

# Morphologische Untersuchungen

Objekttyp: **Chapter**

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

Band (Jahr): **53 (1975)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

### 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 befeuchtem 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 Bodenverhältnissen 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

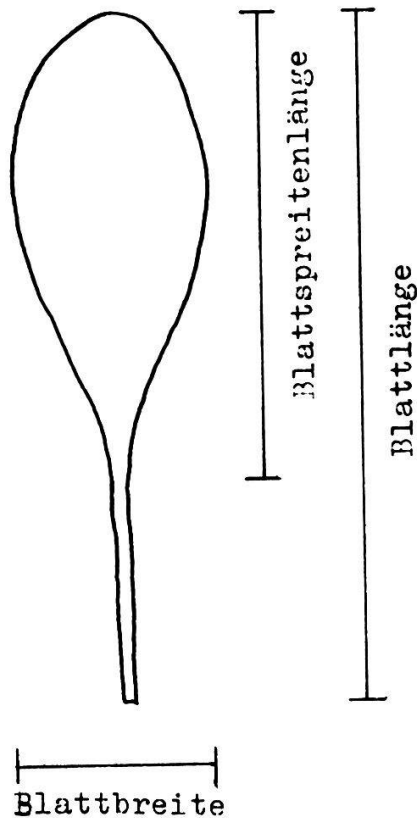


Abb.7

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

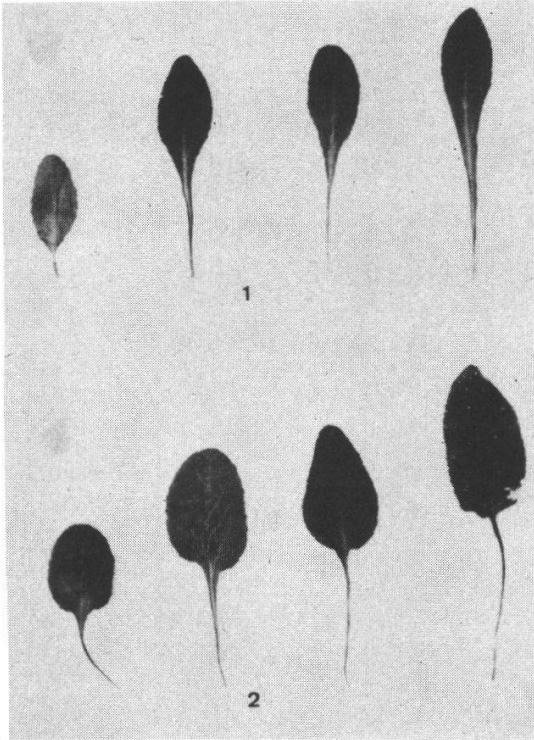


Abb. 8

In der Abbildung ist die Variabilität der Blätter einer Rosette von

- 1 Campanula patula und
  - 2 Campanula rapunculoides
- 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      Längen    von 0,8 cm - 2,0 cm im Mittel von 1,2 cm.  
Sippe:          Breiten    von 0,2 cm - 0,6 cm im Mittel von 0,3 cm.

Südliche      Längen    von 1,1 cm - 2,1 cm im Mittel von 1,5 cm.  
Sippe:          Breiten    von 0,2 cm - 0,6 cm im Mittel von 0,4 cm.

Tetraploide    Längen    von 0,8 cm - 2,3 cm im Mittel von 1,7 cm.  
Sippe:          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 armlütige 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.

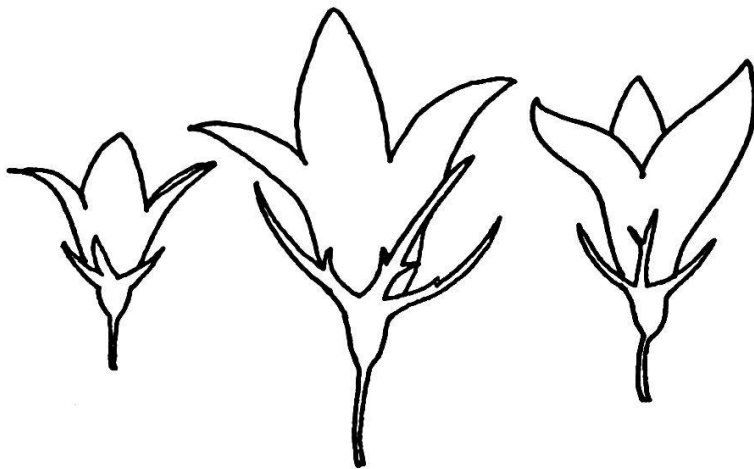
Nördliche Sippe: Die Kelchzipfel sind meist ganzrandig. Kommen Zähnchen vor, dann sind diese nie länger als 0,5 mm. Man findet 2 Zähnchen pro Zipfel.

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 Kelchzähnen 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 Zähnen, 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.

#### Kronzipfel-

längen: 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.

#### Kronzipfel-

breiten: 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:Kelchzipfellaenge

Kronlänge : Kelchzipfel- länge	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

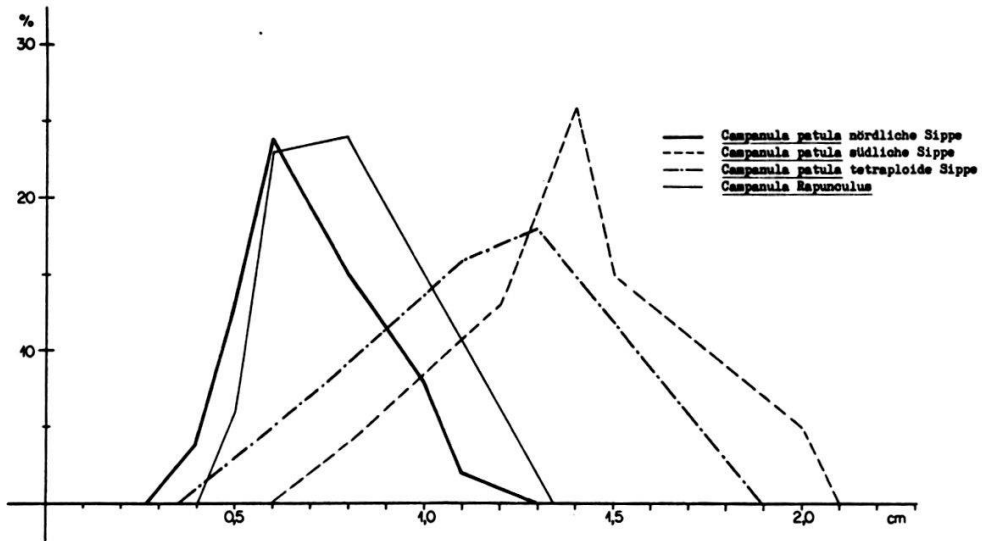


Abb. 10 Kelchzipfellängen

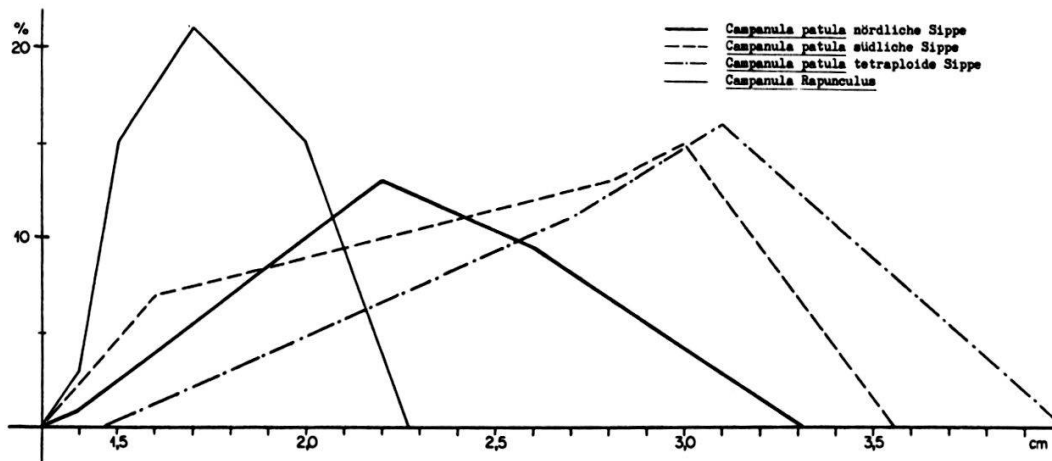


Abb. 11 Kronlängen

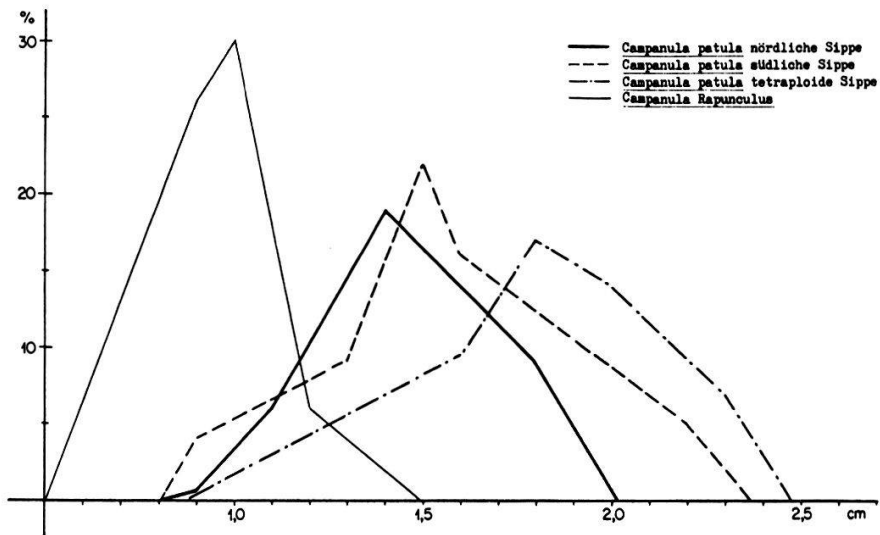


Abb. 12 Kronzipfellängen

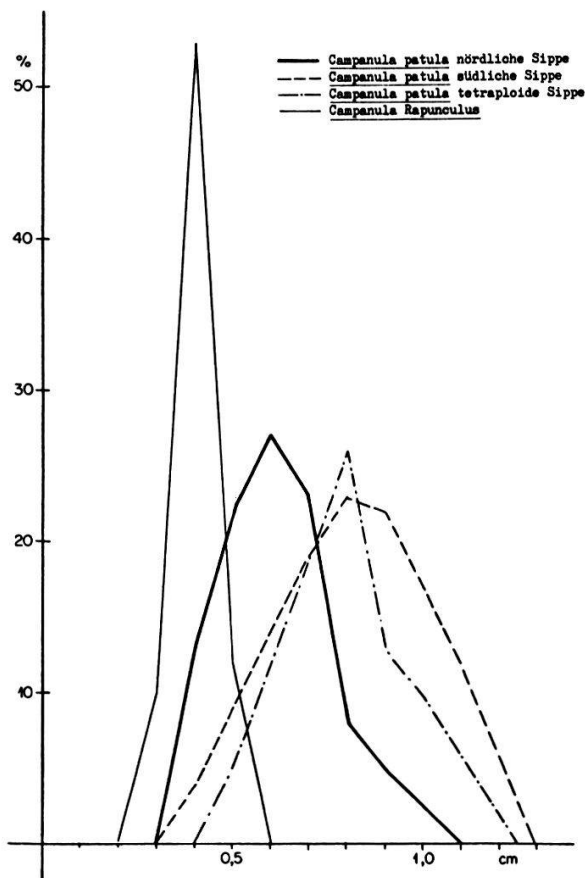


Abb. 13 Kronzipfelbreiten

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 Narbenschkel 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.



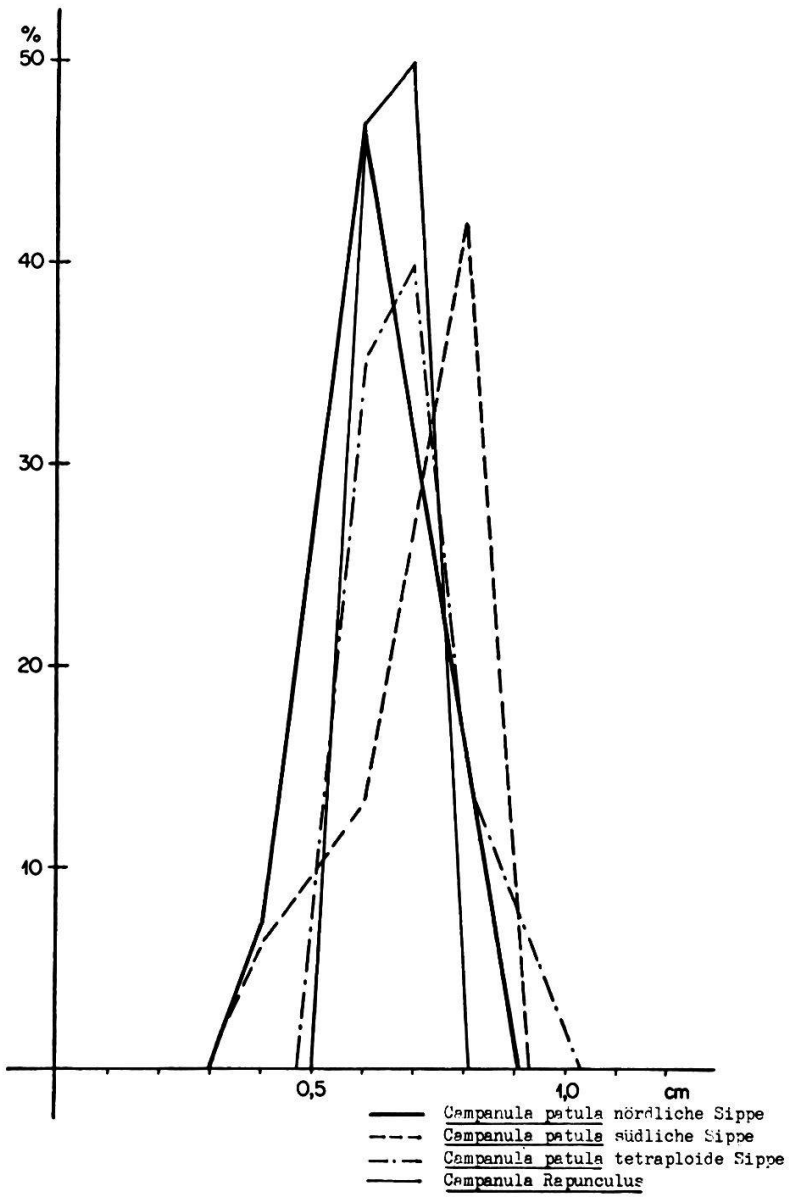


Abb. 18 Staubblattlängen



### 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  $\mu$  und 49,50  $\mu$ , der Durchmesser liegt jedoch von 70 % aller Pollen im Bereich von 33,00  $\mu$  und 38,50  $\mu$ .

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

Tabelle IV: Durchmesser der Pollenkörner in  $\mu$ 

Art und Herkunftsort	Chromo - somenzahl	je 150 Pollenkörner gegliedert nach ihrem Durchmesser ( $\mu$ )								Mittel			
		27,50	30,25	33,00	35,75	38,50	41,25	44,00	46,75		49,50	52,25	
<u>Campanula patula</u> nördliche Sippe Kulturpflanze von Weite (CH)	2n = 20	9	24	67	48	1	38,50	41,25	44,00	46,75	49,50	52,25	33,10
<u>Campanula patula</u> südliche Sippe Kulturpflanze von Airolo (CH)	2n = 20	6	22	45	62	13	1	1	1				34,20
<u>Campanula patula</u> tetraploide Sippe Kulturpflanze von Mondsee (A)	2n = 40			1	17	39	72	72	17	4			40,30
<u>Campanula Rapunculus</u> Kulturpflanze von Untersiggenthal (CH)	2n = 20					1	1	6	45	72	25	1	46,10
<u>Campanula patula</u> nördliche Sippe Herbarpflanze von Leoben (A)	2n = 20	3	29	77	37	4							33,10
<u>Campanula patula</u> südliche Sippe Herbarpflanze von Cevio (CH)	2n = 20	1	21	37	54	22	13	13	2				35,00
<u>Campanula patula</u> tetraploide Sippe Herbarpflanze von Mollbrücke (A)	2n = 40			5	70	72	3	3	28				37,20
<u>Campanula Rapunculus</u> Herbarpflanze von Stein a. Rhein (CH)	2n = 20					25	97	97					41,40

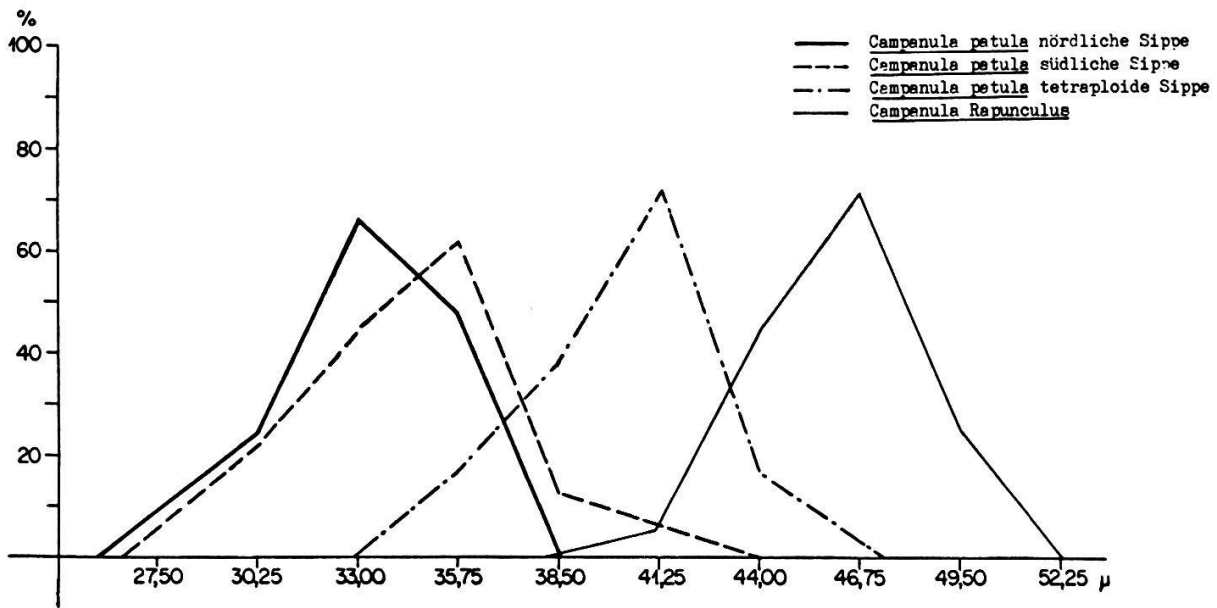


Abb. 19 Pollendurchmesser der in der Tabelle angegebenen Populationen (lebendes Material)

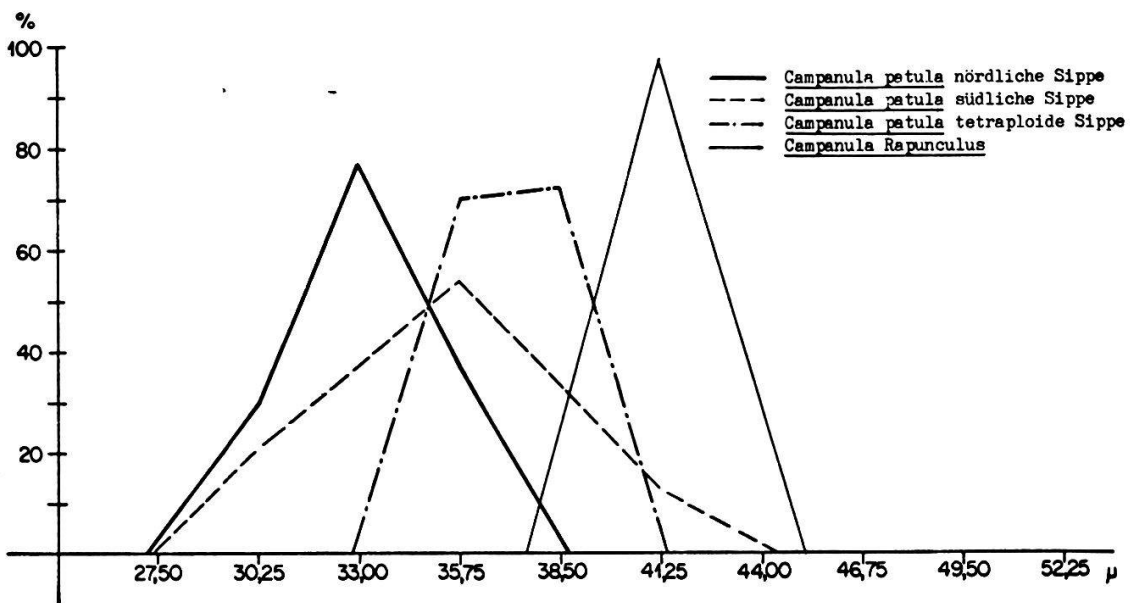


Abb. 20 Pollendurchmesser der in der Tabelle angegebenen Populationen (Herbarmaterial)

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  $35,75\ \mu$  und  $52,25\ \mu$ . Die meisten Pollen (80 %) hatten einen Durchmesser im Bereich von  $38,50\ \mu$  und  $44,00\ \mu$ . Gegenüber dem lebenden Material waren auch hier die Herbarpollen um eine Klasse d. s.  $2,75\ \mu$  kleiner.

### 3.2.10 Früchte

Campanula patula: Die Kapseln stehen aufrecht, im oberen Drittel befinden sich drei Löcher, die sich bei der Samenreife 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.

Anderer 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 am Kelch hatte nur eine Pflanze aus Toi (CH).

### 3.3 Tabelle der Unterscheidungsmerkmale

Merkmale	<u>Campanula patula</u>			<u>Campanula Rapunculus</u>
	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 armlütige 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:Kelchzipfella länge	2,2 - 5,4	1,1 - 2,7	1,7 - 4,5	1,6 - 3,4
b) Kronzipfella länge:Kelchzipfella länge	1,2 - 3,5	0,7 - 1,5	1,0 - 2,7	0,8 - 1,8
Pollendurchmesser ( $\mu$ ):	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 ( $\mu$ ):	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.