

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

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 78 (1982)

Artikel: Genetisch-ökologische Untersuchungen an "Ranunculus montanus" Willd. s.l. aus der alpinen Stufe von Davos (Graubünden) = Genetic-ecological investigations in "Ranunculus montanus" Willd. s.l. from the alpine vegetation belt of Davos (Grisons)

Autor: Dickenmann, Regula

Kapitel: 5: Untersuchungen über das Fortpflanzungssystems und das Keimverhalten

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308690>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 01.02.2026

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

LANDOLT (1954) stellte die Hypothese auf, dass *R. montanus* s.str. ein allotetraploider Bastard zwischen *R. grenierianus* und *R. carinthiacus* sein könnte. Sowohl die totale Länge des Karyotyps (s. Tab. 5) und die doppelte Anzahl submetazentrischer Chromosomen von *R. montanus* s.str., wie auch die auffallend übereinstimmende Morphologie der Satellitchromosomen sprechen für diese Hypothese. Die Anzahl der Satellitchromosomen (zwei bei allen drei Arten) spricht allerdings eher dagegen (Tab. 6, Abb. 9-11).

Ein Vergleich mit der Chromosomenmorphologie anderer Taxa der *R. montanus*-Gruppe ist schwierig. Es wurden lediglich die diploiden Sippen *R. oreophilus* und *R. gouanii* untersucht (GOEPFERT 1974). GOEPFERT hat in seinem Material ebenfalls die gleichen morphologischen Gruppen gefunden wie bei *R. grenierianus* und *R. montanus* s.str., Satellitchromosomen hat er nicht erwähnt.

5. Untersuchungen über das Fortpflanzungssystem und das Keimverhalten

Die Vertreter der Artengruppe des *R. montanus* pflanzen sich vorwiegend sexuell fort. Vegetative Vermehrung durch Abspaltung von Rhizomteilen tritt nur relativ selten auf. Das Fortpflanzungssystem wurde anhand von künstlichen Bestäubungen untersucht. Für diese wurden die Pflanzen im Gewächshaus kultiviert. Kurz vor dem Aufblühen wurden die Antheren entfernt und die Blüten durch eine feine Gaze-Hülle von der Umgebung isoliert. Nach vier Tagen erfolgte die Bestäubung, die drei Tage später wiederholt wurde. Der Pollen wurde mit Hilfe eines Pinsels auf die Narben übertragen. Die künstlichen Bestäubungen wurden in folgenden Stufen durchgeführt: a) freie und forcierte Selbstungen, b) Kreuzbestäubungen zwischen Individuen gleicher Herkunft, c) Kreuzbestäubungen zwischen Individuen aus verschiedenen Populationen, d) reziproke Kreuzungen zwischen verschiedenen Taxa.

5.1. Selbststüungen

Bei den untersuchten Arten wurden zuerst zahlreiche freie Selbstbestäubungen durchgeführt, die zu keinerlei Fruchtansatz führten. Danach wurden je 50 forcierete Selbstbestäubungen durchgeführt. Bei *R. montanus* s.str. entwickelten sich von 1720 Fruchtknoten drei Samen (= 0.18%), bei *R. grenierianus* von 1678 zwei (= 0.13%) und bei *R. carinthiacus* entwickelte sich kein einziger der 1596 Fruchtknoten.

5.2. Fremdbestäubungen

In den Jahren 1980 und 1981 wurden insgesamt 235 Fremdbestäubungen durchgeführt (Tab. 7).

Tab. 7. Kreuzbestäubungen

♀	♂	<i>R. montanus</i> s.str.	<i>R. grenierianus</i>	<i>R. carinthiacus</i>
<i>R. montanus</i> s.str.		++ (25)	- (36)	+ (27)
<i>R. grenierianus</i>		- (38)	++ (14)	+ (26)
<i>R. carinthiacus</i>		- (29)	+ (24)	++ (16)

++ gute Samenbildung (über 50% Fruchtansatz)

+ mittlere Samenbildung (5-50%)

(+) mässige Samenbildung

- keine Samenbildung

In den Klammern ist die Anzahl der künstlichen Bestäubungen angegeben.

Die Kastrations- und Bestäubungsmethode schien recht gut zu sein, da alle intraspezifischen Bestäubungen, sowohl jene innerhalb einer Population wie auch jene zwischen Pflanzen aus verschiedenen Populationen, zu einer guten Samenbildung führten. Bei *R. montanus* s.str. konnte kein Unterschied zwischen Dolomit- und Silikatherkunft festgestellt werden, Bestäubungen zwischen Pflanzen von Silikat und Dolomit führten zu ähnlich hoher Samenbildung wie Bestäubungen zwischen Pflanzen der gleichen Population (Tab. 8).

Tab. 8. Intraspezifische Kreuzungen bei *R. montanus* s.str.

♀	♂	Dolomit	Silikat
Dolomit		85% (7)	88% (5)
Silikat		81% (4)	90% (5)

% Fruchtansatz; in Klammern Anzahl der Kreuzungen

Die reziproken Kreuzungen der beiden Diploiden (*R. grenierianus* und *R. carinthiacus*) gelangen mit mittlerem Erfolg (17-45% Fruchtansatz). Die reziproken Kreuzungen zwischen dem diploiden *R. grenierianus* und dem tetraploiden *R. montanus* s.str. misslangen vollständig. Die Bestäubung von Blüten des tetraploiden *R. montanus* s.str. mit den Pollen des diploiden *R. carinthiacus* bewirkte die Entwicklung von durchschnittlich 11% der Fruchtknoten zu Früchtchen, die reziproke Kreuzung war hingegen erfolglos (Tab. 7).

Auf eine morphologische und zytologische Untersuchung der Bastarde aus den interspezifischen Kreuzungen musste verzichtet werden, da die Samen äusserst schlecht keimten und die wenigen erhaltenen Bastarde alle im Jugendstadium abstarben.

5.3. Pollenuntersuchungen

Ziel der Pollenuntersuchungen war einserseits zu prüfen, ob innerhalb von *R. montanus* s.str. je nach Substrattyp (Dolomit und Silikat) Unterschiede in der Fertilität auftreten. Andererseits sollte festgestellt werden, ob *R. grenierianus* fähig ist, unreduzierte Pollenkörner zu bilden.

5.3.1. Methode

Blütenknospen von Herbarbelegen wurden in Wasser kurz aufgekocht. Danach wurden die Antheren in einem Tropfen Karminessigsäure ausgequetscht. Dadurch wurden fertile Pollenkörner rot angefärbt, sterile jedoch nicht. Von 100 Pollenkörnern je Probe wurde die Grösse geschätzt, indem zwischen

Mikrozyten und normal grossen Pollenkörnern unterschieden wurde. Insgesamt wurden 84 *R. grenierianus*-Proben (53 vom Jakobshorn-Osthang und 31 vom übrigen Silikatgebiet) und 81 *R. montanus* s.str.-Proben (44 vom Jakobshorn-Osthang, 8 vom übrigen Silikatgebiet und 29 vom Dolomitgebiet) untersucht. Zudem wurde der Anteil fertiler Pollenkörner bestimmt. Von je 20 *R. grenierianus*- und *R. montanus* s.str.-Proben wurde bei 5 Pollenkörnern der Durchmesser genau bestimmt.

5.3.2. Ergebnisse

R. grenierianus. - Es wurden nie unreduzierte Pollenkörner gefunden. Die Grösse der normalen Pollenkörner variierte in den verschiedenen Proben etwas, im Durchschnitt lag der Durchmesser bei $24.9 \pm 1.1 \mu\text{m}$. LANDOLT (1954) fand in seinem Material ähnliche Durchmesser. Der Anteil von Mikrozyten lag durchschnittlich bei 4% (Abb. 13a). Die Mikrozyten hatten meist einen Durchmesser von unter 15 μm . Die Fertilität betrug bei allen Proben über 90%, im Durchschnitt war sie 94% (Abb. 13b). 2% der normalgrossen Pollenkörner waren steril. *R. grenierianus* wies also eine sehr hohe Fertilität auf, was dem Fortpflanzungstyp dieses Taxons entspricht.

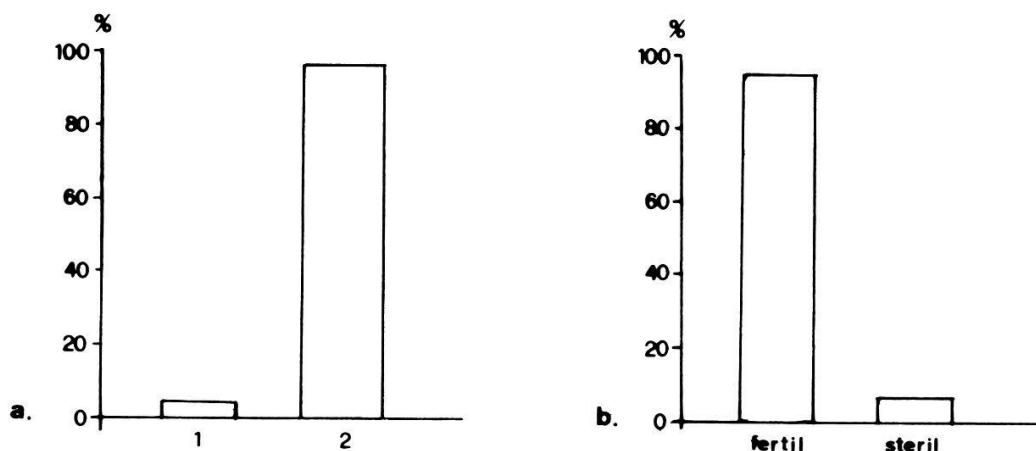


Abb. 13. Pollenmorphologie von *R. grenierianus*

- a. Pollengrösse, 1 = Mikrozyten, 2 = Normalgrösse
- b. Pollenfertilität

R. montanus s.str. - Unreduzierte Pollenkörner wurden ebenfalls nie gefunden. Der Anteil von Mikrozyten betrug durchschnittlich 9% (Abb. 14a). Der Durchmesser der normalen Pollenkörner betrug im Durchschnitt $29.8 \pm 1.5 \mu\text{m}$, was mit früheren Angaben von LANDOLT (1954) vergleichbar ist. In der Grösse konnte kein Unterschied zwischen den verschiedenen Herkunfts-orten festgestellt werden, die Variation lag im üblichen Rahmen. Bei der Fertilität ergaben sich Unterschiede je nach Herkunfts-ort der Pflanzen (Abb. 14b). *R. montanus* s.str. von Dolomit und *R. montanus* s.str. vom übrigen Silikatgebiet hatten eine höhere Fertilität (93% resp. 91%) als *R. montanus* s.str. vom Jakobshorn-Osthang (79%). Am Jakobshorn-Osthang hatten viele sterile Pollenkörner Normalgrösse.

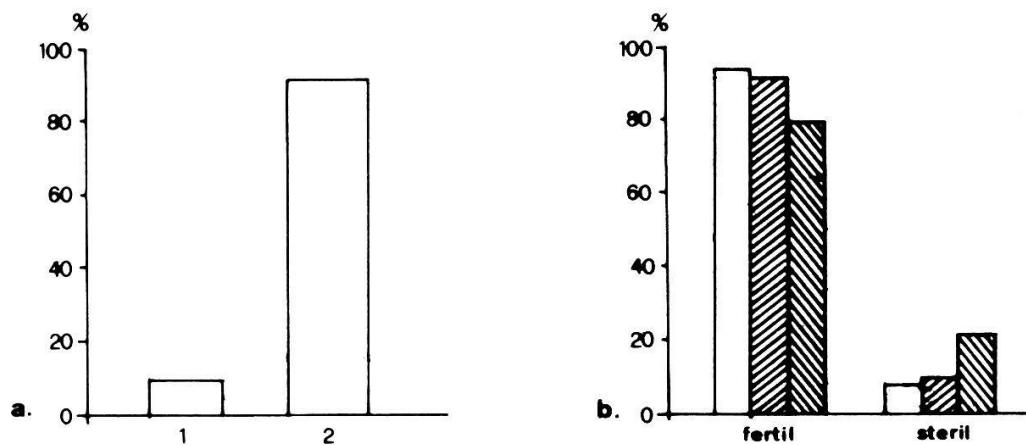


Abb. 14. Pollenmorphologie von *R. montanus* s.str.

a. Pollengrösse, 1 = Mikrozyten, 2 = Normalgrösse

b. Pollenfertilität

- Dolomit
- ▨ übriges Silikatgebiet
- ▨▨ Jakobshorn-Osthang

5.4. Keimungsversuche

Samen von *R. montanus* s.l. weisen eine ausgeprägte Keimruhe auf. Um die Keimung der aus den Kreuzungsversuchen gewonnenen Samen zu verbessern, wurden verschiedene Vorbehandlungsmethoden ausprobiert (Tab. 9).

Tab. 9. Samenbehandlungen

Stratifikation	30, 60, 100 Tage bei +4°C (Samen feucht) 30 Tage bei +4°C, dazwischen 24 h bei -15°C (Samen in feuchter Erde)
Skarifikation	Mechanische Skarifikation mit Rasierklinge
Wachstumshormonbehandlung (GA ₃)	kontinuierliche Gibberellinsäurebehandlung (5 x 10 ⁻³ Mol/l)
Skarifikation + GA ₃	

Ein grosser Teil der Samen wurde in Petrischalen auf feuchtem Fliesspapier in einer Klimakammer inkubiert. (Methode und Klimabedingungen nach FOSSATI 1980). Der Rest wurde in Saatschalen im Gewächshaus ausgesät.

In den Saatschalen konnte die Keimungsrate durch die Vorbehandlung nicht gesteigert werden (Tab. 10). In den Petrischalen bot die starke Pilzkontamination ein grosses Problem, das durch die lange Versuchsdauer (9 Monate) noch verschärft wurde. Trotzdem wurden keine Fungizide eingesetzt.

Stratifikation zeigte keinen Erfolg und die Skarifikation bewirkte vor allem ein schnelleres Verpilzen der Samen. Einzig die Wachstumshormonbehandlung (GA₃) führte zu einer signifikanten Steigerung der Keimungsrate (bis 40% bei *R. carinthiacus*), zudem wurde die Keimung stark beschleunigt. Wegen dem Pilzbefall war der kombinierte Einsatz von Skarifikation und GA₃ weniger erfolgreich als die alleinige Gibberellinsäurebehandlung. Auch FOSSATI (1980) erhielt nur mit GA₃ eine wesentliche Steigerung der Keimungsrate. Gibberellinsäure beschleunigt wahrscheinlich das Wachstum des üblicherweise kleinen, unterentwickelten Embryos.

Tab. 10. Keimungsraten in %

Behandlung	R.m.		R.m. Do		R.g.		R.c.	R.m.		R.g.		R.c.
	D.	K.	x	R.m. Si	D.	K.		x	R.c.	x	R.c.	
In Saatschalen: unbehandelt	1	-	-		0	-	-	-	-	-	-	-
30 Tage bei +4°C, dazwischen 24 h bei -15°C	0	1	2		0	1	-	-	-	-	-	-
Skarifikation	0	-	-		0	-	-	0	0	0	0	
In Petrischalen: unbehandelt	3	4	3		1	2	0	-	-	-	-	-
30 Tage bei +4°C	2	6	0		2	1	0	-	-	-	-	-
60 " " "	4	2	1		3	0	2	-	-	-	-	-
100 " " "	3	3	2		1	2	0	-	-	-	-	-
Skarifikation	1	5	1		2	1	4	0	2	2	4	
Wachstumshormonbeh.	23	26	30		17	21	40	14	21	12		
Skar.+ "	14	8	-		15	11	22	6	0	5		

R.m. = *R. montanus*

D. = Davos

Do = Dolomit

R.g. = *R. grenierianus*

K. = Kreuzungen

Si = Silikat

R.c. = *R. carinthiacus*

5.5. Schlussbemerkungen zum Fortpflanzungssystem

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die drei untersuchten Vertreter der *R. montanus*-Artengruppe sich weitgehend durch Allogamie fortpflanzen. Durch die experimentellen Selbstbestäubungen lässt sich Autogamie beinahe ausschliessen. Da sich auch beim aktiven Aufbringen des Pollens auf die Narbe höchstens 0.18% der Fruchtknoten entwickelten, muss eine Selbstinkompatibilität vorliegen.

Bei den interspezifischen Bestäubungen gelang es nicht, den tetraploiden *R. montanus* s.str. mit dem diploiden *R. grenierianus* zu kreuzen. Es wurde auch im Feld nie ein triploider Bastard gefunden, was die Resultate von LANDOLT (1954) bestätigt.

In meinen Versuchen gelang nur die Kreuzung von *R. montanus* s.str. x *R. carinthiacus* mit *R. montanus* s.str. als Mutterpflanze, was die früheren Ergebnisse von LANDOLT (pers. Mitt.) bestätigt. Dies hängt möglicher-

weise mit der besseren Interkompatibilität des Pollens des Diploiden mit dem mütterlichen Gewebe des Tetraploiden zusammen. LANDOLT (1954) fand einen sterilen *R. montanus* s.str. x *R. carinthiacus*-Bastard am Rigi.

URBANSKA (1959) erhielt bei der Kreuzung von weiblichen oktoploiden *Antennaria carpatica* ($2n=56$) mit männlichen tetraploiden *A. dioeca* ($2n=28$) hexaploide Bastarde. Die reziproken Kreuzungen misslangen (URBANSKA, pers. Mitt.).

Es scheint also, dass der Genaustausch innerhalb der *R. montanus*-Gruppe bereits durch Inkompatibilität und nicht nur durch externe Isolationsbarrieren verhindert wird.

Die *Ranunculus*-Samen haben meist einen Embryo, der sich erst nach einer Keimruhe entwickelt. Im Feld findet man im Frühjahr meist sehr viele Keimlinge (vgl. Kap. 6.3.). Es könnte sich dort um Keimlinge aus verschiedenen Samengenerationen handeln, da im Boden grosse Samenreserven vorhanden sind.

6. Verpflanzungsversuche

Das Ziel der Verpflanzungsversuche war es, einige der ökologischen Ansprüche von *R. grenierianus* und *R. montanus* s.str. zu erfassen.

6.1. Methoden

Für die Feldversuche und die Topfkulturen wurden Pflanzen aus den gleichen Populationen verwendet, damit ein gemeinsamer genetischer Pool vorhanden war. Alle *R. grenierianus*-Pflanzen stammten aus der unmittelbaren Umgebung der Silikatversuchsfläche, *R. montanus* s.str. zum Teil aus der Umgebung der Dolomitversuchsfläche, z.T. aus einer Population im Silikatgebiet Jakobshorn. Es wurden Individuen gleicher Grösse mit gut entwickeltem Rhizom ausgewählt, die geblüht hatten.