mit einer Leiste und kleinen Vertiefungen. Der längere Durchmesser beträgt ca. 0,5 mm. Die Oberfläche ist glänzend und von brauner Farbe.

Campanula Rapunculus: Wie die Früchte gleichen auch die Samen sowohl im Aussehen als auch in der Grösse denen der Campanula patula.

3.2.12 Behaarung

Campanula patula: Die Behaarung wird als standortbedingt angesehen (WITASEK 1902) und lässt sich taxonomisch nur in bestimmten Fällen verwenden. Oft treten nämlich kahle und behaarte Pflanzen am selben Standort nebeneinander auf. Dieses eigenartige Verhalten hat auch MURR (1898) und DAMBOLDT(1965) an anderen Campanula Arten beobachtet. Da HEINRICHER (1885) die bei den kahlen Pflanzen der Campanula persicifolia auftretenden Zellpfropfen als reduzierte Trichome ansieht, ist anzunehmen, dass auch kahle Pflanzen der Campanula patula Anlagen zur Haarbildung haben, weil an ihnen manchmal pfropfenähnliche Verdickungen erscheinen.

Die Stengelbehaarung der Campanula patula verläuft entlang der Kanten, zum Teil auch rund um den Stengel. Im unteren Abschnitt ist sie am dichtesten und nimmt gegen die Blüte soweit ab, dass dort nur mehr vereinzelt Haare zu finden sind.

Die Haarlänge im unteren Stengeldrittel beträgt:

nördliche Sippe: 0,1- 1,0 mm

südliche Sippe: 0,2- 1,3 mm

tetraploide Sippe: 0,1- 1,5 mm

Die Rosetten-und Stengelblätter sind mehr oder weniger behaart. Haare wachsen hauptsächlich auf der Blattoberseite gegen den Rand zu, auf der Blattunterseite stehen sie meist nur entlang der Nerven.

Andere Campanula Arten haben nach DAMBOLDT (1965) an der Blattunterseite eine dichtere Behaarung.

Die Haare an den Blättern, die zwischen 0,3 - 1,0 mm messen, sind jedenfalls kürzer oder höchstens gleich lang wie die Stengelhaare.

Haare auf der Kelchinnenseite können alle Campanula patula Sippen haben. Während dies an der nördlichen und tetraploiden Sippe selten zu beobachten ist, haben fast 70% aller Pflanzen der südlichen Sippe dieses Merkmal. Die Kelchinnenbehaarung ist deshalb kombiniert mit anderen Merkmalen taxonomisch verwendbar.

An verschiedenen Pflanzen, hauptsächlich bei der südlichen Sippe, sind am Kelch Trichome in Form von Warzen zu sehen. Diese Erscheinung tritt immer nur vereinzelt auf und ist nie durchgehend an einer Population zu sehen.

WITASEK (1902) sagt, dass in Europa gegen südliche Gebiete die Dichte der Haare bei den Campanula patula zunimmt. Soweit die Versuche an den Kulturpflanzen zeigten, ist das Haarmerkmal weitgehend genetisch fixiert.

Campanula Rapunculus: Alle Pflanzen sind mehr oder weniger dicht behaart. Die Stengelbehaarung verläuft rundum und ist am unteren Stengelabschnitt am dichtesten, bzw. am längsten. Gegen die Blüte nimmt sie ab. Die Haarlänge schwankt zwischen 0,7 und 1,5 mm. Die Grund- und Laubblätter sind vorwiegend auf der Blattoberseite gegen den Blattrand zu behaart. Diese Haare sind kürzer als die Stengelhaare.

Obwohl die Campanula Rapunculus generell dichter als Campanula patula behaart ist, bleibt die Kelchinnenseite fast immer kahl.

Pflanzen aus Südeuropa sind auch bei dieser Spezies dichter behaart. Am Herbarmaterial aus Spanien und dem südlichen Balkan konnten so dichte und lange Haare beobachtet werden, dass die Pflanzen ein weissfilziges Aussehen hatten. Warzen amKelch hatte nur eine Pflanze aus Toi (CH).

3.3 Tabelle der Unterscheidungsmerkmale

Merkmale	Campanula patula			Campanula Rapunculus
	nördliche Sippe	südliche Sippe	tetraploide Sippe	
Wurzel:	spindelförmig, dünn, weiss, teilweise holzig			fleischig, rübenförmig
Grundblätter:	verkehrt eilanzettlich, am Grunde allmählich in den Stiel verschmälernd, zur Blütezeit verwelkt			verkehrt eilanzettlich am Grunde gestutzt oder herzförmig, zur Blütezeit oft noch grün
Stengelblätter	Tragblätter der Blütenstiele liegen gegen die Mitte der Seitenzweige			Tragblätter liegen nahe am Grund der Seitenzweige
Blütenstand	lockere, teilweise fast trugdoldige, oft aber auch armblütige Rispen			pyramidenförmige reichblütige Rispen
Kelch:				
a) Länge (cm)	0,8 (0,3 - 1,1)	1,4 (0,9 - 2,2)	1,2 (0,4 - 1,8)	0,8 (0,5 - 1,3)
b) Zähnchen pro Zipfel >0,5mm	0	1 - 5	0 - 2	0
c) Kelchinnenbehaarung:	meist kahl	behaart	meist kahl	kahl
Blütenkrone:				
a) Länge (cm)	2,3 (1,4 - 2,9)	2,7 (1,6 - 3,4)	3,0 (2,0 - 3,7)	1,7(1,4 - 2,2)
b) Kronzipfellänge (cm)	1,4 (0,9 - 2,0)	1,5 (0,9 - 2,3)	1,8 (1,1 - 2,4)	1,0(0,8 - 1,4)
c) Kronzipfelbreite (cm)	0,6 (0,4 - 1,1)	0,8 (0,4 - 1,1)	0,8 (0,5 - 1,2)	0,4(0,3 - 0,5)
Verhältnisse:				
a) Kronlänge:Kelchzipfellänge	2,2 - 5,4	1,1 - 2,7	1,7 - 4,5	1,6 - 3,4
b) Kronzipfellänge: Kelchzipfellänge	1,2 - 3,5	0,7 - 1,5	1,0 - 2,7	0,8 - 1,8
Pollendurchmesser (µ):	24,75 - 49,50	24,75 - 49,50	30,25 - 52,75	35,75 - 52,25
Chromosomenzahl:	2n = 20	2n = 20	2n = 40	2n = 20
Chromosomenlänge (µ):	1,7 - 3,4	1,8 - 3,4	1,5 - 3,6	2,7 - 4,6

4. Bastardierungen

4.1 Kreuzungsversuche

Um einen Überblick von Kreuzungsmöglichkeiten der Campanula patula Sippen untereinander bzw. mit Campanula Rapunculus zu erhalten, wurden im Versuchsgarten des Geobotanischen Institutes der ETH künstliche Bastardierungen durchgeführt.

Im Kapitel morphologische Untersuchungen wurde bei der Griffel- und der Staubblätterbeschreibung das Problem der Autosterilität näher erläutert. Damit jedoch keinesfalls eine Selbstbestäubung eintreten konnte, wurden die Blütenknospen der für die Kreuzungen vorgesehenen Pflanzen mit einer Nadel aufgeschlitzt und die Staubblätter entfernt.

Über die so behandelten Knospen sind Plastiksäckchen gestülpt worden,damit eine Fremdbestäubung nicht mehr möglich war.
Im Zeitpunkt der Narbenöffnung übertrug man die reifen Pollen der Partnerpflanzen auf die Narbenäste und isolierte die Blüte wieder.
Die folgende Tabelle gibt Aufschluß über die Kreuzungsversuche.
In den Klammern ist jeweils die Anzahl der Kreuzungen angegeben, + bedeutet Ausbildung von fertilen Samen, - keine Samenausbildung.

Tabelle V: Kreuzungsversuche

♂ ⟶ ♀ ↓	Campanula patula nördliche	Campanula patula südliche	Campanula patula tetraploide	Campanula Rapunculus
Campanula patula nördliche Sippe	+ (14)	+ (11)	+ (7)	+ (12)
Campanula patula südliche Sippe	+ (18) - (3)	+ (7)	+ (9) - (2)	+ (12) - (1)
Campanula patula tetraploide Sippe	- (14)	- (9)	+ (3) - (4)	- (8)
Campanula Rapunculus	+ (21) - (3)	+ (16) - (2)	+ (14) - (1)	+ (11)

Die negativen Resultate der Kreuzungen Campanula patula tetraploide Sippe als Mutterpflanze mit den diploiden Sippen bzw. Campanula Rapunculus, beruhen offensichtlich auf einer genetischen Barriere.

In einem weiteren getrennten Versuch sind die geernteten Samen auf ihre Keimfähigkeit geprüft worden. Dazu wurden jeweils 50 Samen aus einer Kapsel im Gewächshaus bei konstanter Temperatur (20° C) und Luftfeuchtigkeit (80 %) in Petrischalen auf feuchtem Filterpapier gekeimt.

Die dabei gefundenen Keimungsraten gibt die Tabelle wieder.

Tabelle VI: Keimungsraten

♂ → / ♀ ↓	Campanula patula nördliche Sippe	Campanula patula südliche Sippe	Campanula patula tetraploide Sippe	Campanula Rapunculus
Campanula patula nördliche Sippe	89 %	81 %	4 %	72 %
Campanula patula südliche Sippe	80 %	91 %	2 %	54 %
Campanula patula tetraploide Sippe	-	-	84 %	-
Campanula Rapunculus	88 %	84 %	61 %	84 %

Hier ist auffallend, dass Bastarde diploider Campanula patula als Mutterpflanze und tetraploiden Partnerpflanzen eine sehr niedere Keimungsrate hatten.

Die Hybriden einer diploiden Mutterpflanze mit einer tetraploiden Partnerpflanze, entwickelten sich als schwache Gewächse, welche das anfangs herrschende wechselhafte Wetter (im Mai 1970) nicht überstanden haben.

4.2 Morphologische Untersuchung der Bastarde

Die Bastarde mit diploiden Elternpflanzen, also nördliche Sippe mit der südlichen Sippe oder umgekehrt gekreuzt, hatten immer dasselbe Aussehen. Die Kronlängen, Kronzipfellängen, Kronzipfelbreiten tendieren mehr in den Variationsbereich der nördlichen Sippe, die Kelchlänge mehr zu der südlichen Sippe. Grössere Kelchzähnchen hatten ungefähr 35 % der Blüten, die Kelchinnenbehaarung konnte bei ca. 50 % der Blüten gefunden werden.

Im untersuchten Gebiet, gab es Orte mit Pflanzen, die den künstlichen Hybriden sehr ähnlich waren. Mit Hilfe dieser natürlichen Übergangsformen, konnten die Grenzen der Verbreitung von der nördlichen und südlichen Sippe ungefähr bestimmt werden.

War die Campanula Rapunculus die Mutterpflanze und eine diploide Campanula patula deren Partner oder umgekehrt, dann entsprachen die Merkmale Kronlänge, Kronzipfellänge, Kronzipfelbreite und Kelchlänge mehr der Campanula patula, die Wuchsform und die Anzahl der Blüten mehr der Campanula Rapunculus.

Überraschend gut entwickelten sich die Hybriden Campanula Rapunculus mit Campanula patula, tetraploide Sippe. (vergleiche auch Tabelle V1.)
Im Aussehen entsprachen sie den oben beschriebenen Bastarden zwischen Campanula Rapunculus mit Campanula patula diploide Sippen. Die Chromosomenzahl war jedoch 2n = 30.

Bei allen diesen Hybriden ist die Streuung der Pollengrössen sehr weit; doch deutet die Vielzahl der grossen Pollen auf deren Unreduziertheit hin.

Pflanzen in der Natur, die mit den Hybriden Campanula Rapunculus x Campanula patula eine Ähnlichkeit hatten, wurden nicht gefunden. Nur im Herbarmaterial wurden solche Übergangformen gesehen.

5. Ökologie und Verbreitung

5.1 Ökologie

In der mitteleuropäischen Flora zählt Campanula patula zu den Pflanzen, die relativ viel Licht und Wärme brauchen, Bedingungen, die sie gegenüber den anderen Pflanzen nicht besonders konkurrenzfähig macht.

Zu diesem Schluß kommt man dann, wenn die Anzahl der Pflanzen und die klimatischen Einflüsse durch Jahre von einem Standort verglichen werden. Zur Demonstration diene ein Standort in Bad Ragaz (CH), welcher in den Jahren 1969, 1970 und 1971 beobachtet wurde. Die nachfolgende Tabelle V11 gibt die mittlere Temperatur, die mittlere Niederschlagsmenge der Monate März, April und Mai (nach Angaben der meterologischen Zentralanstalt Zürich) sowie die Pflanzenzahl (in Pronzent) an.

Tabelle V11: Angabe von Temperatur, Niederschlag und Pflanzenzahl vom Standort Bad Ragaz

	Temperatur			Niederschlagsmenge		
	1969	1970	1971	1969	1970	1971
März	4,7°	1,9°	1,0°	15 mm	70 mm	33 mm
April	8,2°	6,3°	11,5°	88 mm	144 mm	14 mm
Mai	14,7°	11,4°	14,9°	97 mm	63 mm	49 mm
Mittel	9,2°	6,5°	9,1°	66 mm	92 mm	32 mm

Pflanzenanzahl	1969	1970	1971
bezogen auf 1969	100 %	40 %	90 %

Genauso fällt der Bedarf an Licht und Wärme dann auf, wenn Campanula patula von anderen Pflanzen verdrängt an einem schattigen Ort ohne Konkurrenz aufwachsen muss. Die Stengel und Seitentriebe entwickeln sich nur schwach, sie sind zart bzw. dünn und die Blüten stehen nicht aufrecht sondern bleiben nickend.

Campanula patula nördliche Sippe: Die nördliche Sippe wächst bis zu einer Höhe von ca. 1200 m auf einem feuchten bis trockenen Boden, dessen Beschaffenheit torfig, lehmig, lehmsandig, lössartig und rein sandig sein kann. Der Boden kann kalkarm oder kalkreich sein, wobei der pH Wert meistens zwischen 6 - 7 liegt (60 %).

Nach ELLENBERG (1952) wird die Campanula patula als Charakterpflanze der Fromentalwiese bezeichnet, den Schwerpunkt ihres Vorkommens gibt er mit F 3, R 3 und N 2 an.
Diese Daten bedeuten frische Standorte (F 3) mit neutraler bis saurer Reaktion (R 3) und relativ geringem Stickstoffangebot (N 2).

Die nördliche Sippe kommt im mehr oder weniger gut gedüngten Arrhenatheretum mit den Subassoziationen von Ranunculus bulbosus, Lysimachia Nummularia sowie in der Variante Salvia pratensis vor (SCHNEIDER 1954).
Wegen ihrer relativ späten Blüte kann sie wie auch die beiden anderen Sippen nur in den Wiesen existieren, die nicht vor Ende Mai gemäht werden. Darüber hinaus dringt sie in andere Pflanzengesellschaften mit verschiedenen ökologischen Bedingungen ein. Man findet sie im Valeriano - Filipenduletum am Rande von Mooren und Drainagegräben, im Festuco - Cynosuretum und vor allem in Mesobromiongesellschaften auf Strassen - und Bahnböschungen, Aufschüttungen, Wegrändern.

Südliche Sippe: Sie erreicht vereinzelt Höhen bis zu 1600 m ü. M. (HEGI 1918). Man entdeckt sie an trockenen, sonnigen, warmen Orten, auf sandlehmigen, lössartigen, sandigen oder leicht schottrigem Boden. Dieser kann sowohl kalkhaltig als kalkarm sein und pH Werte 5 - 7 mit dem Schwerpunkt von 5 - 6 (70 %) haben. Das Vorkommen der südlichen Sippe liegt im Arrhenatheretum salvietosum, im Mesobromion an Strassen- und Bahntrassen, Halden, ehemaligen Weingärten etc. und auch im Stipo-Koelerietum vallesiacae, im Wallis.

Tetraploide Sippe: Sie kann wie die nördliche Sippe bis in eine Höhe von ca.1200m ü.M. wachsen.Sie ist sowohl an feuchten,anmoorigen als auch an trockenen Stellen zu finden. Die Bodenbeschaffenheit variiert stark,doch überwiegen sandiglehmige Böden.In der Natur konnte die Pflanze nie in einem kalkhaltigen Boden gefunden werden.Entsprechend dieser Tatsache liegt der pH Wert bei 5 (60%).Das offenbare Meiden der kalkhaltigen Böden wurde besonders bei der Aufzucht der tetraploiden Kulturpflanzen sichtbar.Sie entwickelten sich in der kalkhaltigen Erde des Versuchsgartens weit weniger kräftig als die Elternpflanzen in der Natur.Meistens besiedelt sie das trockene Arrhenatheretum an Hängen,Strassenborden,brachliegenden Aeckern,manchmal auch die Ufer von Wasserläufen.

Campanula Rapunculus: Aehnlich der Campanula patula südliche Sippe,benötigt sie Wärme und Licht,meidet kühle und sehr feuchte Orte sowie vor Mitte Juli gemähte Wiesen,in denen sie wegen der späten Blüte im Juli - August keine Fortpflanzungschancen hat.Mit diesen Einschränkungen ist die Campanula Rapunculus konkurrenzschwach.Meistens wächst sie nur bis ca.1000 m ü.M. soll jedoch bei Casaccia eine Höhe von 1400m erreicht haben (BRAUN-BLANQUET 1932-36). Die Bodenansprüche schwanken hier ebenfalls,doch bevorzugt sie vorwiegend sandiglehmige Böden.Die Standorte können kalkhaltig oder kalkfrei sein und einen pH Wert von 4 - 7 mit dem Schwerpunkt 6 - 7 (65%) haben.

Campanula Rapunculus besiedelt schwach gedüngte,unkrautreiche Wiesen,Ruderalstandorte,Wegränder und Aufschüttungen. Sie kommt im Mesobromion,in wärmeliebenden Fettwiesen,am Rande des Lolio-Plantaginetum vor.

Wahrscheinlich klimatisch und durch zu geringe Wärmeeinstrahlung bedingt,ist sie in ganzen Landstrichen nicht vertreten.So findet man sie in Oesterreich nur mehr im Burgenland am Hagelsberg.

5.2 Verbreitung

Um die Verbreitung der Campanula patula Sippen in Europa feststellen zu können, wurden die unten angeführten Herbarien verschiedener Universitäten und Institute studiert. Die Liste der Fundorte ist nicht vollständig und soll nur Anhaltspunkte für das Vorkommen ausserhalb der Schweiz und Oesterreich geben. In diesen beiden Ländern ist die Verbreitung durch eigene Untersuchungen präziser angeführt (siehe Abb. 21).

HERBARLISTE:

1. BASEL:BOTANISCHES INSTITUT DER UNIVERSITÄT BASEL (BAS)
2. BERN:BOTANISCHES INSTITUT UND GARTEN DER UNIVERSITÄT (BERN)
3. DORNBIRN:VORARLBERGER NATURSCHAU (3.)
4. FIRENZE:HERBARIUM UNIVERSITATIS FLORENTINAE,ISTITUTO BOTANICO (FI).Es wurde nur das Herbarmaterial von Oberitalien untersucht.
5. GENÈVE:CONSERVATOIRE ET JARDIN BOTANIQUES (G)
6. GRAZ:BOTANISCHES INSTITUT,INSTITUT FÜR SYSTEMATISCHE BOTANIK (GZU)
7. GRAZ:ZOOLOGISCHE - BOTANISCHE - ABTEILUNG DES STEIERMÄRKISCHEN LANDESMUSEUM JOANNEUM (GJO)
8. INNSBRUCK:INSTITUT FÜR BOTANIK DER UNIVERSITÄT (IB)
9. INNSBRUCK:TIROLER LANDESMUSEUM FERDINANDEUM,BOTANISCHE ABTEILUNG (IBF)
10. MÜNCHEN:BOTANISCHE STAATSSAMMLUNG (M)
11. PARIS:MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE,LABORATOIRE DE PHANÉROGAMIE (P)
12. WIEN:NATURHISTORISCHES MUSEUM (W)
13. WIEN:BOTANISCHES INSTITUT UND BOTANISCHER GARTEN DER UNIVERSITÄT WIEN (WU)
14. ZÜRICH:GEOBOTANISCHES INSTITUT DER ETH,STIFTUNG RÜBEL (RUEB)
15. ZÜRICH:BOTANISCHER GARTEN UND INSTITUT FÜR SYSTEMATISCHE BOTANIK DER UNIVERSITÄT ZÜRICH (Z)
16. ZÜRICH:INSTITUT FÜR SPEZIELLE BOTANIK DER ETH (ZT)
17. Das von Margit Hauser gesammelte Pflanzenmaterial wird im INSTITUT FÜR SPEZIELLE BOTANIK DER ETH deponiert (17.)

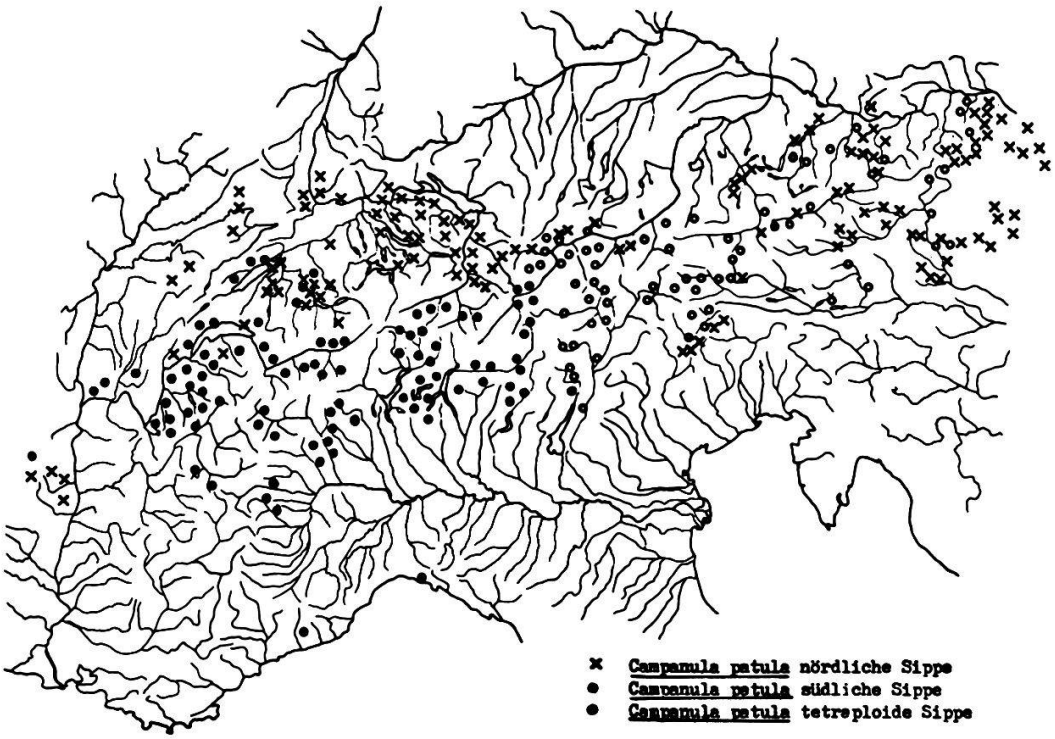


Abb. 21 Die Verbreitung der Campanula patula Sippen im Bereich der Alpen, sowie im nördlichen und südlichen Alpenvorland

Campanula patula nördliche Sippe:

Ihr Areal umfasst das Gebiet von Nord-, Mittel-, Ost- und Südost-Europa, mit Ausnahme des arktischen Gebietes. Sie fehlt im grössten Teil von Elsass - Lothringen, der Pfalz (mit einigen Ausnahmen), der Rheinprovinz links des Rheines und der nordwestdeutschen Tiefebene (HEGI 1918). In der Schweiz ist sie mit Ausnahme der zentral- und südalpinen Gebiete verbreitet.

Finnland: Kiiminki (M, Z), Karelien (G,FI, M, W), Tavastia (M), Riihimäki (M), Livo (G, Z), Abo (G, M, W, WU).

Schweden: Uppsala (FI, W), Uppland (FI, G, M, W, WU), Dalarne (FI, G, W), Stockholm (G), Karlskoga (FI, G, ZT), Ödeby (WU), Västergotland (WU).

Sowjetunion: Moskau (FI), Leningrad (FI, G, Z), Loiev (G), Litauen (G, W), Kaunas (M), Kaliningrad (IB), Wolhynien (WU), Lemberg (W, WU).

Polen: Białowieza (FI), Zagora (W), Zabłonicakoło (W), Krakau (GZU), Kasinka Mała (FI, GZU, M), Trzebnica (FI, GZU), Cieszyn (G, W, ZT), Dobra (FI).

Tschechoslowakei: Olomouc (FI), Jelenia (GZU), Janské Lázně (GZU), Nordböhmen (W), Böhmen (W), Brünn (FI, GJO), Bratislava (FI), Moldaugebiet (G), Prag (FI, G, GZU, IB), Prag-Josefsstadt (G), Opitz (Z), Zösnitz (W).

Ungarn: Szentgyörgy-Hegy im Gebiet der kleinen Karpaten (W), Budapest (G, W, Z), Csepel-Insel (WU, ZT).

Rumänien: Rumänien (G), Sibiu=Hermannstadt (W), Siebenbürgen (FI), Südkarpaten-Transsilvanien (FI, W), Orsova (FI, G), Morunglav-Oltenien (M).

Jugoslawien: Celje=Cilli (GZU), Bosnien-Mestrovac (G, M, WU), Bosnien-Srebrenica (Z), Herzegowina (G), Sarajevo (FI, GZU), Titograd (Podgorica) (W).

Albanien: Albanien (G), Kuci (G, W, WU).

Deutsche Demokratische Republik: Coswig-Elbufer (ZT), Rudolstadt (M), Harz (GJO), Thüringen (M), Berlin (G, WU).

Deutsche Bundesrepublik:
Bayern: Ramsau bei Berchtesgaden (M), Königsbrunn-Rosenheim (M), Tegernbach (M), Bad Tölz-Ellenbachermoor (M), Bad Tölz-Hechenberg (M), Bad Kochel (Z), Wolfratshausen (Z), München (M, Z), München Bogenhausen (G), München-Grosshesselohe (M), München Menzing (M), München Siebenbrunnen (M), München Schwabenhausen (M), Ingolstadt (M), Neuburg a. D. (M), Otmarhausen (M), Illerbeuren (M), Günzburg-Autenried (M), Finningen (M), Würzburg (M).

Westberlin: Berlin-Spandau (ZT), Berlin-Lichterfelde (FI),
Baden-Württemberg: Haigerloch (M), Heidelberg (BAS), Baden bei Ettlingen (M), Kandel im Rheintal (G, M, W), Karlsruhe (BAS), Baden-Baden (FI, G, Z).

Niedersachsen: Göttingen (Z), Hameln (FI).
Hamburg: Hamburg (W).
Hessen: Odenwald (W), um Odental (M), Niederhessen (Z).
Rheinland-Pfalz: Westerwald (W), Westerwald Hachenburg (M), Westerwald-Dreifelden (W), Nassau (G).
Nordrhein-Westfalen: Altenberg (M), Bensberg-Frankenforst (M, W).

Österreich:
Burgenland: Hornstein (W, WU), Sauerbrunn (GZU), Oberschützen (W).
Wien: Wien-Stadt (GJO, GZU, FI), Lobau (W), Prater (IBF, W, WU), Neuwaldegg (GJO, GZU, W), Dornbach (GJO, WU), Hütteldorf (WU), Steinebach (W), Maria Brunn (W).
Niederösterreich: Mannersdorf (W, WU), Leitha-Auen (GZU), Laxenburg (W), Sophienalpe (W), Weidling (W), Rohrbach (Z), Hadersfeld (W), Baden (W), Helenental (W), Hinterbrühl (WU), Kaltenleutgeben (W, GZU), Gablitz (GZU), Tullnerbach (W), Reckawinkel (W, WU), Alland (Z), Glashütte (GZU), Grabensee (IB), Wiener Neustadt (GJO), Ofenbach (WU), Willendorf (W), Gutenstein (WU), Gloggnitz (GJO, GZU), St. Christof (GJO), Payerbach-Geyerhofen (GJO), Payerbach-Saurüssel (GJO), Schneedörfl (GJO), Reichenau (GJO), Wechsel (W), Hadersdorf (W), Scheibbs (17., GZU), Lackenhof (GZU), Lunz a. See (GJO).

Steiermark: Kalsdorf bei Fürstenfeld (GZU), Feistritz (GZU), St. Radegund (GZU), Schöckl (GZU), Hienning (GJO), Kleinstübing (GZU), Übelbach (GJO), Graz (GJO, GZU), Graz-Andritz (GZU), Graz-Rosenberg (GJO, GZU), Graz-Ruckerlberg (FI, GJO, GZU, W, WU), Graz-Stifting (GZU), Graz-Puntigam (GZU), Graz-Lustbühel (GZU), Graz-Gösting (GZU), Graz-Thal (GZU), Klausen (GJO), Bad Schönau (GJO), Pöllau (W), Ehrenhausen (GZU), Drassling bei Leibnitz (GZU), Gleinstetten bei Deuschlandsberg (GZU), Neuberg-Deutschlandsberg (GJO), Stainz (GZU), Admont (GJO), Selzthal (GZU), Leoben (17., GZU), St. Michael (WU), Mautern (GZU), Wald (GZU), Katsch

(GZU), WU), Murau (GJO, GZU).
Kärnten: Klopeinersee (WU), Micheldorf (17.), Klagenfurt (GZU), Pörtschach (GZU), Winklern (GZU), Dellach (GZU), Gmünd (GJO).
Oberösterreich: Gaflens (17.), Grossraming (17.), Reichraming (FI, GZU, IBF, M, W, WU, ZT), Wels (GZU), Schwanenstadt (WU), Vöklabruck (GZU), Unterach (WU).
Salzburg: Tamsweg (Z), Mattsee (17.), Salzburg Stadt-Moosstrasse (17.), Salzburg-Mönchsberg (17.), Anif (17.), Lend (GZU).
Tirol: Lavant (GJO, GZU, Z), Kitzbühel (GZU), Innsbruck (GZU, FI), Nasserreith (17.), Imst-Strasse nach Landeck (17.), Strengen a. A. (17.).
Vorarlberg: Schruns (17.), Latschau (17.), Bludenz (17.), Dornbirn (17., W), Winsau (17.), Wolfurt (3.), Bregenz (3.), Hard (3.), Lustenau (3., 17.), Kustosberg (3.).

Italien:
Region Friuli-Venezia Giulia: Sappada (FI), S. Stefano di Cadore (FI), Pieve di Cadore (FI), Alveo del Piave (FI).
Region Piemonte: Torino (FI).

Schweiz:
Graubünden: Seewis (17.), Fideris (17.), Igis (Z), Davos (Z), Chur (RUEB, ZT), Jenins (17.), Maienfeld (17.).
St. Gallen: Bad Ragaz (BAS, Bern, 17.), Vilters (17.), Wangs (Z), Mels (17.), Sargans (Z), Weite (17.), Buchs (Z, ZT), Salez-Weg gegen Ruggel (17.) Leuchingen (Z), Feuerschwendi (ZT), Grünenstein (Z), St. Gallen (G, ZT), Amriswil-Hudelmoos (Z), Gossau (BERN), Uzwil (Z), Walenstadt (Z), Krumenau (Z), Ebnat (Z), Uznach (ZT), Eschenbach (17.).
Appenzell: Gais (Z), Gontenbad (Z).
Thurgau: Um Kreuzlingen-Konstanz (Z), Weinfelden (Z), Mammern (Z), Eschenz-Untersee (Z), Etzwilen (Z), Diessenhofen (ZT).
Schaffhausen: Schaffhausen (M), Griesbach (BERN), Hemmental (BAS, 17.), Randenberg (17., Z).

Zürich: Ellikon (BAS), Eschlikon (BAS), Winterthur (ZT), Irchel (ZT), Berg am Irchel (17.), Eglisau (17.), Rümlang (17.), Opfikon-Oberhausen (Z), Brüttisellen (17.), Fehraltorf (17.), Wernethausen (ZT), Rüti (17.), Pfäffikon (Z), Samstagern (Z), Küsnacht (Z), Aegertli (ZT), Kilchberg (ZT), Trichtenhausen (ZT), Gattikonermoor (BERN), Allmend Fluntern (BAS), Oerlikon (BAS, G, ZT, W), Katzensee (BAS, G, 17., ZT), Dietikon (RUEB), Affoltern (BERN).

Schwyz: Grinau (ZT), Altmatt (17.).
Aargau: Königsfelden bei Villigen (BAS), Rheinfelden (RUEB, Z).
Basel: Arlesheim (RUEB), gegen Lörrach (BAS), Riehen (Z), gegen Neudorf a. Rhein (BAS), Basel (ZI).
Bern: Oberbützberg-Jura (Z), Frittenbach im Emmental (BERN), Oberhofen-Rieder (BERN), Heimberg (BERN), Reutingen bei Thun (BERN), Schwarzenberg bei Thun (BERN), Münsingen (BERN), Neuhaus bei Münsingen (BERN), Bern (BERN), Brüttelen (BERN), Ins (BERN), Murten (BERN).
Neuenburg: Jorats (G), Chasseronkette bei Chez le Bart (Z).
Freiburg: Givisiez (Z), Granges Paccot (Z), Cottenz (G).
Waadt: Vaud (G), Vevey (BERN).
Genf: Genève (G), Peney (BAS).

Frankreich:
Dep. Hte. Loire: La Boulaye (FI), Montbrison (FI), Le Puy (FI), Mende (G), in der Dauphine (W).
Dep. Paris et Seine: Vincenne (P).
Dep. Basses Pyrénées: Col du Somport (P).
Dep. Doubs: Rambervillers nach Bru (G, W), Val d'Enfer (G), Vogesen (G, W, WU).
Dep. Ain et Dep. Jura: Jujurieux (G), Monte du Moulin-lialleyriat (G).
Dep. Savoie: Chaîne du Ratz (G).

Campanula patula, südliche Sippe:
Ihr Hauptvorkommen liegt im Bereich der westlichen bis mittleren Zentral- und Südalpen. Die östliche Verbreitungsgrenze dürfte die Linie Trient - Gardasee bilden. Im Westen dringt sie durch Frankreich bis Spanien vor. Die nördliche Grenze verläuft in der Schweiz ungefähr parallel zu den Zentralalpentälern durch die Kantone Graubünden, Tessin, Bern und Neuchâtel. Die südliche Begrenzung folgt dem südlichen Alpenrand vom Gardasee an, durch die Poebene ans Mittelmeer.

Italien:
Region Trentino Alto Adige: Trento=Trient (IBF, WU).
Region Lombardia: Bormio (FI, Z), Ponte di Legno (FI, WU), Val di Oglio (FI), Val Camonica (G, 17. .), Ronco in Val Scalve (FI), Tirano (FI), Clusone (G), Veltlin Sondrio (FI, Z), Tremezzo (FI), Nesso (FI), Como Mt. Blevio (GJO).
Region Piemonte: Varallo (FI), Riva Valsesia (FI), Gressoney (FI), Issime (FI), Pont St. Martin (FI), Candia Canavese (FI), Ivrea (FI), Traversella (FI), Aglie-besonders gegen die Hügel von Maccugnano (FI), Fontain Claire Aostatal (FI), S. Bartolomeo (FI), Entraque-Weg nach S. Giacomo valle del Gesso (FI), S. Anna di Valdieri-Val Gesso (FI), Terme die Valdieri (FI), Colle di Sestriere (W).
Region Liguria: Camoglie (Z).
Region Toscana: Valle del Orco-Lilo (FI).
Region Sardegna: Monte Zani (FI).

Schweiz:

Graubünden: Tarasp (Z), Fetan (Z), Ardez (Z), Lavin (ZT), Susch (BERN), Müstair (17.), Poschiavio (G,ZT), Alvaneu (ZT), Thusis (RUEB), Truns (17.), Versam (ZT), Disentis (ZT), Mesocco (17., RUEB), Grono (Z, ZT), Toi (17.).

Tessin: Olivone (G,17.), Aquarossa (17.), Malvaglia (BAS), Biasca (BAS), Gnosca (17.), Catione (BAS), Val Colla (17.), Bogno - Val Colla (FI), Roveredo (BAS), Sonvico (G, ZT), Lugano (G, ZT), Gandria (17.), Mt. Bré (17., G, RUEB), Neggio (17.), San Salvatore (M), Arogno (G), Rovio (BAS, Z), Mt. Generoso (Z, ZT), Carabbia (ZT), Carona (G, FI, 17.), Melide (Z), Vico Morcote (Z), Marroggia (Z, ZT), Albio Alp (17.), Mendrisio (ZT), Morbio (ZT), Miglieglia (G), Locarno (BERN, G), Orselina (Z), Ponte Brolla (G), Ronco (BERN), Valle Maggia (G), Bignasco (Z), Val Broglio (G), Cevio (17.), Airolo (ZT), Valle-Airolo (17.), Val Tremola (Z), Alpi Leventina (ZT), Giornico (17.).

Wallis: Niederwald (17.), Fiesch (17.), Lax (BAS, 17.), Brig - gegen Belalp (BAS), Visp (ZT), Stalden (BAS, G, RUEB), Eisten - Stalden (BERN), Törbel (17.), Saasertal (BERN), Kalpetran - Niklaustal (BAS), Zermatt (Z), Bürchen-Weg nach Unterbäch ob Raron (BAS), Lötschtal bei Kippel (BERN), Niouc (G), Val d'Anniviers Fang (RUEB), Val d'Anniviers Pinsec (G), Val d'Anniviers S. Jean (Z), Sion (Z), Val de Bagne - Le Châble (BERN), Montagnier (17.), Versegeres (BERN), Champsec (Z), Fully (BERN, 17.), Martigny - Mt. Ottan (G), Le Borgeaud (ZT), Vernayaz (ZT), Dorénaz (ZT), Alesses (G), Wallis (BERN), Folla Terres (G).

Bern: Krauchtal (BERN), Flühn-Oberbalm (BERN), Sensenmatt (BERN).

Neuenburg: Neuchâtel (W), Colombier (G), Perreux (G), Jorats (G).

Waadt: Bex (G), St. Triphon (G, 17.), Aigle (G, W, ZT), Villeneuve (G), Vevey (G), Jongny (G), Morges (G), Aubonne (BERN, G, 17. , Z), Gimel (G), Nyon (G).

Genf: Versoix (G), Genthold (G), Genf (G), Peney (RUEB, G), Meyrin (G, W, Z).

Frankreich:

Dép. Côte d'Or: Dijon (G).

Dép. Ain et Dep. Jura: Divonne (G), Gex (G), Cret (G), Fort d'Ecluse (M), S. Genis (G), Ain (BAS).

Dép. Savoyen: Mont Saleve (G), Pommier (G), Avenieres Mt. Vuache (G), Annecy (G), St. Gervais le Bain (FI), Talloires (G), Albertville (FI, G), Canflans (G), Tour (G), Brides (G), Bourget (G), Bourget - Seeufer (G), St. Helêna (G), St. Michael (G), Chambéry (FI).

Dép. Isère: Grenoble (P), Bléré (W).

Dép. Hautes Alpes: Briancon (G), St. Maurice bei Valgaudemar (P), Chauffayer (G).

Dép. Alpes Maritimes: Alpes Maritimes (BAS, G).

Dép. Allieret Loire: Loire (FI, WU), Varennes (P).

Dép. Lozeré: Mende (P).

Dép. Hautes Garonne: Luchon (WU).

Dép. Hautes Vienne: St. Leonhard (P).

Dép. Vendee: Vouvant (G, Z).

Dép. Basses Pyrénees: Pyrénees (G).

Spanien:

Villa Nova (RUEB), Puerta de Piedras Luengas (G, RUEB), Pipahon (G),?Andalusien (Z).

Campanula patula tetraploide Sippe:

Sie besiedelt das östliche Alpengebiet in Österreich und Italien. Die Begrenzung gegen Osten und Südosten ist nach den vorhandenen Herbarbelegen und nach der Veröffentlichung von GADELLA (1964) in Jugoslawien zu suchen. Eine genaue Festlegung ist nur durch weitere Untersuchungen möglich.

Während sie sich in Österreich fast über das ganze Land verbreitet hat, liegt ihr Vorkommen in Italien mehr oder weniger nur in den Regionen Trentino - Alto Adige bzw. Friuli - Venezia Giulia. Interessanterweise ist die tetraploide Campanula patula in der Schweiz nicht zu finden. Die westlichsten Fundorte liegen im oberen Inntal bei Schönwies, im Paznauntal und im hinteren Montafon bei Gaschurn.

Die Bayerischen Alpen bis Salzburg, die Salzach bis Passau und die Donau sind vermutlich die Nordgrenze der Verbreitung.

Jugoslawien: Ljublana (M), Zajaca (GZU, W).

Österreich:

Niederösterreich: Mauerbach (GJO), Purkersdorf (W), Pfalzau-Pressbaum (W), Kirchberg am Wechsel (WU), Semmering (WU), Schwertberg (GJO), Waidhofen a. Ybbs (W).

Steiermark: Waldbach (W), Brunnengraben bei Gusswerk-Mariazell (WU), Aschbach bei Wegscheid (FI, GJO, GZU, W, WU), Ragnitztal bei Graz (W), Buchkogel bei Graz (Z), St. Radegund bei Graz (17.), Pernegg (GZU), Judenburg (GJO), Schladming (GZU).

Kärnten: Welsbach (IBF), Maria Saal (WU), Feldkirchen (W), Möllbrücke (17., W, WU), Greifenburg (GZU, 17.), Sagritz (ZT).

Oberösterreich: Losenstein (17.), Kremsmünster (GJO), Gmunden (17., W), Traunsee (W), Aistersheim (FI, G, GZU, IBF, W, WU, ZT), Mondsee (17.).
Salzburg: Fuschl (17.), Anif (17.), St. Koloman (17.), Trattberg (17.), Abtenau (17.), Niederfritz (17.), Lungau (WU), Tamsweg (17.), St. Martin (17.), Badgastein-Höhenweg nach Hofgastein (M), Rauris (17.).
Tirol: Kitzbühel (GZU, IB, IBF, M), Kufstein (ZT), Alpach (WU), Kolsass (17.), Wattens (IB), Baumkirchen (IB), Navistal (IB), Stafflach (17.), Völs (WU), Sistrans (ZT), Innsbruck (G, GZU, W, WU, ZT), Innsbruck-Berg Isel (IBF, 17.), Natters (IBF), Trins (IBF, WU), Gschnitz-Weg nach Trins (WU), Kematen (IB), Seefeld (IB), Telfs (17.), Heiterwand (17.), Schönwies (17.), Ischgl (17.), im Paznauntal (17.).
Lavant (Z), Grafendorf (W), Lienz (WU), Sillian (FI).
Vorarlberg: Gaschurn (17.).
Italien:
Region Trentino - Alto Adige: Sexten=Sesto (M), Pustertal=Pusteria (IBF, W), Innichen=S. Candido (FI), Gossensass=Colle Isarco (17.), Sterzing=Vipiteno (FI), St. Leonhard im Passeiertal=S. Leonardo (FI), Franzensfeste=Fortezza (IBF, 17.), Sarntaler Alpen-südlich Briol=Monti Sarentini (IB, M), St. Ulrich= Ortisei (FI), Meran=Merano (IB, WU), Bozen=Bolzano (GJO, IBF, M, W), St. Valentin=S. Valentino di Predoi (FI), Gablös=Cavalese (FI), Val Sugana (FI), Levico (FI), Stenico (FI), Arco (IB), Castell Penede bei Arco (IB), Tione (W), Pinzolo (FI), Peio-Ober Cogolo (WU).
Region Lombardia: Val di Ledro (FI, G, W), Pieve die Ledro (W).
Region Friuli - Venezia Giulia: Pontebba (FI), Paluzza (17.), Monte Croce=Plöckenpass (FI), Enemonza (17.), Natisone (FI).
Region Veneto: Belluno (FI).

Uebergansformen:

In den Gebieten, in denen die 3 Sippen aufeinander treffen, bilden sich Uebergangsformen aus. Besonders deutlich sind diese in Gegenden wo sich die nördliche und die südliche Campanula patula beeinflussen können. Die unten aufgezählten Herbarbelege betreffen Pflanzen, die auf Grund ihrer Merkmale nicht klar in eine der zwei Sippen eingereiht werden können.

Die tetraploide Sippe nimmt eine Zwischenstellung ein und zeigt Einflüsse der diploiden Sippen weniger deutlich.

Schweiz:

Graubünden: Brigels (ZT), Truns (17.)

Basel: Basel (M).

Neuenburg: Neuchâtel (G), Jorats (G), Chez le Bart (Z).

Bern: Bern - grosse Schanze (BERN).

Freiburg: Fribourg (FI), bei Bulle (17.)

Waadt: Vevey (FI), Tourbière de Barrissel bei Vevey (BERN), Joncyn (G).

Genf: Genève (G).

Frankreich:

Dép. Ain et Dép. Jura: Thoiry (G), an der Ain (Z), Ceyzeriat (G), S. Jerôme (G).

Dép. Savoie: Annecy (G).

Dép. Isère: La Balme les Grottes (M).

Dép. Rhône: Lyon (FI), Montagne de Pierre (G).

Dép. Côte d'Or: Dijon (G).

Dép. Alpes Maritimes: Alpes Maritimes (Z).

Italien:

Region Piemonte: Candia Canavese (FI), Aglie (FI).

Spanien: Valcarlos (G).

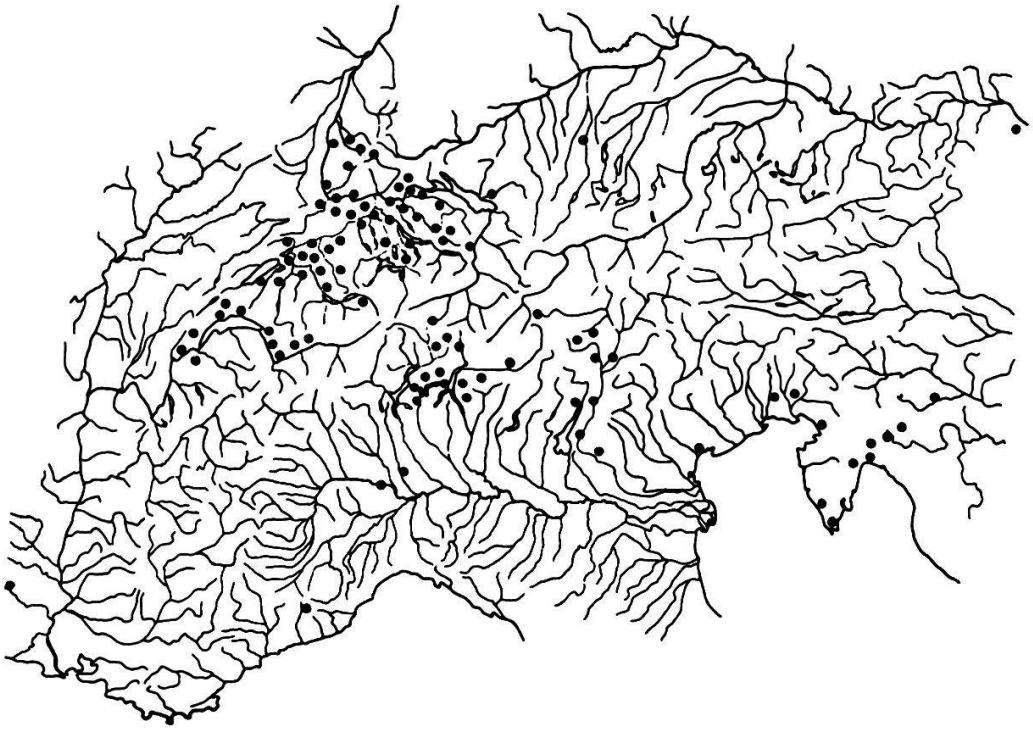


Abb. 22 Die Verbreitung der Campanula Rapunculus im Bereich der Alpen, sowie im nördlichen und südlichen Alpenvorland

Campanula Rapunculus:

Sie kommt fast in ganz Europa vor, mit Ausnahme der arktischen Gebiete und des Nordostens (HEGI 1918). Stellenweise tritt sie häufig auf, dann wieder sehr vereinzelt. In Österreich wächst sie überhaupt nur mehr an einem Ort im Burgenland am Hagelsberg. Auf Grund von alten Herbarblättern konnte ermittelt werden, daß sie vor ca. 100 Jahren noch in Linz und im Schneeberggebiet zu finden war, auch soll sie bei Bregenz im Pfändergebiet vorkommen. In neuen Floren sind diese Angaben nicht mehr bestätigt. In der Schweiz ist sie verbreitet, vor allem in der Nord- und West-Schweiz, sowie im Tessin.

Schweden: Torup (GZU), Karlkrona (G).
Polen: Miedzyrzecz (Z).
Tschechoslowakei: Moldau (G), Klenovec (Z).
Ungarn: Stuhlweissenburg = Székesfehérvár (GJO), Körösladány (GJO).
Rumänien: Orsova = Orschowa (RUEB).
Jugoslawien: Zagreb = Agram (GJO), Kocevje = Gottschee (GJO, Z), Novasela (GJO), Vreme(GJO, WU, Z), Opatija = Abbazia (GZU), Rijeka = Fiume (M), Rovinij (G, GZU, WU), Pula = Pola (GJO, GZU), Krk (GZU), Velebitgebirge (M), Slovenien-Karst (G), Bosnien (G), Istrien-Insel Cres (WU), Raab (RUEB, W), Dalmatien (WU), Brioni (RUEB, WU), Korcula (GJO), Montenegro (Z), Lovćen (M), Dubrovnik = Ragusa (GJO, WU, Z), Budva (GJO).
Albanien: Cuci (G)
Holland: Epe (Z), Nordlimburg Venraij (Z), Limburg (Z).
Deutsche Demokratische Republik: Frankfurt a. Oder (GJO), Harz (G), Thüringen (G, Z).
Deutsche Bundesrepublik:
Bayern: Bamberg (M, MAHA), Spessart (M), Rhön (M), Aschaffenburg (M), Fürth (G, M, WU), Sandhof Bayerischen-Wald (M), Offingen (M), Zirndorf-Unteraschbach (G, M), Kelheim (M), Sembach (M), Landsberg (Z), Lindau (M).
Baden Württemberg: Heidelberg (M), Karlsruhe (WU), Stuttgart (M), Esslingen (GJO), Tübingen (M, Z), Freiburg i. B. (BAS), Säckingen (RUEB).
Niedersachsen: Göttingen, Hannover (GZU).
Hessen: Hessen (GZU), Obermoselgebiet (M), Hessen-Eberbach (M), Nassau (G), Marburg (G).
Nordrhein-Westfalen: Hattingen (M), Viersen (M), Bonn (M).
Rheinland Pfalz: Speyer (GJO, GZU), Landstuhl (M).
Saarland: St. Ingbert (M), Bernberg (M), Diermingen (M).

Österreich:
Hagelsberg = Hackelsberg im Burgenland (WU).

Schweiz:
Graubünden: Sta. Maria (RUEB), Mesocco (17. .), Toi (17.) Grono (17., RUEB).

St. Gallen: Buchs (ZT), Murg (Z), Kappel (Z), Ricken (BAS, ZT), Uznach (ZT).
Thurgau: Untersee-Rheinufer (ZT), Mammern (BAS), Diessenhofen (ZT).
Schaffhausen: Herblingen (Z), Schaffhausen (Z), Hemishofen (Z), Stein a. Rhein (RUEB).
Zürich: Irchel (ZT), Glattal (ZT), Rümlang (17.), Glattfelden (ZT), Geroldswil (17.), Uster (G), Meilen (ZT), Samstagern (ZT), Albis (G), Hagerholz bei Affoltern (ZT).
Zug: Zug (Z), Cham (Z).
Schwyz: Hurden (ZT).
Aargau: Bremgarten (Z), Wettingen (Z), Untersiggenthal (17.), Lenzburg (Z), Sisseln (17.), Zeiningen (17.), Oberbüren (17.), Teufenthal (17.), Aarau (Z, ZT), Zofingen (Z), Rheinfelden (GZU), Mumpf (BERN).
Basel: Arlesheim (BAS), Hard bei Basel (BERN), um Basel (BAS), Basel (ZT), Leopoldshöhe (RUEB).
Solothurn: Solothurn (BERN).
Bern: Meiringen (Z), Zwingen (BAS), Buix (BAS), Burgdorf (BERN), Münchenbuchsee (BERN), Zollikofermoos (BERN), Kirchlindach (RUEB), Boll bei Bern (ZT), Bern (BERN), Ostermundingen (BERN), Thun (BERN), Oberhofen (BERN), Thörishausen (BERN), Koppigen (BERN), Sinneringen (BAS), Biel (BERN, Z), Ins (17.).
Tessin: Malvaglia (17.), Castione (17.), Navegna (G), Lugano (G, Z), Ruvigliana (Z), Mt. Brè (Z), Gandria (17.), S. Salvatore (ZT), Montagnola (ZT), Melide (W, Z), Vico Morcote (17.), Mt. Generoso (ZT), Balerna (Z).
Wallis: Gerental (Z), Fully (Z), Branson (WU, Z).
Freiburg: Avry (Z), Räsch (Z), Estavayer (17.).
Waadt: Vaud (G), Aigle (BAS), St. Triphon (17.), Dully (G), Aubonne (BERN, 17.), Coppet (BERN).
Genf: Genève (BERN, G, RUEB, Z), Aire (RUEB), Meyrin (Z).

Italien:
Region Trentino-Alto Adige: Meran = Merano (GZU), Meran Algund (IBF), Bozen = Bolzano (GJO, IBF, M, WU), San Christoforo (IBF), Rovereto (Z), Riva (IB, IBF).

Region Veneto: Monte Baldo (GZU), Verona (GZU), Venezia (Z).
Region Friuli - Venezia Giulia: Monte Daniele (GZU), Trieste-Triest (GJO), Gorizia=Görz (GJO, GZU, M).
Region Lombardia: Gardasee (M), Gargnano (GJO, Z), Salò (IBF) Sondrio (M), Bergamasker Alpen (G), Mandello (Z), Bellano (G), Cadenabbia (Z).
Region Piemonte: Giaglone (G), Torino (G).
Region Liguria: Veniniglia (Z), Portofino (IB), Rapallo (BAS, RUEB, Z), la Spezia (Z).
Region Toscana: Careggi-Firenze (WU), Monte Rotondo-Grosseto (G, WU, Z).
Region Lazio: Civitavecchia (GZU).
Region Campania: Napoli-Vesuvio (M), Castellammare die Stabia (G).

6. Bestimmungsschlüssel

1. Blütenstand: fast traubige reichblütige Rispe, an den seitlichen Blütenstielen nahe beim Hauptstengel 2 Vorblätter; Wurzel rübenförmig:

Campanula Rapunculus

2. Blütenstand: lockere, meist armblütige Rispe, an den seitlichen Blütenstielen 2 Vorblätter, meistens eines davon in der oberen Hälfte; Wurzel spindelförmig:

Campanula patula s.l.

2.1 Kelchzipfel, gemessen an den endständigen Blüten der Haupttriebe: 0,3 - 1,1 cm lang, ganzrandig oder mit 1 - 2 Zähnchen am Grund, deren innere Länge (siehe Abb.23) kürzer als 0,5mm ist. Kelch innen meistens kahl, Kronlänge 1,4 - 2,9cm. Verhältnis Kronzipfellänge : Kelchzipfellänge 1,2 - 3,5:

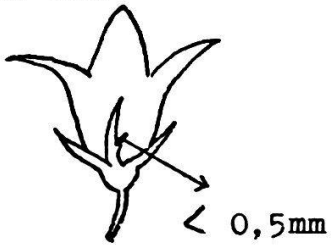


Abb. 23

Campanula patula nördliche Sippe

2.2 Kelchzipfel, gemessen an den endständigen Blüten der Haupttriebe: 0,9 - 2,2cm lang, an den Blüten mindestens 1 Kelchzipfel mit 1 oder mehreren Zähnchen von über 0,5mm Länge. Kelch innen fast immer behaart. Kronlänge 1,6 - 3,4cm. Verhältnis Kronzipfellänge: Kelchzipfellänge 0,7 - 1,5:

Campanula patula südliche Sippe

2.3 Kelchzipfel, gemessen an den endständigen Blüten der Haupttriebe: 0,4 - 1,8cm lang, ganzrandig oder mit 1 - 4 Zähnchen am Grund, die kürzer als 0,5mm sind. An einigen endständigen Blüten 1 Kelchzipfel mit 1 oder höchstens 2 Zähnchen, deren innere Länge über 0,5mm ist. Kelch innen meist kahl. Verhältnis Kronzipfellänge : Kelchzipfellänge 1,0 - 2,3:

Campanula patula tetraploide Sippe

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit umfasst zytotaxonomische und ökologische Untersuchungen an Campanula patula L. s. l. und Campanula Rapunculus L. Das verwendete Pflanzenmaterial wurde im Bereich der Alpen und des Alpenvorlandes in der Schweiz und in Österreich gesammelt.

Campanula patula s. l. lässt sich auf Grund der Ergebnisse in 3 Sippen einteilen: 1) in eine diploide nördliche Sippe (2n=20), die ihre südliche Begrenzung in den zentralalpinen Tälern erreicht. 2) Eine diploide südliche Sippe (2n=20), die gegen Norden bis ins Vorderrheintal und in zentralalpine Täler vordringt. 3) Eine tetraploide Sippe (2n=40), deren Areal sich teilweise mit dem der nördlichen Sippe überschneidet.

Unterschiede zwischen den 3 Sippen zeigten sich in ihrer Zytologie, Morphologie und teilweise in der Ökologie.

Die Chromosomensätze der beiden Diploiden bestehen aus metazentrischen und submetazentrischen Chromosomen. Das Verhältnis zwischen den langen und kurzen Chromosomen ist in den Sippen verschieden. Die südliche Sippe hatte durchschnittlich längere, die tetraploide kürzere Chromosomen und ist in dieser Hinsicht der nördlichen ähnlich.

Das wertvollste morphologische Merkmal zur Bestimmung der Sippen ist die Länge und das Aussehen der Kelchzipfel. Das Verhältnis zwischen der Länge der Kelchzipfel und der Länge der Kronzipfel ist ebenfalls von taxonomischem Wert. Die Pflanzen der nördlichen Sippe haben kurze Kelchzipfel, die der südlichen Sippe lange, während die Werte der tetraploiden Sippe eine Zwischenstellung einnehmen.

Reziproke Kreuzungen zeigten, dass zwischen den zwei diploiden Campanula patula Sippen offensichtlich keine ausgeprägte genetische Schranke besteht, denn es konnten zahlreiche Bastarde erhalten werden. Die Untersuchungsergebnisse stimmen mit den

Beobachtungen in der Natur überein, solche Bastarde wurden in den Übergangsgebieten der beiden Sippen gefunden. Andererseits waren Kreuzungen zwischen diploiden und tetraploiden Pflanzen nur dann erfolgreich, wenn diploide als Mutterpflanzen verwendet wurden.

Was die ökologischen Bedingungen betrifft, kann man sagen, dass die nördliche Sippe von Campanula patula auf feuchten oder trockenen und wenig gedüngten Böden wächst. Sie tritt in einigen Varianten des Arrhenatheretums und des Mesobrometums auf. Die südliche Sippe wächst auf trockenen, nicht stark gedüngten Böden innerhalb der Pflanzenverbände des Arrhenatherion und des Mesobromion. Die Standorte der tetraploiden Sippe sind ähnlich denen der nördlichen Sippe.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit deuten auf eine hybridogene Entstehung der tetraploiden Campanula patula. Es kann angenommen werden, dass sie sich durch Kreuzung von Vertretern der nördlichen und der südlichen Sippe gebildet hat.

Campanula Rapunculus ist in West- und Zentraleuropa verbreitet. Sie seigt eine geringe morphologische Variabilität. Ihr Chromosomensatz (2n=20) besteht im Vergleich zu Campanula patula aus durchschnittlich längeren Chromosomen. In Bezug auf Ihre Ökologie ist sie der Campanula patula südlicher Sippe ähnlich. Die Kreuzungsversuche zeigen eine gut ausgeprägte Affinität zwischen der ganzen Campanula patula Gruppe und Campanula Rapunculus, obwohl in der Natur keine Bastarde gefunden werden konnten. Im Herbarmaterial waren jedoch einige solche Bastarde vertreten.

Summary

The present investigation deals with cytotaxonomy and ecology of Campanula patula L. s. l. and Campanula Rapunculus L. The studied plants were collected in the Alps as well as in some alpine forelands of Switzerland and Austria.

Campanula patula s. l. proved to be differentiated into three types: 1) a diploid northern race (2n=20) which attains its southern limit in central alpine valleys; 2) a diploid southern race (2n=20) which goes northwards to the upper Rhine valley and central alpine valleys; 3) a tetraploid race (2n=40) the distribution of which partially overlaps with that of the northern diploid race.

Further differences observed between the three types concerned their cytology, morphology and, partially, ecology.

The chromosome sets of both diploids consisted of metacentric or submetacentric chromosomes; however, the proportion of particular chromosome types was different in each of the two races: longer chromosomes prevailed in the karyotype of the southern diploid. The tetraploids had mostly shorter Chromosomes in their karyotype; in this respect they resembled the northern diploid race.

The most useful morphological criteria for determination of the particular types were length and form of the sepals. The ratio between the length of the sepals and the length of the free parts of the petals presented a further character of a diagnostic value. The plants belonging to the northern race had short sepals, those of the southern race were much longer, whereas the values of tetraploids were intermediate.

Reciprocal crosses showed that apparently no distinct genetical barrier existed between the two diploid races of Campanula patula: numerous hybrids were obtained. The experimental data agree with the field observations, such hybrids were found by the author in the region where two races come into

contact. On the other hand, the crosses between diploids and tetraploids were only successful when diploids were used as female parents.

As to the ecological conditions, the northern race of Campanula patula grows on moist or dry and only slightly fertilized soils. It appears in some variants of the Arrhenatheretum and Mesobrometum. The southern race grows in dry, not much fertilized stations within the plant communities of the Arrhenatherion and the Mesobromion. The habitat of the tetraploid race is similar to that of the northern race.

The results of the present work point to a putative hybrid origin of the tetraploid race of Campanula patula; it could be assumed that it has arisen from crosses between representants of the southern and the northern diploid race.

Campanula Rapunculus L. occurs all over western and central Europe. It shows rather a limited morphological variability. It's chromosome set (2n=20) consists of rather long chromosomes, compared with Campanula patula s. l. In respect to the ecology it resembles Campanula patula southern race. The crossing experiments show a wellmarked genetical affinity between the whole Campanula patula group and Campanula Rapunculus, however, no hybrids were found in field. Only in a few herbarium specimens some individuals could be seen.

Literaturverzeichnis

ARMAND,L.,1912:Fécondation et développement de l'embryon des Lobéliacées.C.r.Acad.Sci.Paris 155,1534-1536(zit.nach LÖVE und LÖVE 1961).

BRAUN-BLANQUET,J.,und E.RÜBEL,1932-1936:Flora von Graubünden. Veröff.Geobot.Forsch.Inst.Rübel,Zürich,7,1695 S.

CROOK,H.C.,1951:Campanulas,their cultivation and classification. London.256 S.

DAMBOLDT,J.,1965:Zytotaxonomische Revision der isophyllen Campanulas in Europa.Bot.Jb.84,3o2-358.

DYER,A.F.,1963:The use of lacto-propionic orcein in rapid squash methods for chromosome preparations.Stain Tech.38, 85 S.(zit.nach SHARMA und SHARMA 1965).

ELLENBERG,H.,1952:Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung.Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie II, Stuttgart,143 S.

-1963:Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen.In:H.WALTER, Einführung in die Phytologie IV/2,Stuttgart,943 S.

GADELLA,T.W.J.,1964:Cytotaxonomic studies in the genus Campanula.Wentia 11,1-1o4.

HARA,H.,1969:Remarkable examples of speciation in Asiatic Plants.Amer.J.Bot.56,732-739.

HEGI,G.,1918:Illustrierte Flora von Mitteleuropa.München,IV. Bd.,544 S.

HEINRICHER,E.,1885:ein reduciertes Organ bei Campanula persicifolia und einigen anderen Campanula - Arten. Ber.Dtsch.Bot.Ges.3,S.4.

HESS,H.E.,E.LANDOLT und R.HIRZEL,1973:Flora der Schweiz Band 3. Birkhäuser Basel und Stuttgart.874 S.

JONSELL.B.,1968:Studies in the North-West European species of Rorippa s.str.Symb.Bot.Upsal.19,2,222 S.

KINZEL,W.,1926:Neue Tabellen zu Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung.Stuttgart,8o S.

LARSEN,K.,1956:Chromosome studies in some Mediterranean and South European flowering plants.Bot.Not.1o9,293-3o7.

LINNÉ,C.,1764:Genera plantarum eorumque characteres naturales. Upsala 1764,58o S.

LÖVE,A.und D.LÖVE,1948:Chromosome numbers of Northern plant species.Icel.Univ.Inst.Appl.Sci.,Dept.Agric.,Rep.B,3,131 S.
-,und -,1961:Chromosome numbers of Central und Northwest European plant species.Opera Bot.,Lund,5,581 S.
MARCHAL,E.,192o:Recherches sur les variations numériques des chromosomes dans la série végétale.Mém.Acad.R.Belg.II,Cl.IV, 8,1-1o8.(zit.nach LÖVE und LÖVE 1961).
MURR,J.,1898:Dichtbehaarte Formen bei den heimischen Campanulaceen.Allg.Bot.Z.1898,7 S.
OBERDORFER,E.,1952:Die Wiesen des Oberrheingebietes.Beitr. Naturk.Forsch.Südwestdeutschl.11,75-88.
PAULA SCHRANK,F.v.,und K.E.MOLL,1785:Naturhistorische Briefe, Bd.II.Salzburg 1785,457 S.
PODLECH,D.und J.DAMBOLDT,1963:Zytotaxonomische Beiträge zur Kenntnis der Campanulaceen in Europa.Ber.Dtsch.Bot.Ges.76, 36o-367.
RUTLAND,J.P.,1941:The Merton Catalogue.A list of chromosome numbers of British plants.Suppl.1.New Phyt.4o,21o-214.
SHARMA,A.K.und A.SHARMA,1965:Chromosome techniques.Theory and practice.Butterworth London.474 S.
SCHNEIDER,J.,1954:Ein Beitrag zur Kenntnis des Arrhenatheretum elatioris in pflanzensoziologischer und agronomischer Betrachtungsweise.Beitr.Geobot.Landesaufn.Schweiz 34,1o2 S.
STRID,A.,1969:Variation in the satellite chromosomes of Nigella doerfleri (Ranunculaceae).Bot.Not.122,9-19.
TEPPNER,H.,197o:Karyotypen europäischer,perennierender Sippen der Gramineengattung Anthoxanthum.Öster.Bot.Z.118,28o-292.
TISCHLER,G.,195o:Die Chromosomenzahlen der Gefässpflanzen Mitteleuropas.Verlag Junk Den Haag.263 S.
WITASEK,J.,19o2:Ein Beitrag zur Kenntnis der Gattung Campanula. Abh.k.k.Zool.-Bot.Ges.Wien 1,1-1o6.

Adresse der Autorin : Dr. Margit Luise Hauser
Müllner Hauptstr. 19
A - 5020 Salzburg

Nomenklatorische Bemerkungen zur Publikation von M. HAUSER über die Artengruppe der Campanula patula L.

von E. LANDOLT

In der Arbeit von M. HAUSER fehlen die lateinischen Bezeichnungen für die verschiedenen zytologisch und morphologisch charakterisierten Sippen von Campanula patula s.l. Damit die Resultate dieser Arbeit für die Floristik und Systematik verwertet werden können, müssen die einzelnen Sippen einen eindeutigen Namen erhalten. Im folgenden sollen deshalb einige nomenklatorische Fragen abgeklärt und die zu verwendenden Namen begründet werden. Die geographische Verbreitung der einzelnen Sippen wird kurz umschrieben.

Den Direktoren der Herbarien des Prager Nationalmuseums und des Landesmuseums Bosniens und der Herzegowina bin ich für die Zusendung von Typusexemplaren zu grossem Dank verpflichtet. Frau PD Dr. K. URBANSKA danke ich herzlich für Chromosomenzählungen und Pollenkornmessungen.

Campanula Rapunculus L. Species Plantarum (ed.1, 1753), p. 163

LINNE hat C. Rapunculus anhand von schwedischem Material beschrieben und unverwechselbar charakterisiert. Die Art ist in Europa (nordwärts bis Niederlande und südlicheres Russland, weiter nördlich z.T. verwildert), in Nordwestafrika und im Kaukasus verbreitet. Zumindest in Mittel- und Nordeuropa ist sie morphologisch einheitlich.

Campanula patula L. Species Plantarum (ed.1, 1753), p. 163

Die Beschreibung von LINNE passt auf die nördliche Sippe, die deshalb den Namen C. patula L. s.str. zu tragen hat. Die Art ist eine mittel- und osteuropäische Pflanze, deren Areal nordwärts bis England, Südskandinavien und Karelien, ostwärts bis westlichstes Sibirien und Ukraine, südwärts bis Rumänien, Mazedonien, in die Alpen und Mittelfrankreich und westwärts bis zur Dauphiné und Nordwestfrankreich reicht.

Campanula Costae Willk. ex Willkomm et Lange, Prodr.Florae Hisp. II (1868), p. 294

C. Costae wurde anhand von Pflanzen aus dem Val d'Aran (Ostpyrenäen) beschrieben. Auf einer Exkursion in die Pyrenäen (gemeinsam mit PD Dr. K. URBANSKA) wurden Pflanzen aus dem gleichen Tal gesammelt und die Identität mit den Pflanzen der südlichen Sippe festgestellt. Auch die Chromosomenzahl erwies sich als diploid (2n=20). Der Name C. bellidifolia Lapeyr bezieht sich mit ziemlicher Sicherheit auf die gleiche Sippe, muss aber als jüngeres Homonym zu C. bellidifolia Adam fallen gelassen werden. Der Name C. flaccida Dalla Torre et Sarnthein basiert auf der von WALLROTH aus der Gegend von Halle beschriebenen var. flaccida. Da in Halle aber nur C. patula s.str. vorkommt, gilt der Name "flaccida" lediglich einer Schattenform von C. patula s.str. C. Costae ist eine Pflanze südwesteuropäischer Gebirge: Nordspanische Gebirge, Pyrenäen, Massiv Central, südlicher Jura, südliche Alpen (ostwärts bis zum Etschtal), westlicher Apennin. Besonders häufig ist sie in den Westpyrenäen. Dort kommt sie ausserhalb der Wiesen auch in lichten Steilhangwäldern vor.

Campanula jahorinae (K. Maly) stat. nov. (C. patula var. jahorinae K. Maly, Oesterr. Bot. Z. 57 [1907], p. 184)

K. MALY hat seine Varietät von der Gola Jahorina (Bosnien) beschrieben. Als charakteristisches Merkmal werden die grossen Blüten (Krone 3-4 cm lang) angegeben. Dieses Merkmal ist typisch für die tetraploide Sippe, die in jenem Gebiet auch vorkommt.

Das Typusexemplar von C. patula var. jahorinae Maly wurde uns freundlicherweise vom Herbarium des Landesmuseums Bosniens und Herzegowina in Sarajewo (SARA) zur Ueberprüfung zugesandt. Die Kronlängen betragen zwischen 3,6 und 4 cm und liegen an der oberen Grenze der von M. HAUSER angegebenen Variationsbreite für die tetraploide Sippe, die von den untersuchten Sippen die grösste Kronlänge aufweist. Die übrigen Merkmale liegen alle innerhalb der Variationsbreite für die tetraploide Sippe.

Die lange Krone ist gegenüber C. patula s.str. und teilweise auch gegenüber C. Costae charakteristisch. Von C. Costae unterscheidet sich die Pflanze durch die Kelchzipfel, die im Verhältnis zur Krone bedeutend kürzer sind und keine Zähne aufweisen, die grösser als o,5 mm sind. Die Grösse der Pollenkörner beträgt im Mittel 35µ. Diese Werte liegen gemäss Abb. 20 sowohl im Variationsbereich der diploiden wie der tetraploiden Sippen, so dass sie in Bezug auf die Chromosomenzahl der Pflanze nichts aussagen können. Die morphologischen Merkmale sind allerdings eindeutig, so dass der Name für die tetraploide Sippe verwendet werden kann. Uns ist im Uebrigen kein Name bekannt, der sich ebenfalls auf die tetraploide Sippe beziehen könnte. Es wurde auch abgeklärt, ob allenfalls mit dem Namen C. bracteata Seidel (ex Opiz, Naturalientausch I [1823], p. 168) die tetraploide Sippe beschrieben wurde. Eine Ueberprüfung des Typusexemplars aus dem Herbar des Prager Nationalmuseums erbrachte aber die Identität von C. bracteata mit der nördlichen diploiden Sippe (C. patula s.str.).

C. jahorinae ist in den Ostalpen (westwärts bis Paznaun und Etschtal) und auf der nördlichen Balkanhalbinsel verbreitet.

Falls die einzelnen Sippen von C. patula s.l. als Unterarten eingestuft würden, müssten die Namen heissen:

C. patula L. ssp. patula = nördliche diploide Sippe
C. patula L. ssp. Costae (Willk.) Fedorov = südliche diploide Sippe (Flora Europaea IV, 1975)
C. patula L. ssp. jahorinae (K.Maly) stat.nov. = tetraploide Sippe (C. patula var. jahorinae K. Maly, Oesterr. Bot. Z. 57 [1907], p.184)