

# Zytogeographische und biosystematische Untersuchungen an *Arabis pumila* Jacq. s.l.

Autor(en): **Neuenschwander, Andres**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Botanica Helvetica**

Band (Jahr): **101 (1991)**

Heft 1

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-70302>

## **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.

# Zytogeographische und biosystematische Untersuchungen an *Arabis pumila* Jacq. s.l.

**Andres Neuenschwander**

Arbeitsgruppe für Karyosystematik des Systematisch-Geobotanischen Instituts der Universität Bern, Altenbergrain 21, CH-3013 Bern, Schweiz

Manuskript angenommen am 20. Januar 1991

## Abstract

Neuenschwander A. 1991. Cytogeographic and biosystematic studies on *Arabis pumila* Jacq. s.l. Bot. Helv. 101: 39–52.

The *Arabis pumila* Jacq. s.l. group was investigated concerning cytology, cyto geography, autecology and biosystematics in Switzerland.

46 populations were investigated caryologically. On the occasion chromosome numbers known by now could be verified. 31 populations proved to be diploid ( $2n = 2x = 16$ ), 11 populations to be tetraploid ( $2n = 4x = 32$ ). In 4 populations plants of both ploidy levels were found. The two taxons are sympatric.

Tetraploid plants show a significantly higher amount of fruits per branch, as well as significantly smaller seed wings compared to diploid plants. The two ploidy levels present different hairiness of root leaves as shown by Titz (1973).

Seed of tetraploid plants germinated faster as well as in greater amount regarding the diploid plants.

Diploid plants are associated to *Androsacetum helveticae*, tetraploid plants to *Thlaspietum rotundifolii*.

The two ploidy levels have to be classified as microspecies. Diploid plants are named *Arabis stellulata* Bertol., tetraploid plants *Arabis pumila* Jacq. s.str.

*Key words:* *Arabis pumila* Jacq. s.l., cyto geography, morphology, germination, autecology.

## 1. Einleitung

Die vorliegende biosystematische Studie befaßt sich mit *Arabis pumila* Jacq. s.l., der Zwerg-Gänsekresse. Diese gehört mit *Arabis coerulea* und *Arabis jacquinii* zur Sektion *Lomaspora* der Gattung *Arabis*. Alle drei Arten dieser Sektion sind ausdauernd.

*Arabis pumila* Jacq. s.l. tritt in der alpinen und subalpinen Stufe in Geröllhalden und Felsspalten auf und ist an Kalk gebunden. Vereinzelt kommt sie auch in der montanen Stufe vor. Ihr Verbreitungsgebiet reicht von den Alpes Maritimes bis zu den Karawanken; sie tritt aber auch in den Apuanischen Alpen und in den Abruzzen auf. In den schweizerischen Kalkalpen ist sie verbreitet, aber nicht häufig; im Jura fehlt sie.

Chromosomenzählungen und Untersuchungen zur Systematik liegen von Titz (1967, 1971, 1973, 1976) und Burdet (1967) vor. Titz (1967) wies nach, daß dieser Formenkreis zwei Sippen unterschiedlicher Chromosomenzahlen umfaßt. Die Unterart *Arabis pumila* subsp. *stellulata* ist mit  $2n = 16$  Chromosomen diploid, die Unterart *Arabis pumila* subsp. *pumila* mit  $2n = 32$  Chromosomen tetraploid. Nach Titz (1976) besteht in den nördlichen, zentralen und östlichen Teilen der Alpen keine geographische Trennung der beiden Sippen. Burdet (1967) und Titz (1971) wiesen in je einem Fall beide Chromosomenrassen in ein und derselben Population nach.

Aus dem Gebiet der Schweiz lagen bis anhin nur wenige Chromosomenzählungen vor. Die für das Gebiet vorliegenden Angaben zur Verbreitung (Titz 1976, Burdet 1967) beruhen vorwiegend auf der morphologischen Analyse von Herbarmaterial.

Die vorliegende Arbeit setzte sich zum Ziel, eine größere Anzahl von Populationen von *Arabis pumila* Jacq. s.l. zytologisch zu untersuchen, die morphologischen Trennmerkmale zu überprüfen und statistisch abzusichern, sowie die Verbreitung der beiden Sippen im Gebiet der Schweiz abzuklären.

## 2. Material und Methoden

Die Materialbeschaffung von *Arabis pumila* Jacq. s.l. stützte sich auf die Fundortangaben der Universitätsherbarien von Bern, Genf, Lausanne, Neuenburg, Zürich, sowie der ETH Zürich.

Die karyologischen Untersuchungen wurden zu Beginn der Arbeit an Wurzelspitzenmaterial kultivierter Pflanzen durchgeführt. Da sich die Kultur der Pflanzen im Versuchsfeld des Botanischen Gartens Bern als schwierig erwies, wurden im weiteren Verlauf die Untersuchungen fast ausschließlich an Meristemen von Wurzelspitzen angekeimter Samen vorgenommen.

Die Wurzelspitzen wurden in 0,1% Colchicininlösung oder in gesättigter Paradichlorbenzollösung während 2 h bei 6°C beziehungsweise 20°C vorbehandelt, in Äthanol-Eisessig (3:1) fixiert und in Orcein-Essigsäure (48 h bei 20°C) oder Orcein-Lacto-Propionsäure (24 h bei 20°C) gefärbt. Anschließend wurde das Material in 1 n Salzsäure bei 60°C während 10 min mazeriert und zu einem Quetschpräparat verarbeitet.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Zytogeographie

Insgesamt wurde an Material aus 46 verschiedenen Populationen Chromosomenzählungen durchgeführt. 31 Populationen waren mit  $2n = 2x = 16$  Chromosomen diploid, 11 Populationen mit  $2n = 4x = 32$  Chromosomen tetraploid. In vier Populationen wurden Pflanzen beider Ploidiestufen festgestellt. Abb. 1 zeigt die Fundorte der Populationen beider von uns karyologisch untersuchten Sippen.

### 3.2 Morphologie

#### 3.2.1 Einleitung

Ziel der Untersuchungen war die Überprüfung und statistische Absicherung der von Titz (1973) angegebenen morphologischen Merkmale. Die Datenerhebung wurde ausschließlich an Material karyologisch untersuchter Populationen durchgeführt. In die Untersuchung wurden die Merkmale der Schotenzahl pro Stengel, der Flügelbreite der Samen und der Behaarung der Rosettenblätter einbezogen.

Tab. 1. Karyologisch untersuchte Populationen von *Arabis pumila* Jacq. s.l. im Gebiet der Schweiz

Fundort	Koordinaten	Meeres- höhe	Chromosomen- zahl
Westschweiz und Wallis			
Cabane de Plan-Névé	577.325/121.975	2300 m	16/32
Col d'Essets	579.100/124.925	2050 m	16
Glacier de Paneirosse	578.875/123.750	2320 m	16/32
Les Perris Blancs	575.725/124.500	1920 m	16
Ob Griessee, Nufenen	671.300/145.850	2390 m	32
Berner Oberland			
Iffigsee ob Lenk	597.800/137.325	2090 m	16
Zwischen Stigelschafberg und Stigellegi	595.600/137.650	2300 m	16/32
unter Wildhornhütte	596.500/136.675	2210 m	32
Saanerslochfluh	591.750/149.875	1890 m	16
Saanerslochfluh	591.800/149.975	1860 m	16
Westseite Bäderhorn	591.875/162.725	1735 m	16
Turnen ob Därstetten	604.200/165.175	1530 m	16
Stockhorn, am Fuß des Felsens	607.350/171.375	2020 m	16
unter Sigriswiler Rothorn	625.375/175.585	1905 m	16
unter Burgfeldstand	627.450/174.525	1965 m	16
Engstligenalp	609.625/143.800	1940 m	16
Zwischen First und Hohwang	615.600/150.750	2400 m	32
Abstieg nach Waldhaus	616.550/144.975	1720 m	16
Klus bei Kandersteg	617.100/146.425	1345 m	16
Klus bei Kandersteg	617.240/146.750	1325 m	16
unter Doldenhornhütte	619.750/148.250	1880 m	16/32
unter Doldenhornhütte	619.800/148.300	1890 m	16
ob Doldenhornhütte	620.050/148.250	1960 m	16
ob Gamchi	627.075/152.550	1800 m	16
Kilchbalm ob Gimmelwald	630.875/153.075	1560 m	32
Kilchbalm ob Gimmelwald	630.900/153.050	1560 m	32
unter Tällistock	667.375/177.700	2005 m	16
Zentralschweiz			
ob Trübseealp	673.000/182.050	1970 m	32
ob Trübseealp	673.050/182.100	1960 m	32
Braunwaldalp	718.240/201.425	1650 m	16
Ostschweiz			
Alp Grueb, ob Wildhaus	748.325/233.125	1880 m	16
Seealpsee	748.975/237.050	1225 m	16
Am Leuenfall	747.175/239.525	988 m	16
Aroser Weißhorn	768.050/184.400	2640 m	16
Aroser Weißhorn	768.025/184.450	2640 m	32
Panoramaweg unter Schiahorn, Davos	781.200/187.800	2310 m	32
Schiahorn, NO Hang	781.425/187.600	2305 m	16
Val Zavretta	780.050/163.325	2400 m	16
Albula bei Paßhöhe	784.100/161.950	2310 m	16
Ob Juf	766.050/143.100	2360 m	32
Gess bei Bernina	800.400/144.475	2200 m	16
Ofenpaß Paßhöhe	818.325/169.300	2165 m	16
Lai da Rims	826.300/161.750	2390 m	32
Piz Umbrail	828.550/160.075	2880 m	16
Osthang des Piz Umbrail	828.850/159.675	2720 m	16
Tessin			
Nordhang der Cima dell'Oress	725.650/102.600	1550 m	16

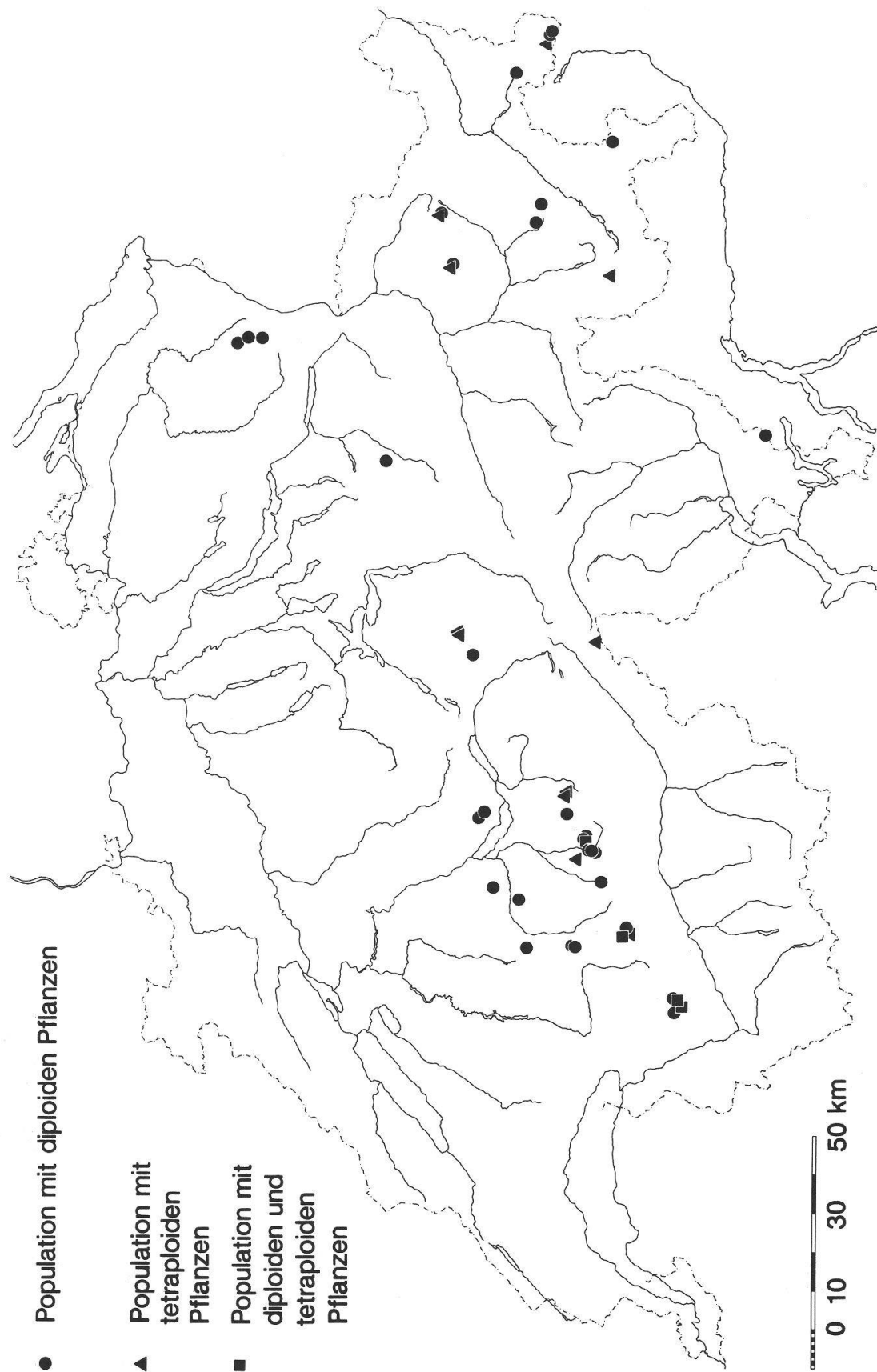


Abb. 1. Fundorte der karyologisch untersuchten Populationen von *Arabis pumila* Jacq. s.l.

### Anzahl Stengel mit entsprechender Fruchtzahl

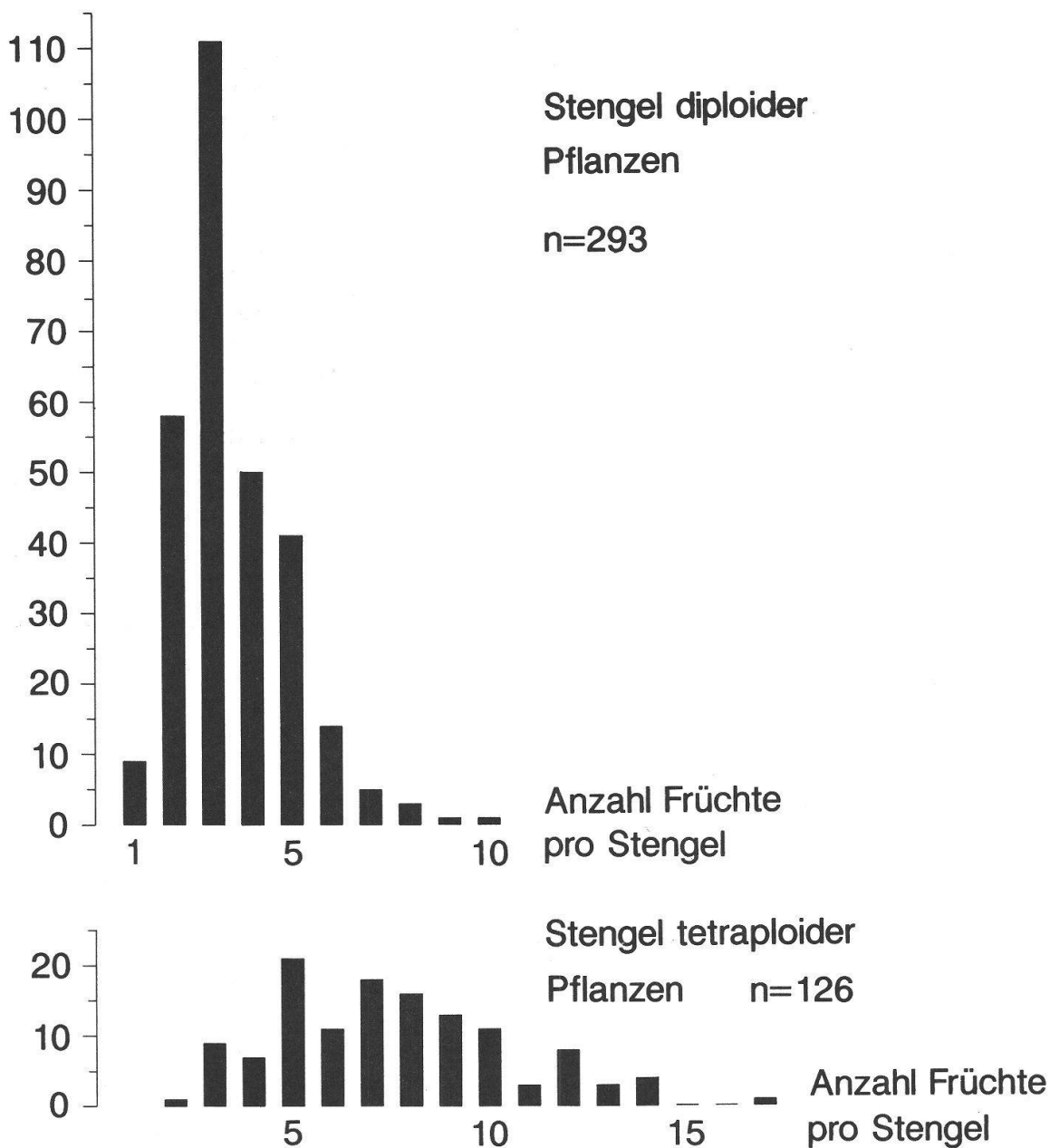


Abb. 2. Anzahl der Früchte pro Stengel beider Sippen von *Arabis pumila* Jacq. s.l.

#### 3.2.2 Ergebnisse

Anzahl Schoten pro Stengel. – An insgesamt 419 Stengeln wurde die Anzahl der Schoten festgestellt (Abb. 2). Die statistische Auswertung der Daten mit Hilfe des zweiseitigen z-Testes nach Riedwyl (1978) ergab einen z-Wert von 14,52. Die tetraploiden Pflanzen wiesen mit einem Mittel von 7,5 eine signifikant höhere Anzahl von Schoten pro Stengel auf als die diploiden Pflanzen (Mittelwert: 3,5).

Anzahl Samen mit entsprechender  
maximaler Samenflügelbreite

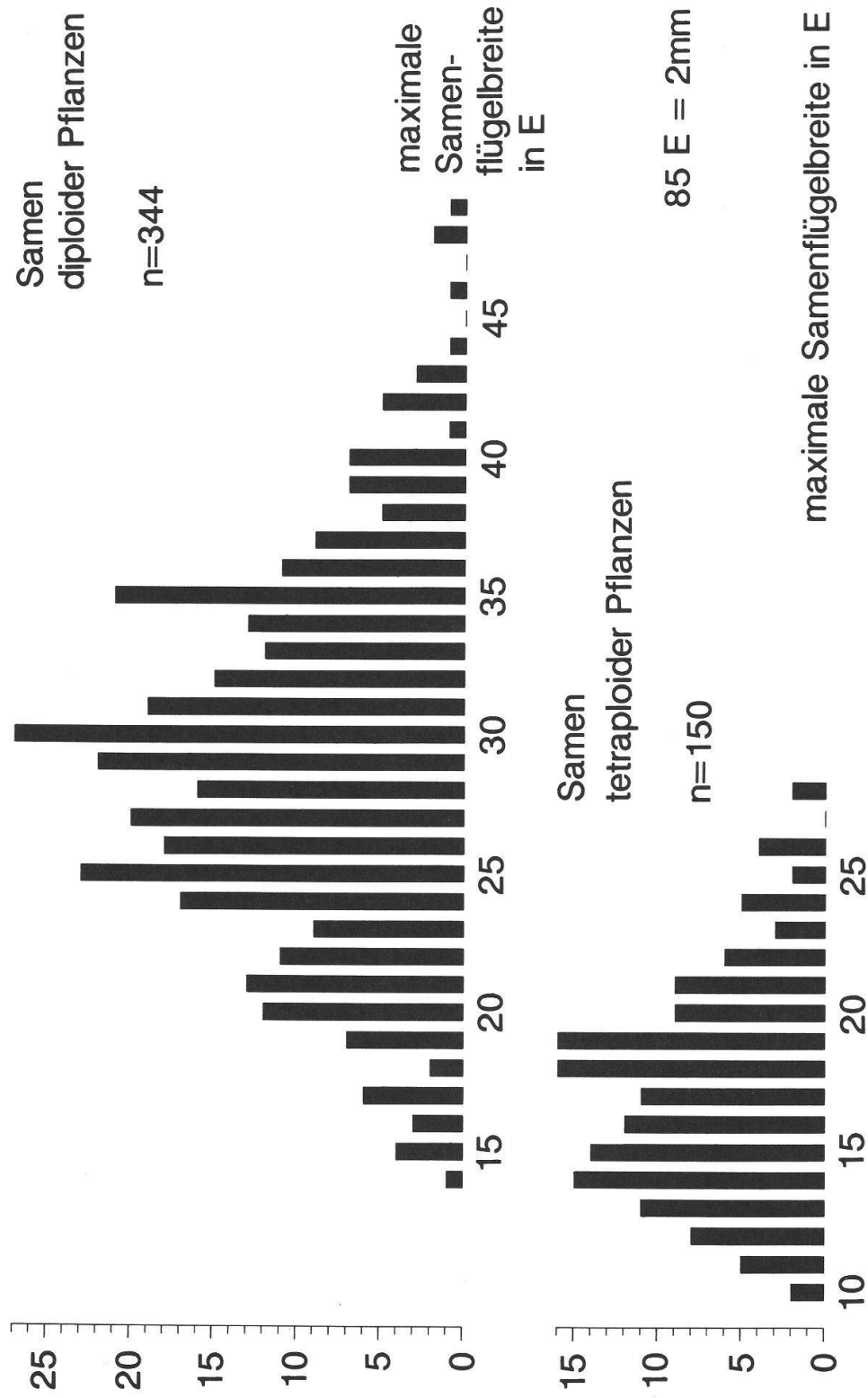


Abb. 3. Größte Breite der Samenflügel beider Sippen von *Arabis pumila* Jacq. s.l.



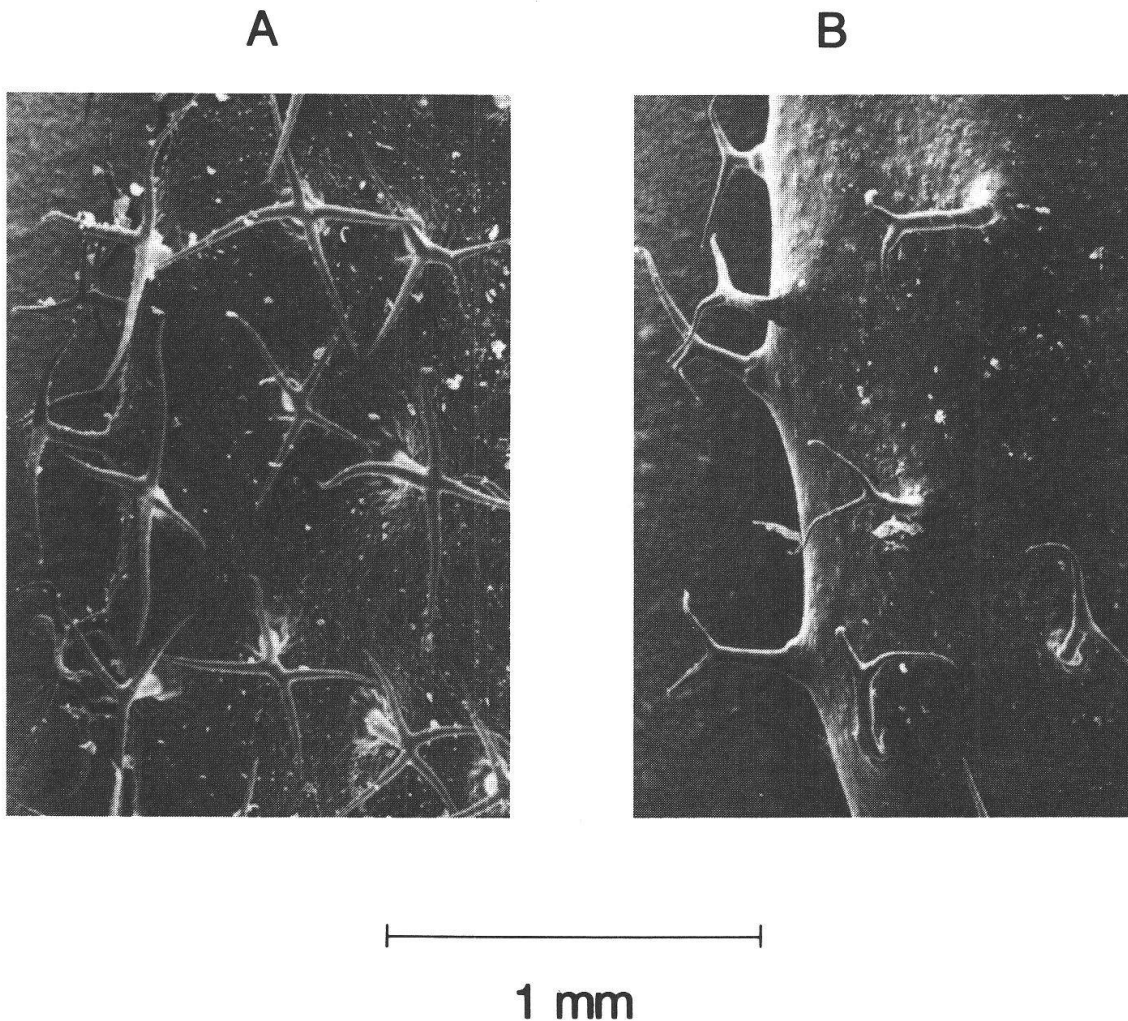


Abb. 4. Blattbehaarung von *Arabis pumila* Jacq. s.l. (REM-Aufnahmen durch M. Weber). A: Behaarung der Oberseite eines Rosettenblattes einer diploiden Pflanze. Herkunft: Klus bei Kandersteg, Koord. 617.100/146.425, 1345 m ü.M. B: Behaarung der Oberseite eines Rosettenblattes einer tetraploiden Pflanze. Herkunft: Kilchbalm ob Gimmelwald, Koord. 630.875/153.075, 1560 m ü.M.

Flügelbreite. – An insgesamt 494 Samen wurde die maximale Flügelbreite gemessen (Abb. 3). Die statistische Auswertung der Daten mit Hilfe des erwähnten Tests ergab einen z-Wert von 24,21. Die diploiden Pflanzen wiesen mit einem Mittelwert von 0,68 mm eine signifikant höhere maximale Samenflügelbreite als die tetraploiden Pflanzen (Mittelwert: 0,41 mm) auf.

Blattbehaarung. – Auf dem REM wurde die Oberseite eines Rosettenblattes je einer diploiden und einer tetraploiden Pflanze photographiert (Abb. 4). Die Blätter der diploiden Pflanzen sind meistens sehr dicht mit vorwiegend 4 spaltigen Haaren, die Blätter der tetraploiden Pflanzen meistens locker mit vorwiegend 2 spaltigen Haaren besetzt. Dieses Merkmal ist im Feld mit einer Lupe (10 ×) leicht zu erfassen.



### 3.2.3 Zusammenfassung: Karyologie und Morphologie

Tab. 2. Karyologische und morphologische Unterscheidungsmerkmale der beiden Taxa

Merkmale	<i>Arabis stellulata</i> Bertol. (2x)	<i>Arabis pumila</i> Jacq. s.str. (4x)
Chromosomenzahl	2n = 16	2n = 32
Habitus	Stengel 4–11 cm; Pflanzen von zarterem Wuchs; meist kleinere Blätter	Stengel 5–12 cm; kräftigere Wuchsform; meist größere Blätter
Behaarung der Oberseite der Rosettenblätter	Blätter meistens sehr dicht mit vorwiegend 4spaltigen Haaren besetzt, sehr selten verkahlend	Blätter mit überwiegend 2spaltigen sowie einfachen Haaren locker besetzt; nur sehr selten überwiegen 3- und 4spaltige Haare
Zahl der Schoten je Stengel	1–10 Mittelwert 3,5 Standardabweichung 1,4	2–17 Mittelwert 7,5 Standardabweichung 3,0
Größe Breite der Samenflügel	0,33–1,15 mm Mittelwert 0,68 mm Standardabweichung 0,15 mm	0,24–0,66 mm Mittelwert 0,41 mm Standardabweichung 0,09 mm

### 3.2.4 Verbreitung

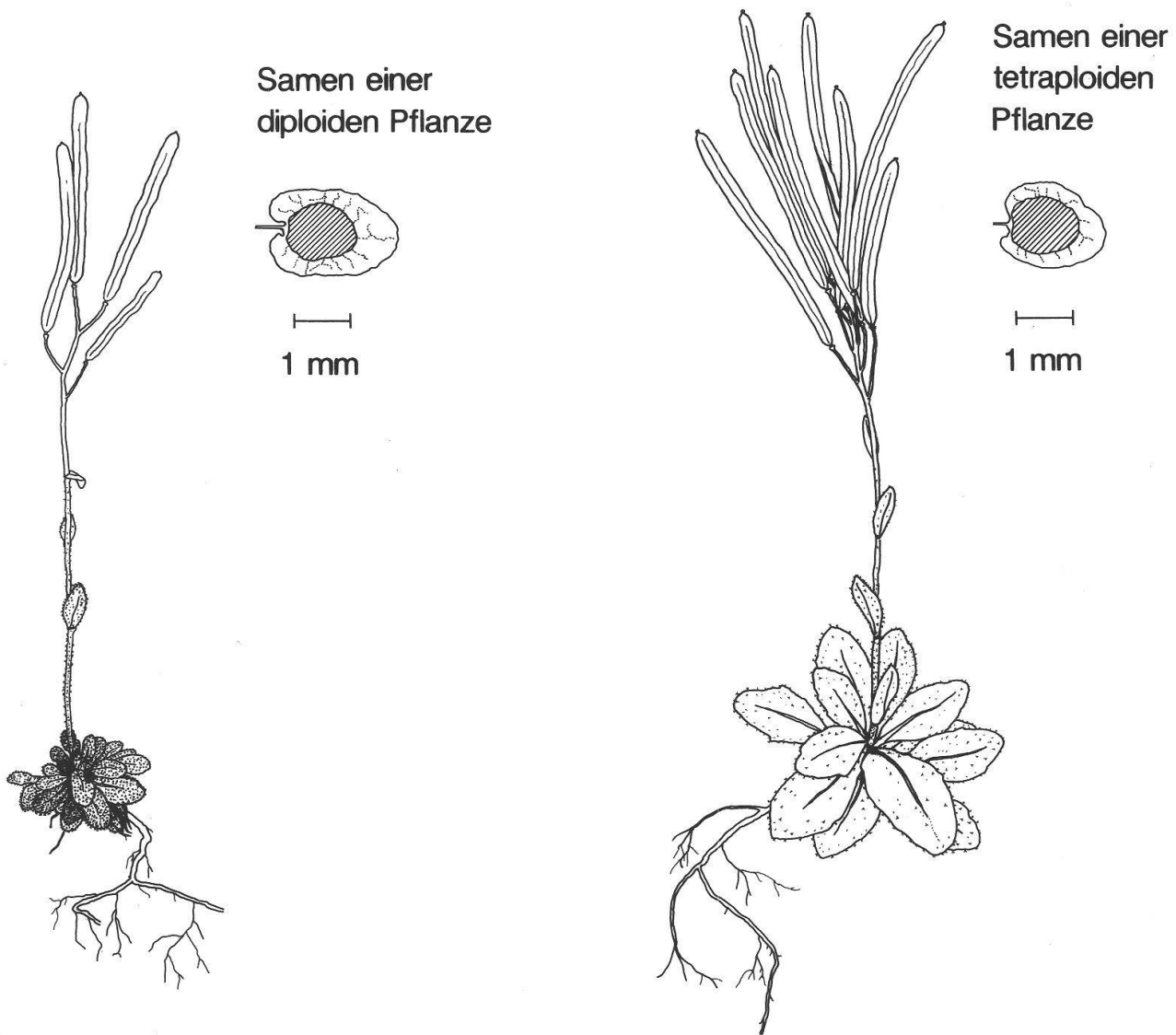
Anhand der erarbeiteten morphologischen Trennmerkmale wurden die Herbarbelege der in Kapitel 2 erwähnten Universitätsherbarien den einzelnen Kleinarten zugeordnet. Eine Fundortliste findet sich in der Originalarbeit, die im Syst. Geobot. Institut der Universität Bern einzusehen ist. Abb. 6 zeigt die Verbreitung der beiden Taxa im Gebiet der Schweizer Alpen. Die beiden Areale überlappen sich. Die beiden Kleinarten sind sympatrisch.

### 3.3 Keimung

Die Keimungsversuche wurden im Labor durchgeführt. Reife Samen wurden zunächst in Gibberellinsäurelösung ( $5 \times 10^{-3}$  Mol/l) nach Fossati (1980) während 5 Tagen vorbehandelt. Die Lösung wurde nach 3 Tagen erneuert. Nach der Vorbehandlung wurden die Samen auf feuchtem Filtrierpapier in Petrischalen zur Keimung gebracht. In den einzelnen Versuchen wurden immer nur Samen einer Population verwendet. Die Versuche liefen nach der Vorbehandlung während 10 Tagen. Mit Ausnahme des 6. Tages wurde bei jedem Versuch täglich die Keimungsrate bestimmt. Die prozentualen Anteile wurden anschließend für jeden Tag einzeln und für diploide und tetraploide Populationen getrennt gemittelt. Es wurden 46 Versuche mit insgesamt 4109 Samen durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in Abb. 7 dargestellt. Die Daten wurden mit Hilfe des zweiseitigen z-Testes nach Riedwyl (1978) für jeden Tag einzeln ausgewertet. Die errechneten z-Werte liegen zwischen 3,59 und 5,12.

Die Samen der tetraploiden Pflanzen keimten rascher und in größerer Zahl als die Samen der diploiden Pflanzen.



**Arabis stellulata Bertol. (2x)**

**Arabis pumila Jacq. s.str. (4x)**

Abb. 5. *Arabis stellulata* Bertol. ( $2n=2x=16$ ) und *Arabis pumila* Jacq. s.str. ( $2n=4x=32$ ).

### 3.4 Autökologie

#### 3.4.1 Vergesellschaftung

Von jeder karyologisch untersuchten Population wurde eine Vegetationsaufnahme der Spermatophyten, Pteridophyten und Bryophyten nach der Methode von Braun-Blanquet (1964) durchgeführt. Eine Vegetationstabelle ist in der Originalarbeit enthalten.

Diploide Pflanzen wurden in Felsspalten, selten auch auf Geröllhalden festgestellt. Tetraploide Pflanzen wurden ausschließlich in Gesteinsschuttfluren, wie Geröllhalden, Moränen und Flußgeschiebe, jedoch nie in Felsspalten angetroffen.

*Arabis pumila* Jacq. s.l. wird von Braun-Blanquet (1932) als Kennart des Potentillion caulescentis angegeben. In der Pflanzensoziologischen Exkursionsflora von Oberdorfer

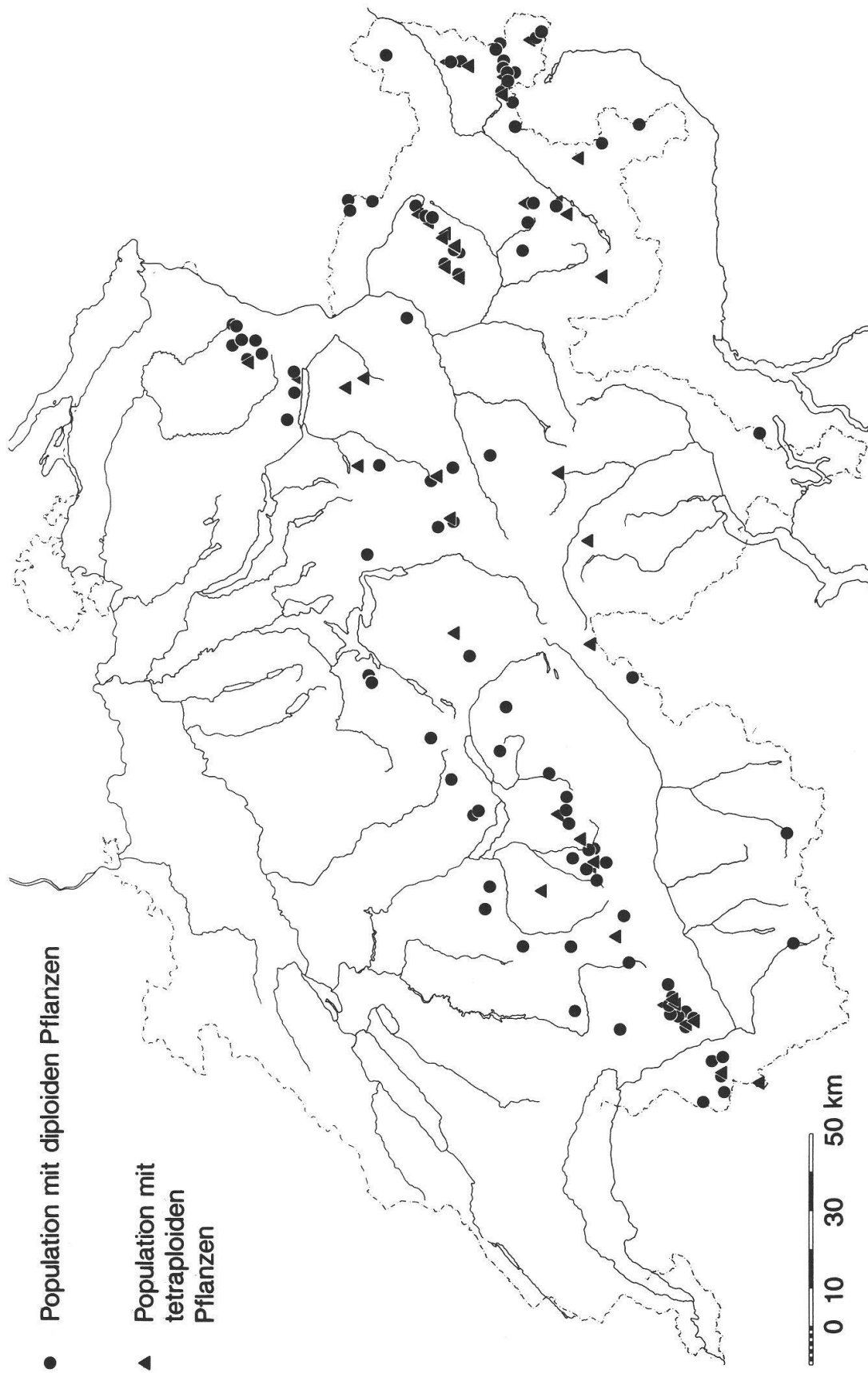


Abb. 6. Verbreitung der beiden Taxa von *Arabis pumila* Jacq. s.l. im Gebiet der Schweiz nach Herbarmaterial, zugeordnet anhand der Analyse morphologischer Merkmale.

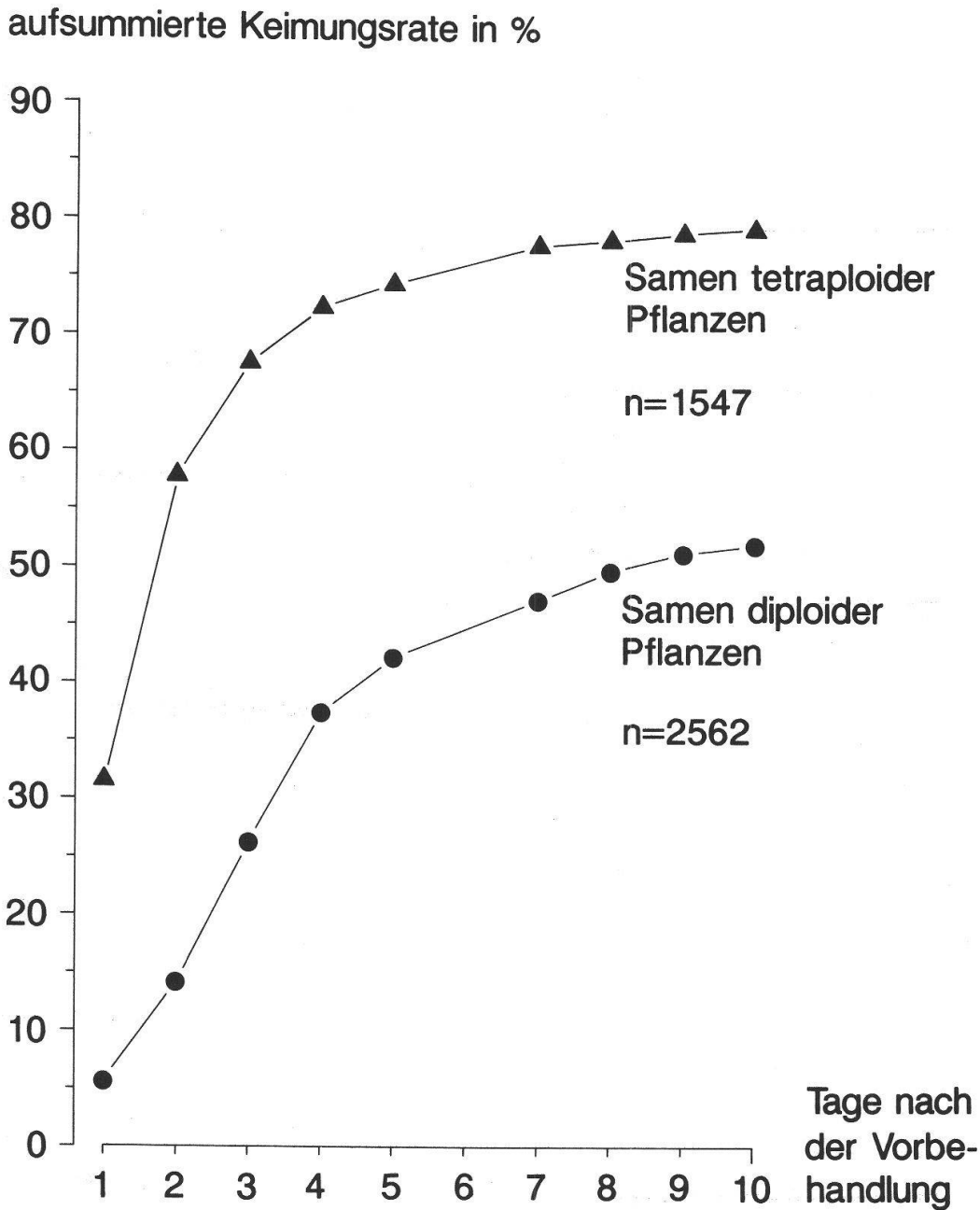


Abb. 7. Aufsummierte und gemittelte Keimungsraten von Samen aus diploiden und tetraploiden Populationen von *Arabis pumila* Jacq. s.l.

(1979) findet sich der Hinweis auf die Zuordnung von Braun-Blanquet, sowie unter anderem die Feststellung, daß die Art seltener auch im *Thlaspietum rotundifolii* anzutreffen sei. Aufgrund unserer Vegetationsaufnahmen ist *Arabis stellulata* Bertol. ( $2\times$ ) dem *Androsacetum helveticae*, *Arabis pumila* Jacq. s.str. ( $4\times$ ) hingegen dem *Thlaspietum rotundifolii* zuzuordnen. Die beiden Kleinarten sind ökologisch getrennt.

### 3.4.2 Höhenverbreitung der karyologisch untersuchten Populationen

Die Ergebnisse sind in Abb. 8 dargestellt. Beide Sippen finden sich in der subalpinen und alpinen Stufe. Die Höhenverbreitung reicht von 988 m (Am Leuenfall, Kanton

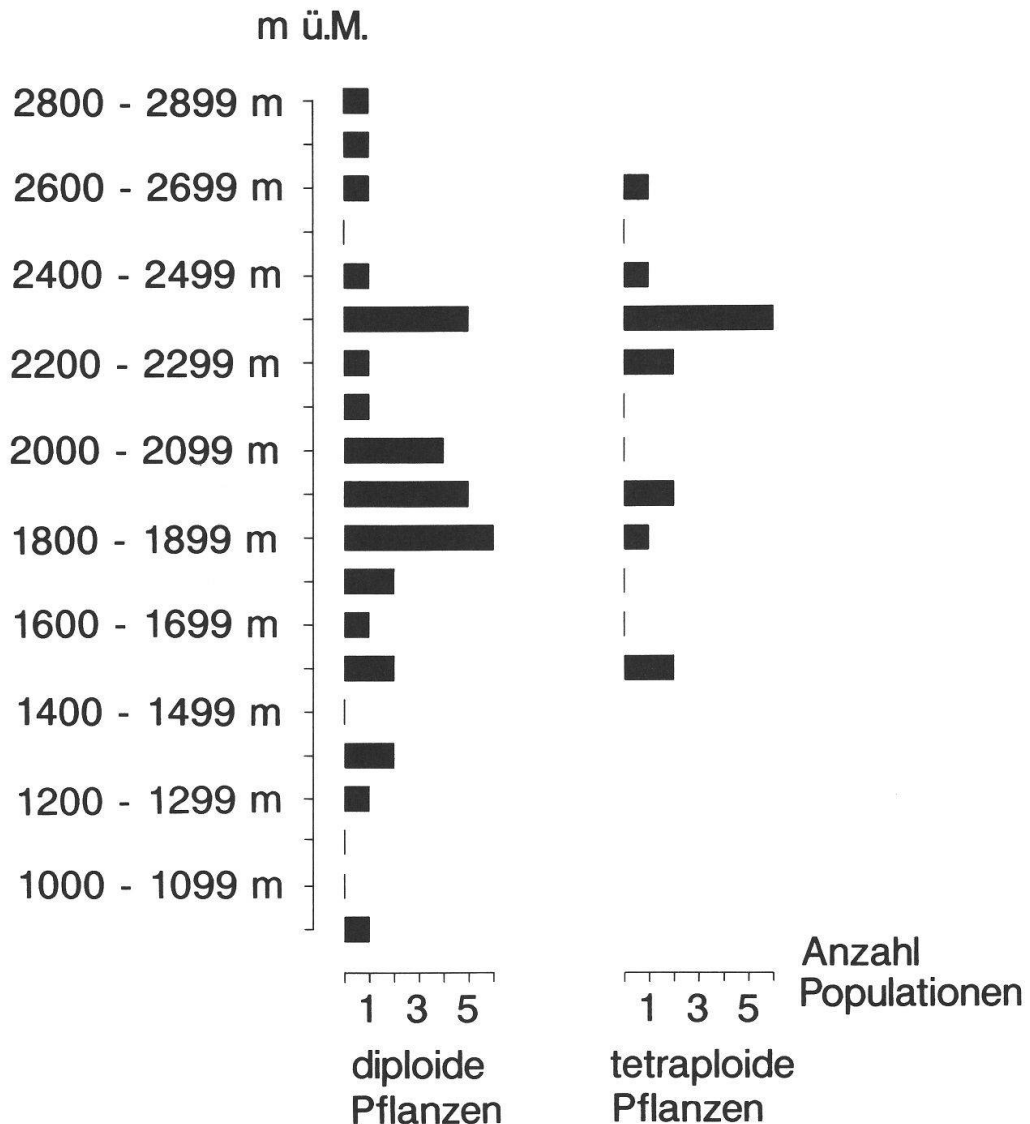


Abb. 8. Höhenverbreitung der karyologisch untersuchten Populationen von *Arabis pumila* Jacq. s.l.

Appenzell Innerrhoden) bis 2880 m (Piz Umbrail, Kanton Graubünden). Die kleinere Amplitude bei den Tetraploiden dürfte auf die geringere Anzahl karyologisch untersuchter Populationen zurückzuführen sein.

#### 3.4.3 Exposition der Fundorte karyologisch untersuchter Populationen

Die Ergebnisse sind in Abb. 9 dargestellt. Die beiden Kleinarten besiedeln bevorzugt nordexponierte Standorte, wobei die diploiden Pflanzen gegenüber den tetraploiden ebenfalls an SW bis W exponierten Hängen anzutreffen sind.

## 4. Diskussion

Die beiden Taxa lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Chromosomenzahlen, der morphologischen Merkmale, des Keimverhaltens und der unterschiedlichen ökologi-

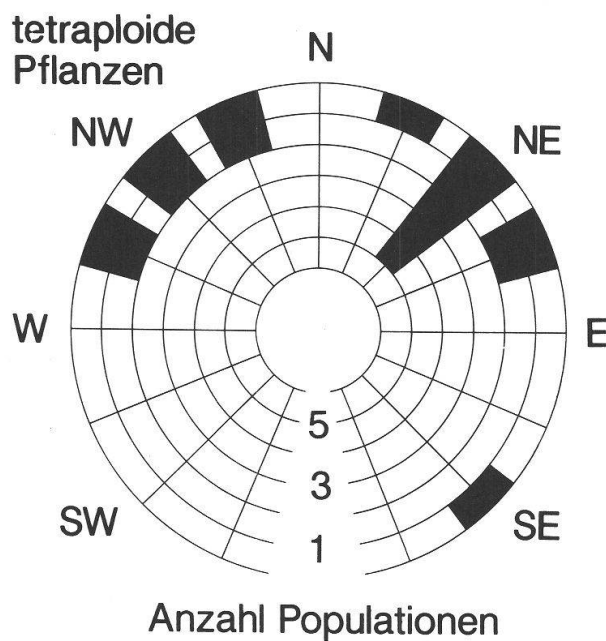
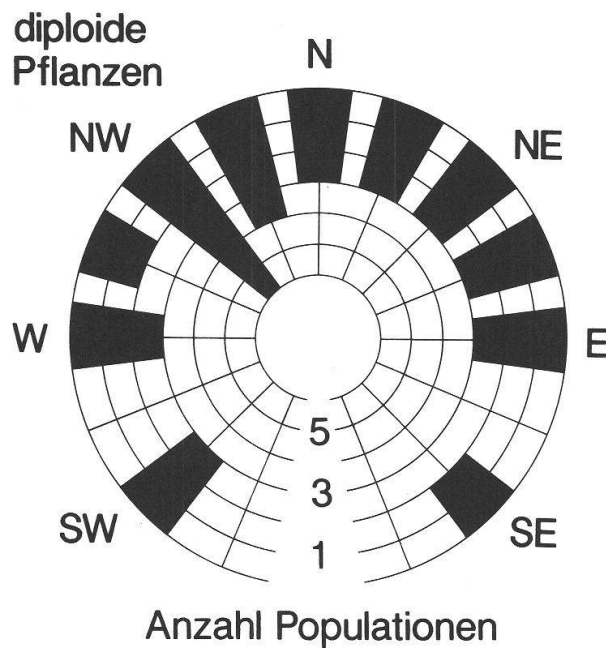


Abb. 9. Exposition der Fundorte karyologisch untersuchter Populationen von *Arabis pumila* Jacq. s.l.

schen Ansprüche trennen. Unsere Untersuchungen legen daher eine Änderung des systematischen Ranges der beiden Ploidiestufen nahe. Sie sind als Kleinarten einzustufen. Nach den nomenklatorischen Abklärungen von Titz (1973) ist die diploide Kleinart mit *Arabis stellulata* Bertol, die tetraploide Kleinart mit *Arabis pumila* Jacq. s.str. zu bezeichnen.

Schlüssel zur Unterscheidung der beiden Kleinarten von *Arabis pumila* Jacq. s.l.

1. Rosettenblätter dicht mit vorwiegend 4strahligen Haaren besetzt. 2–5 Schoten je Stengel. Größte Samenflügelbreite 0,5–0,9 mm. Stengel 4–11 cm. Meist in Felsspalten, selten in Gesteinsschutt; auf Kalk.  
*Arabis stellulata* Bertol. (2 ×)
- 1.\* Rosettenblätter locker mit vorwiegend 2strahligen und einfachen Haaren besetzt. 4–11 Schoten je Stengel. Größte Samenflügelbreite 0,3–0,5 mm. Stengel 5–12 cm. In Gesteinsschutt; auf Kalk.  
*Arabis pumila* Jacq. s.str. (4 ×)

Die Diplomarbeit, aus der hier ein Auszug vorliegt, wurde unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. S. Wegmüller durchgeführt. Ich danke ihm für die Beratung und für das Interesse, das er meiner Arbeit entgegengebracht hat. Mein Dank gilt auch Frau Dr. B. Senn-Irlet und Frau Dr. I. Bisang für ihre Hilfe bei der Bestimmung der Moose sowie Herrn lic. phil. nat. M. Weber für die REM Aufnahmen. Ich danke ferner den Konservatoren der verschiedenen Herbarien für ihre Bemühungen, den Gärtnern des Botanischen Gartens Bern für ihre Mithilfe, sowie allen Kolleginnen und Kollegen, die zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

## Literatur

- Braun-Blanquet J. und Rübel E. 1932. Flora von Graubünden. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 7: 820 S.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer, Wien. 865 S.
- Burdet H. M. 1967. Contribution à l'étude caryologique des genres *Cardaminopsis*, *Turritis* et *Arabis* en Europe. *Candollea* 22: 107–156.
- Fossati A. 1980. Keimverhalten und frühe Entwicklungsphasen einiger Alpenpflanzen. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 73: 193 S.
- Oberdorfer E. 1979. Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Ulmer, Stuttgart. 997 S.
- Riedwyl H. 1978. Angewandte mathematische Statistik in Wissenschaft, Administration und Technik. Haupt, Bern. 243 S.
- Titz W. 1967. Zur Cytologie und Systematik einiger österreichischer *Arabis*-Arten (einschließlich *Turritis glabra* L.). *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 79: 474–488.
- Titz W. 1971. Chromosomenzahlen, Systematik und Differenzierungsmuster von *Arabis* L. sect. *Lomaspora* D.C. emend. O. E. Schulz (*Brassicaceae*). *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 84: 59–70.
- Titz W. 1971. Zur Evolution der Gattung *Arabis* im Alpenraum. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 84: 697–704.
- Titz W. 1973. *Arabis pumila* Jacq. subsp. *pumila* (4 ×) und subsp. *stellulata* (Bertol.) Nyman (2 ×) als chromosomal und morphologisch verschiedene Taxa. *Österr. Bot. Z.* 122: 227–235.
- Titz W. 1976. Verbreitung und Evolution von *Arabis pumila* Jacq. und *A. soyeri* Reuter et Huet in den Alpen. *Linzer biol. Beitr.* 8: 333–346.