

Eine neue *Aquilegia*-Art aus den Judikarischen Alpen (Valvestino, Prov. di Brescia, Italien) : *Aquilegia vestinae* Pfenninger & D. M. Moser

Autor(en): **Pfenninger, Andreas / Moser, Daniel Martin**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Candollea : journal international de botanique systématique = international journal of systematic botany**

Band (Jahr): **57 (2002)**

Heft 2

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-879352>

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.

Eine neue *Aquilegia*-Art aus den Judikarischen Alpen (Valvestino, Prov. di Brescia, Italien): *Aquilegia vestinae* Pfenninger & D. M. Moser

ANDREAS PFENNINGER
&
DANIEL MARTIN MOSER

ZUSAMMENFASSUNG

PFENNINGER, A. & D. M. MOSER (2002). Eine neue *Aquilegia*-Art aus den Judikarischen Alpen (Valvestino, Prov. di Brescia, Italien): *Aquilegia vestinae* Pfenninger & D. M. Moser. *Candollea* 57: 317-327. In Deutsch, deutsche, englische und französische Zusammenfassungen.

Aquilegia vestinae Pfenninger & D. M. Moser is eine neue Art im Valvestino in den Judikarischen Alpen gefunden, wo es sehr lokal auftritt und von Grasartigen dominierte Standorte besiedelt. Die Art ist nahe verwandt mit den beiden ebenfalls im Gebiet vorkommenden Arten *A. einseleana* F. W. Schultz und *A. thalictrifolia* Schott & Kotschy. Von beiden Arten läßt sie sich morphologisch, ökologisch und isoenzymatisch abtrennen. Bei *A. vestinae* handelt es sich nicht um einen Hybriden zwischen *A. einseleana* und *A. thalictrifolia*.

ABSTRACT

PFENNINGER, A. & D. M. MOSER (2002). A new *Aquilegia* species from the Judicarian Alps (Valvestino, Brescia Prov., Italy): *Aquilegia vestinae* Pfenninger & D. M. Moser. *Candollea* 57: 317-327. In German, German, French and English abstracts.

Aquilegia vestinae Pfenninger & D. M. Moser is a new species discovered in Valvestino, the region of lake Garda in the Judicarian Alps, where it has a very local distribution in grass dominated habitats. This new species is closely related to the two co-occurring species *A. einseleana* F. W. Schultz and *A. thalictrifolia* Schott & Kotschy. However, *A. vestinae* could be clearly separated from the two latter species by differences in morphology, ecology and isoenzymes. These analysis have shown that *A. vestinae* is not a hybrid between *A. einseleana* and *A. thalictrifolia*.

RÉSUMÉ

PFENNINGER, A. & D. M. MOSER (2002). Une nouvelle espèce du genre *Aquilegia* décrite des Alpes de Giudicarie (Valvestino, Prov. de Brescia, Italie): *Aquilegia vestinae* Pfenninger & D. M. Moser. *Candollea* 57: 317-327. En allemand, résumés allemand, anglais & français.

Aquilegia vestinae Pfenninger & D. M. Moser est une espèce nouvelle décrite du Valvestino, région du lac de Garde, Alpes de Giudicarie, où elle a une distribution très localisée dans les habitats herbeux. La nouvelle espèce est affine à deux autres espèces du genre présentes dans la région, *A. einseleana* F. W. Schultz et *A. thalictrifolia* Schott & Kotschy. Mais elle en est séparée par des différences morphologiques, écologiques et phytochimiques (isoenzymes). Ces analyses ont montré que *A. vestinae* n'est pas un hybride entre *A. einseleana* et *A. thalictrifolia*.

KEY-WORDS: *Aquilegia* – New species – Judicarian Alps.

Einleitung

Aquilegia vestinae Pfenninger & D. M. Moser ist eine Art aus der Artengruppe der *A. einseleana* F. W. Schultz. Bereits H. P. Fuchs-Eckert bemerkte (mündlich), daß es sich bei den in Valvestino gefundenen Individuen nicht um *A. einseleana* handeln konnte. Genauso wenig kann es sich dabei um *A. portae* Huter handeln, welche er von M. Corna Blacca beschrieben hat. Wie eigene Beobachtungen im Feld ergaben, unterscheidet sich das Taxon in ökologischer wie auch morphologischer Hinsicht stark von den ihm wahrscheinlich am nächsten verwandten Taxa *A. einseleana* und *A. thalictrifolia* Schott & Kotschy. Mittels ökologischer, morphologischer und enzymatischer Vergleiche wurde untersucht, ob dieses Taxon eine neue Art darstellt.

Differentialdiagnose

Aquilegia vestinae Pfenninger & D. M. Moser, **spec. nova** (Abb. 1).

A Aquilegia einseleana F. W. Schultz *differt statura majore, petiolis longioribus, lamina biternata, glauca nervis violaceis, floribus plus numerosis, majoribus. A Aquilegia thalictrifolia* Schott & Kotschy *differt foliis glandulis carentibus.*

Holotypus: Italien, Lago di Garda, Gargnano, Valvestino, entlang der Straße von Novazzo nach Magasa, wo diese entlang des Lago di Valvestino führt, 520 m, 13.VI.1998, *A. Pfenninger s. n.* (G).

Artbeschreibung

Ausdauernd, (35-)40-55(-60) cm hoch, Stengel aufrecht, auf der ganzen Länge drüsig behaart, in der oberen Hälfte stark verzweigt, mit spreizenden Seitenzweigen. 5-10 Grundblätter, diese bis 20 cm lang gestielt, doppelt dreiteilig, mit meist gestielten Abschnitten, Teilblättchen mit keilförmigem Grund, breiter als lang, bis über die Mitte eingeschnitten, mit nach oben leicht verbreiterten, abgerundeten, stumpfgelappten Zipfeln. Primärer Stiel des mittleren Teilblättchens erster Ordnung 3-5 cm lang, sekundäre Blättchenstiele 0-20 mm lang. Das mittlere Teilblättchen spiegelsymmetrisch, die seitlichen katadrom-asymmetrisch. Stengelblätter 1-2, gestielt, die unteren den grundständigen ähnlich, aber kurzgestielt und schmaler, Zipfel bisweilen lanzettlich. Die oberen stark reduziert, sitzend, meist einfach dreiteilig. Blätter kahl, junge Blattstiele locker behaart, im Alter verkahlend. Blätter von auffallend blau-grüner Farbe, mit deutlichen violetten Blattnerven. Blüten blauviolett, oft zahlreich (3-15). Blütenstiele 10-20 cm lang, schlank. Kelchblätter lanzettlich, zugespitzt, 20-30 mm lang und 6-13.5 mm breit, außen drüsig behaart, innen kahl. Kronblätter inklusive Sporn 20-30 mm lang, dieser leicht gekrümmt, Platte 6-11 mm breit. Spornlänge 8-16.5 mm. Staubblätter 9-12 mm lang, Staminodien spitz, 4.5-6 mm lang und 1.1-2 mm breit. Fruchtblätter 5, drüsig behaart 15.5-19 mm lang, an der Spitze mit 4-6 mm langem Griffel. Balgfrüchte im oberen Drittel stark spreizend.

Dichotomer Bestimmungsschlüssel

1. Blattdrüsen vorhanden *A. thalictrifolia*
- 1a. Blattdrüsen nicht vorhanden 2
2. Grundständige Blätter meist doppelt (selten einfach) gefiedert, Teilblättchen am Grunde keilförmig, von blau-grüner Farbe und mit deutlichen violetten Blattnerven .. *A. vestinae*
- 2a. Grundständige Blätter meist einfach (selten doppelt) gefiedert, Teilblättchen am Grunde nicht keilförmig, von grüner Farbe ohne violette Blattnerven *A. einseleana*

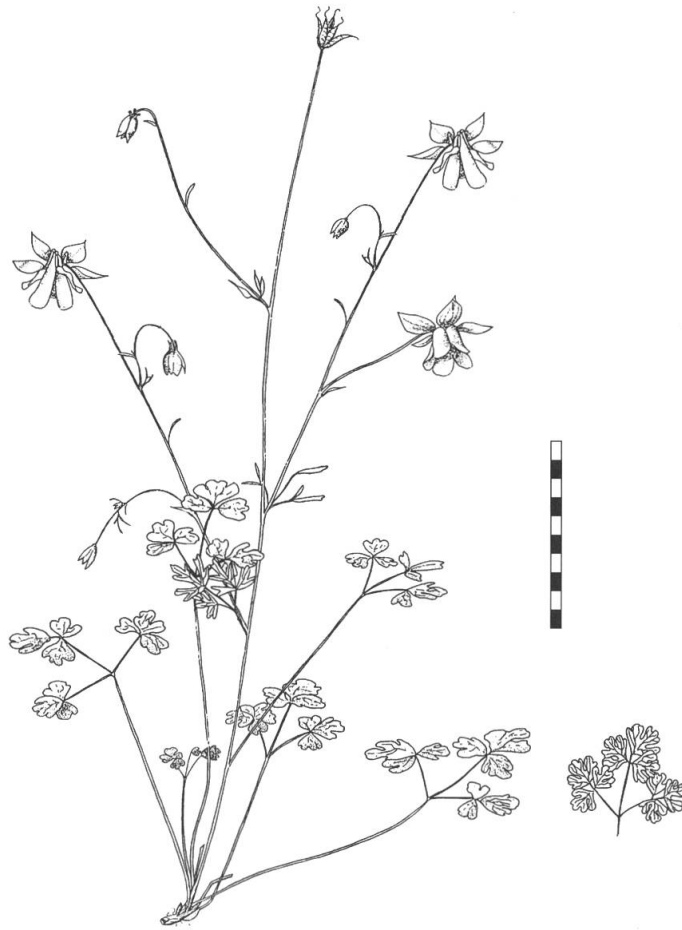


Abb. 1. – *Aquilegia vestinae* Pfenninger & D. M. Moser; rechts daneben typische Form eines grundständigen Blattes. Der dargestellte Massstab entspricht 10 cm.

Chorologie

Aquilegia vestinae wurde bisher nur im Valvestino gefunden (Abb. 2). Der Locus classicus befindet sich in der Nähe der Straße, welche am östlichen Ufer des Lago di Valvestino entlang führt, auf einer Höhe von 520 m über Meer. Die Gesamtverbreitung der Art bleibt abzuklären.

BIOSYSTEMATISCHE ANALYSEN

1. Material und Methoden

Die Taxa wurden biometrisch, isoenzymatisch sowie ökologisch untersucht.

Die untersuchten Individuen von *A. vestinae* und *A. thalictrifolia* stammten alle aus dem Valvestino, diejenigen von *A. einseleana* aus dem Val Colla sowie von der Grigna (1/2).

Bei der Biometrie interessierte in erster Linie die Frage, ob es quantitativ erfassbare Merkmale gibt, mit deren Hilfe sich *A. vestinae* gegenüber *A. einseleana* und *A. thalictrifolia* abgrenzen läßt.

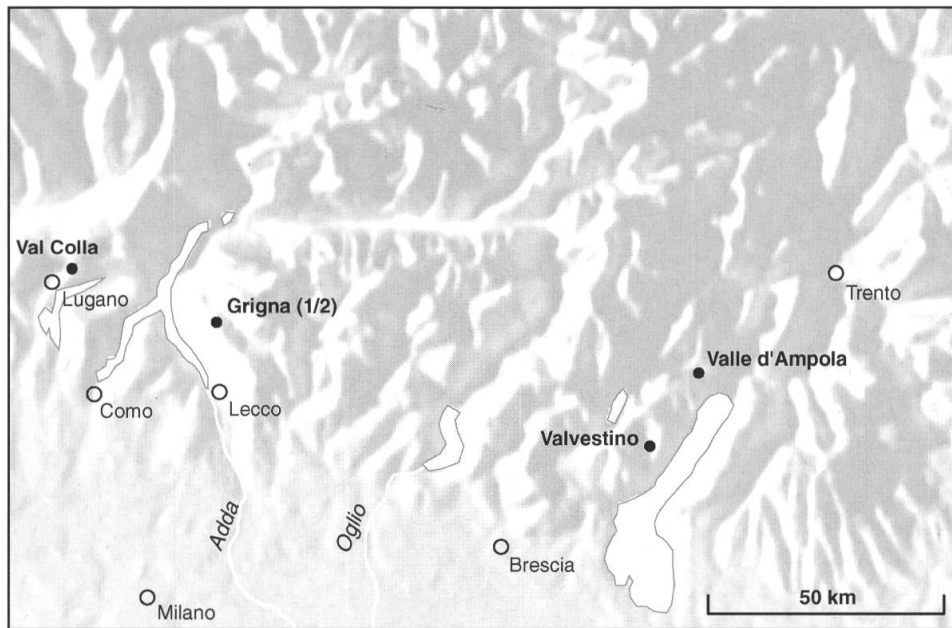


Abb. 2. – Geographische Lage der untersuchten Populationen.

Bei der isoenzymatischen Untersuchung interessierte die Frage, ob es ein taxonspezifisches Allel gibt, mit dessen Hilfe sich *A. vestinae* von *A. einseleana* und *A. thalictrifolia* auch auf molekulargenetischer Ebene abgrenzen läßt.

Bei der ökologischen Untersuchung sollte insbesondere untersucht werden, ob sich die drei Taxa auch bezüglich ihrer Ökologie unterscheiden. Dazu dienten Kultivierungsversuche im Botanischen Garten Bern.

1.1. Biometrie

Insgesamt wurden achtundvierzig Exemplare von *A. einseleana*, von achtundzwanzig *A. vestinae* und elf von *A. thalictrifolia* biometrisch erfaßt (Tab. 1). Das Ausmessen der Pflanzen erfolgte mittels einer Schublehre (Genauigkeit ± 0.1 mm).

Die biometrischen Daten der Einzelindividuen wurden im Programm SYSTAT 5 in einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) verrechnet. Die Auswahl der verwendeten Merkmale richtete sich nach Bestimmungsschlüsseln und Arbeiten über die Artengruppe. Es sind dies:

- die Kelchblattlänge (KBLLAE)
- die Kelchblattbreite (KBLBRE)
- der Abstand der maximalen Kelchblattbreite vom Blütenzentrum (KBLBREMA)
- die Kronblattlänge (KRBLLEAE)
- die Spornlänge (SPOLAE)
- das Verhältnis der Staminodienlänge zur Breite (STLZUBR)
- die Wuchshöhe (HOEHE)
- der Fiederungsgrad der Blätter (FIEDGRA)
- die Anzahl Seitentriebe am Haupttrieb (ANZSTRIE)
- die Anzahl Verzweigungen am Haupttrieb (ANZVERZ)
- das Vorhandensein bzw. das Fehlen von Blattdrüsen (BLADRUE).

1.2. Enzymelektrophorese

Von allen untersuchten wurden im Sommer 1997 Blattproben gesammelt. Diese wurden in Alufolie verpackt und in einem Ultratiefkühlgerät bei $-84\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis zur weiteren Verarbeitung gelagert. Nach umfangreichen Versuchen mit verschiedenen Extraktionspuffern wurde schließlich der am besten geeignete (für 100 ml Puffer: 1.21 g Tris, 1.86 g KCl, 1 g PEG 20000, 0.06 g Na-Thioglycolat. Einstellen des pH-Wertes auf 8) gewählt und damit alle Blattproben homogenisiert, das Homogenat anschließend während 15 Minuten bei 13000 U/min in einer SIGMA 113 Ultrazentrifuge zentrifugiert, der Überstand abpipettiert, in Portionen von je 150 μl aufgeteilt und diese bis zum Gebrauch in Eppendorfröhrchen bei $-84\text{ }^{\circ}\text{C}$ eingefroren.

Insgesamt wurden achtzehn Enzymsysteme in die Voruntersuchung einbezogen. Von diesen ließen sich die Enzyme MDH (EC 1.1.1.37.), PX (EC 1.11.1.7.), TZO (1.15.1.1.) und ACP (EC 3.1.3.2.) in einer Art darstellen, die eine Identifikation der verschiedenen Genotypen zuläßt. Die Enzyme PX und MDH wurden mittels horizontaler Stärkegelelektrophorese (WENDEL & WEEDEN, 1989, verändert), ACP und TZO oder mittels Polyacrylamidgelelektrophorese (HAMES & RICKWOOD, 1990, verändert) aufgetrennt.

Die Bandenmuster des Enzyms ACP lieferte interpretierbare Ergebnisse nur für *A. einseleana*, nicht aber für die beiden anderen Taxa.

	KBLAE [mm]	KLBRE [mm]	KLBREMA [mm]	KRBLAE [mm]	SPOLAE [mm]	Staminodienlänge [mm]	Staminodienbreite [mm]	HOEHE [cm]	FIEDGRA	ANZSTRIE	ANZVERZ	BLADRUE	Tep. Breite [mm]	Stbblänge [mm]
A. einseleana (N = 48)														
Maximum	22.8	11.5	12.1	25.4	11.8	6.4	1.6	40.0	2.0	3.0	10.0	0.0	11.3	12.2
Minimum	12.0	5.1	4.2	15.2	5.7	3.5	0.6	5.5	1.0	0.0	0.0	0.0	5.9	5.5
Mittelwert	16.1	7.7	6.8	20.4	9.1	5.1	1.1	22.7	1.4	1.1	3.1	0.0	8.7	9.6
Standardabweichung	2.8	1.6	1.8	2.5	1.6	0.6	0.2	7.5	0.3	0.9	2.0	0.0	1.1	1.3
A. vestinae (N = 28)														
Maximum	29.0	13.5	16.3	29.3	16.8	6.1	2.0	57.0	2.0	4.0	20.0	0.0	11.0	12.1
Minimum	15.2	5.7	5.2	16.3	7.6	4.1	1.1	34.5	1.5	1.0	4.0	0.0	5.3	8.0
Mittelwert	21.8	10.1	9.5	22.6	11.4	5.3	1.5	44.8	1.9	2.4	7.7	0.0	8.6	10.4
Standardabweichung	2.9	2.0	2.2	2.7	2.2	0.5	0.3	6.0	0.2	0.8	3.5	0.0	1.3	1.0
A. thalictrifolia (N = 11)														
Maximum	24.7	12.7	11.7	27.8	17.5	6.2	2.0	51.5	2.0	5.0	16.0	1.0	10.8	12.0
Minimum	20.2	8.0	7.6	21.3	9.0	5.1	1.0	20.5	2.0	1.0	2.0	1.0	7.8	9.2
Mittelwert	22.4	10.6	9.5	24.1	12.4	5.7	1.5	33.0	2.0	2.5	7.7	1.0	9.4	10.7
Standardabweichung	1.2	1.3	1.3	2.1	2.4	0.4	0.3	8.6	0.0	1.2	4.4	0.0	0.9	0.8

Nicht interpretierbare Resultate wurden für die Enzyme AKP (EC 3.1.3.1.), ADH (EC 1.1.1.1.), GOT (EC 2.6.1.1.), EST (EC 3.1.1.1.), PGI (EC 5.3.1.9.), ICD (EC 1.1.1.42.), ME (EC 1.1.1.40.), GLD (EC 1.1.1.2.), GLC (EC 1.1.1.47.), LAP (EC 3.4.11.1.), PGM (EC 1.1.1.1.), SDH (EC 1.1.1.14.), G6PD (EC 1.1.1.49.), CAT (EC 1.11.1.6.) erzielt.

Die statistische Auswertung der populationsgenetischen Daten erfolgte mittels den Programmen BIOSYS-1 (SWAFFORD & SELANDER, 1989), PHYLIP (FELSENSTEIN, 1995) und GENEPOP (RAYMOND & ROUSSET, 1995). Da mit diesen Programmen Fälle von duplizierten Genen, wie sie für die Enzyme PX, AKP, MDH festgestellt wurden, nicht verrechnet werden können, konnten die Berechnungen zum Vergleich der verschiedenen Taxa nur mit den Resultaten des Enzyms TZO durchgeführt werden.

1.3. Untersuchung der autökologischen Faktoren

Zur Untersuchung des autökologischen Verhaltens wurden im Botanischen Garten Bern Kultivierungsversuche durchgeführt. Insgesamt wurden neunundzwanzig Individuen von *A. vestinae*, sechzehn Individuen von *A. thalictrifolia* und dreiundsiebzig Individuen von *A. einseleana* von Naturstandorten in Kultur genommen. Die Pflanzen wurden in Rosentöpfen in gleichem Substrat kultiviert, die Töpfe im Sandkasten eingesenkt und zwecks Kontrolle der Wasserversorgung mit Glas überdeckt.

2. Resultate

2.1. Biometrie

2.1.1. Wesentliche Unterscheidungskriterien zwischen den drei untersuchten Taxa

Unterschiede zwischen A. vestinae und A. einseleana. – Wie aus Tab. 1 hervorgeht, unterscheiden sich die beiden genannten Arten vorwiegend in der Kelchblattlänge (KBLLE), der Kelchblattbreite (KBLBRE), dem Abstand der maximalen Kelchblattbreite vom Blütenzentrum (KBLBREMA), der Wuchshöhe (HOEHE) und der Anzahl Seitentriebe am Haupttrieb (ANZSTRIE). Bezüglich aller dieser Merkmale ist *A. vestinae* grösser.

Unterschiede zwischen A. vestinae und A. thalictrifolia. – Diese beiden Arten unterscheiden sich bezüglich der Wuchshöhe (HOEHE), wobei *A. vestinae* auch hier bedeutend grösser ist, sowie den Blattdrüsen (BLADRUE), die im Gegensatz zu *A. vestinae* bei *A. thalictrifolia* vorhanden sind.

2.1.2. Hauptkomponentenanalyse (PCA)

Faktor 1 erklärt bereits 54 % der totalen Varianz und wird vor allem durch die zehn Merkmale Kelchblattlänge, Kelchblattbreite, Wuchshöhe, Spornlänge, Anzahl Seitentriebe von Haupttrieb, Kronblattlänge, Anzahl Verzweigungen, Abstand der maximalen Kelchblattbreite vom Blütenzentrum, Fiederungsgrad der Blätter, und das Verhältnis der Staminodienlänge zur Breite geprägt, Faktor 2 erklärt 12 %, wobei hier kein Merkmal signifikant zur Trennung beiträgt (Abb. 3). Faktor 3 erklärt schließlich noch 8 % der totalen Varianz. Hier führt das Vorhandensein oder Fehlen von Blattdrüsen zu einer signifikanten Trennung (Abb. 4).

Mit dem KRUSKAL-WALLIS-TEST über alle Gruppen für alle elf morphologischen Merkmale wurde die Trennung auf die Signifikanz getestet. Der Test wurde mit den Einzelwerten (siebenundachtzig Individuen aus sechs Populationen) gerechnet. Alle Merkmale sind signifikant ($p < 0.05$) an der Trennung der Gruppen beteiligt.

Die graphische Darstellung der ersten drei Faktoren ergibt, gegen einander aufgetragen, folgendes:

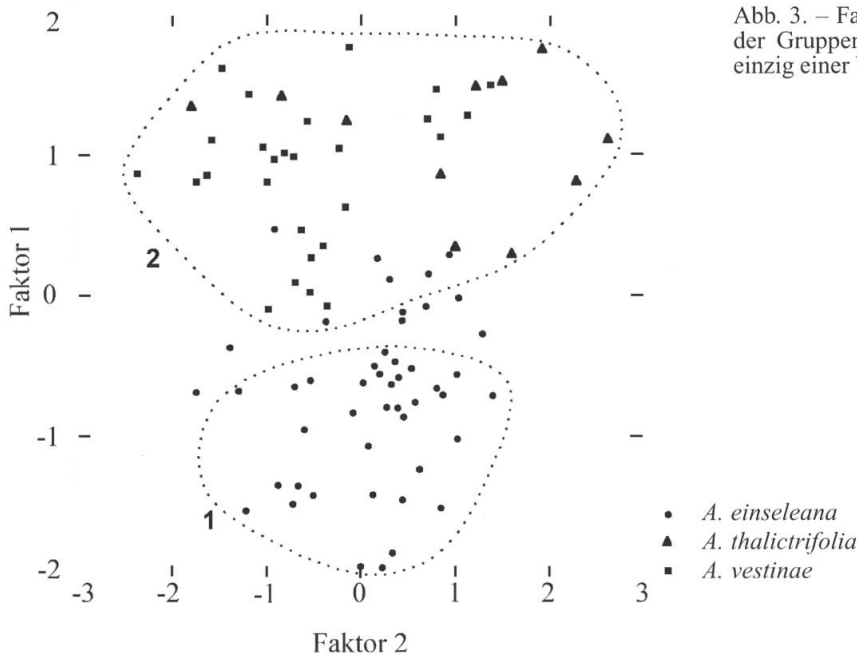


Abb. 3. – Faktor 1 zu Faktor 2 (die Umrandung der Gruppen ist willkürlich gewählt und dient einzig einer Verbesserung der Übersichtlichkeit).

Faktor 1 bewirkt eine Trennung aller Individuen in zwei Grossgruppen. Gruppe 1 wird aus Individuen von *A. einseleana* gebildet, während Gruppe 2 aus Individuen der Taxa *A. vestinae* und solchen von *A. thalictrifolia* gebildet wird.

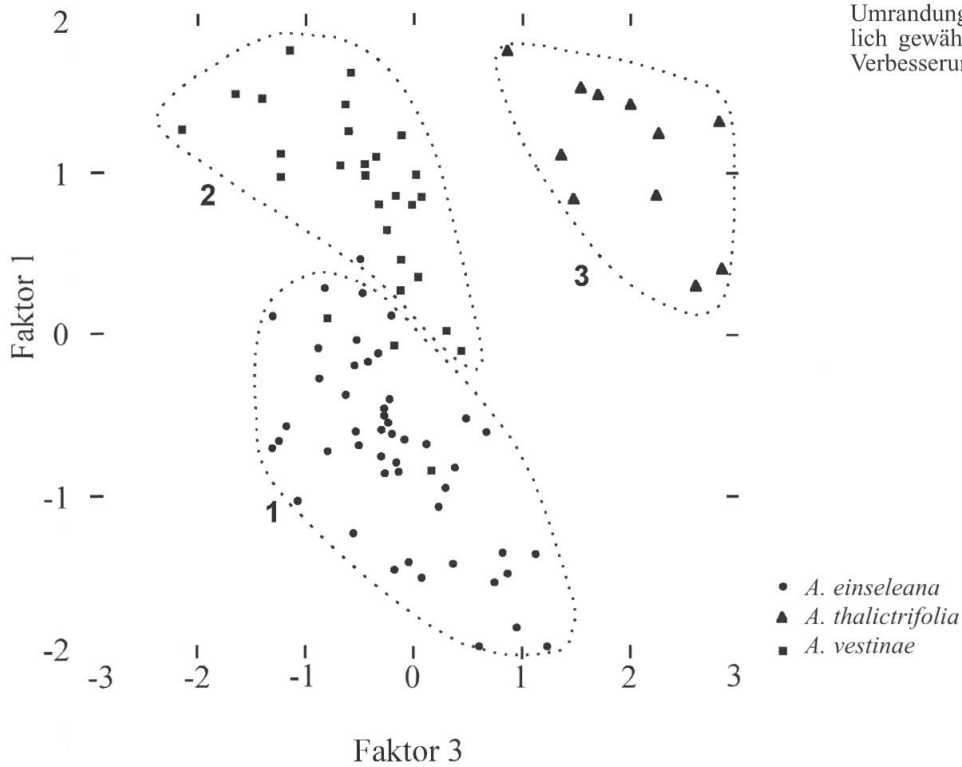


Abb. 4.- Faktor 1 zu Faktor 3 (die Umrandung der Gruppen ist willkürlich gewählt und dient einzig einer Verbesserung der Übersichtlichkeit).

Die Gesamtheit der Individuen zerfällt hier in drei Hauptgruppen: Im vierten Quadranten ist Gruppe 2 zu finden, welche fast ausschließlich aus Individuen des Taxons *A. vestinae* gebildet wird, während *A. thalictrifolia* auf den ersten Quadranten beschränkt bleibt. Die Gruppe der Individuen von *A. einseleana* liegt je etwa zur Hälfte in den Quadranten 2 und 3.

2.2. Isoenzymatischer Vergleich der drei Taxa *A. einseleana*, *A. thalictrifolia* und *A. vestinae*

2.2.1. Allelfrequenzen

Die Allelfrequenzen aller untersuchter Populationen der Taxa *A. einseleana*, *A. thalictrifolia* und *A. vestinae* für das Enzym TZO (Tab. 2).

Tab. 2. – Allelfrequenzen aller untersuchter Populationen für das Enzym TZO					
		<i>A. einseleana</i> (Val Colla)	<i>A. einseleana</i> (Grigna)	<i>A. vestinae</i> (Valvestino)	<i>A. thalictrifolia</i> (Valvestino)
TZO-2	(N)	38	27	25	7
	1	0.605	0.556	0.06	0.214
	2	0.395	0.444	0.94	0.786
TZO-1	(N)	38	27	25	7
	1	0.079	0.037	0.5	0.286
	2	0.921	0.963	0.5	0.714

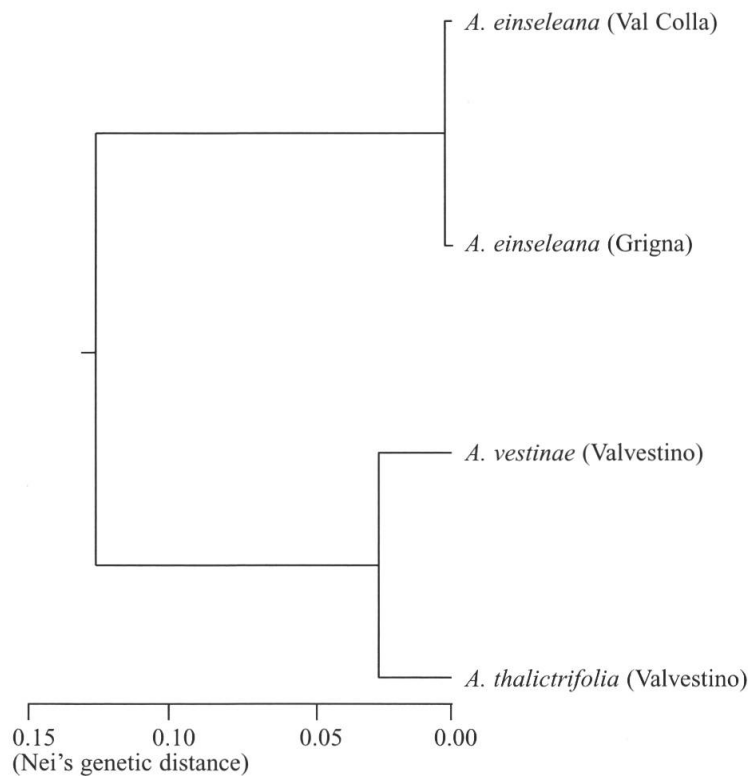


Abb. 5. – Phänogramm für die untersuchten Populationen basierend auf den Allelfrequenzen für das Enzym TZO.

2.2.2. Berechnung der genetischen Distanz

Mittels Average Linkage Cluster Analysis (UPGMA) wurde ein Phänogramm basierend auf den berechneten genetischen Distanzen nach NEI (1972) erstellt (Abb. 5).

Die 4 untersuchten Populationen zerfallen in zwei Hauptgruppen, wobei die eine durch die beiden Populationen von *A. einseleana*, die andere durch die beiden Populationen von *A. thalictrifolia* und *A. vestinae* gebildet werden.

	<i>A. einseleana</i>	<i>A. vestinae</i>	<i>A. thalictrifolia</i>
0.68		— —	
0.73		— — — —	
0.82	— —	— — — —	— —
0.87			— —
0.92	— —	— — — —	— —
0.94			— —
1.00			— —

Abb. 6. – Festgestellte Bandenmuster des Enzyms ACP der drei untersuchten Taxa

2.2.3. ACP als Markerenzym

Das Enzym ACP stellt ein Markerenzym für *A. vestinae* dar (Abb. 6). Es eignet sich zur Unterscheidung von *A. vestinae* von den beiden Taxa *A. einseleana* und *A. thalictrifolia*. Es wurden folgende Bandenmuster festgestellt.

Da weder die Quartärstruktur noch die Anzahl Loci bekannt ist, kann das vorliegende Bandenmuster nicht interpretiert werden.

2.3. Aut- und Synökologie

2.3.1. Synökologie

Aquilegia vestinae gedeiht im Valvestino auf einer Höhe über Meer von 500-600 Metern. Sie bevorzugt ständig durchsickerte Hänge, aber auch wechselfeuchte Stellen, welche von Grasartigen dominiert sind, an stark besonnten wie auch an sehr schattigen Standorten zu finden. Typische Begleitarten sind *Molinia arundinacea* Schrank, *Sesleria varia* (L.) Ard. und *Schoenus nigricans* L. Aufgrund der breiten ökologischen Toleranz ist es schwierig, die Standorte einer pflanzensoziologischen Kategorie zuzuordnen.

2.3.2. *Aquilegia einseleana*, *A. thalictrifolia* und *A. vestinae* in Kultur

Von ursprünglich neunundzwanzig Pflanzen von *A. vestinae* lebten nach einem Jahr noch siebenundzwanzig (93%), von sechzehn Pflanzen von *A. thalictrifolia* noch sieben (44%) und von ursprünglich dreiundsiebzig *A. einseleana* -Pflanzen dreiundvierzig (59%) (Abb. 7). Der Hauptfaktor für die unterschiedlichen Überlebensraten dürfte das Wasser sein. Während *A. vestinae* diesbezüglich keine sehr speziellen Anforderungen stellt, reagieren *A. thalictrifolia* und *A. einseleana* sehr empfindlich, insbesondere auf zu feuchte Verhältnisse.

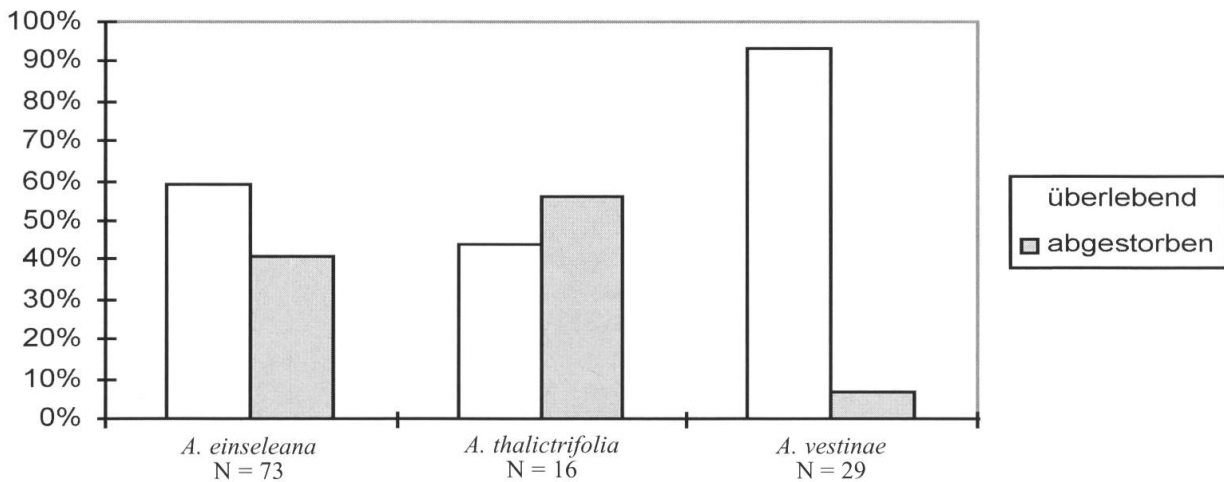


Abb. 7. – Überlebensraten der drei untersuchten Taxa nach 1 Jahr unter gleichen Kulturbedingungen.

3. Diskussion

3.1. Biometrie

Morphologisch lassen sich *A. einseleana*, *A. thalictrifolia* und *A. vestinae* mittels der Hauptkomponentenanalyse gut auftrennen, dies obschon aufgrund des geringen Stichprobenumfanges nicht mit Mittelwerten pro Population sondern mit den Werten für die Einzelindividuen gerechnet wurde.

Bei der Interpretation der Auswertung der biometrischen Daten sollte allerdings der Faktor der Modifikation nicht vergessen werden, wurden doch beispielsweise nicht alle Individuen von Standorten gleicher Meereshöhe und Exposition gesammelt. Bei Kulturversuchen im Botanischen Garten Bern ist aber aufgefallen, daß sich die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale auch unter vergleichbaren Kulturbedingungen erhalten, was hier aber allerdings nicht mit Zahlenmaterial belegt werden kann, da hierzu keine Untersuchung durchgeführt wurde. Es wäre bestimmt sehr aufschlußreich, diesbezüglich biometrische Untersuchungen an kultivierten Individuen der drei Taxa durchzuführen, was allerdings angesichts der schwierigen Kultivierbarkeit von *A. einseleana* und insbesondere von *A. thalictrifolia* nicht einfach sein dürfte, müßte sich doch die Untersuchung, um aussagekräftige Resultate zu erhalten, über mehrere Jahre erstrecken.

3.2. Isoenzymatischer Vergleich der drei Taxa

Die Identifizierung eines spezifischen Allels für *A. vestinae* ist bemerkenswert. Das Resultat ist allerdings mit einem gewissen Unsicherheitsfaktor behaftet, da die Stichprobenumfänge relativ klein waren.

Wie das Bandenmuster des Enzyms ACP zeigt, ist *A. vestinae* nicht durch Hybridisierung aus *A. einseleana* und *A. thalictrifolia* entstanden, was aufgrund des Vorkommens der drei Arten im gleichen Gebiet denkbar gewesen wäre, können doch verschiedenste *Aquilegia*-Arten leicht miteinander gekreuzt werden (BERKELEY, 1850: 167), und sogar Artbastarde völlig unverwandter Arten sind wenigstens teilweise fertil (ANDERSON & SCHAFER, 1931). Die Fertilität von Artbastarden ist genauso hoch zwischen Arten, deren Areale einen halben Erdumfang voneinander entfernt liegen, und geographisch verwandten Arten (GREGORY, 1941: 457-458).

Die Berechnung der genetischen Distanz läßt die drei Taxa in zwei Hauptgruppen zerfallen, wobei die Populationen von *A. einseleana* eine Gruppe bilden, während die andere Hauptgruppe durch die Populationen der Taxa *A. thalictrifolia* und *A. vestinae* gebildet werden.

Es stellt sich allerdings auch hier die Frage, welchen Einfluß der Einbezug weiterer Enzymsysteme und einer größeren Stichprobe auf die Gruppierung hätte, beruht diese hier doch auf nur einem Enzymsystem mit zwei Loci und je zwei Allelen, stimmt allerdings gut mit den Erwartungen überein.

4. Konklusionen

Aufgrund morphologischer, molekulargenetischer und ökologischer Kriterien kann *A. vestinae* von *A. einseleana* und *A. thalictrifolia* systematisch abgetrennt und als neue Art aufgefaßt werden.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, E. & B. SCHAFER (1931). Species hybrids in *Aquilegia*. *Ann. Bot. (London)* 45: 639-646.
- BERKELEY, M. J. (1850). Gärtner's observations upon muling among plants. *J. Roy. Hort. Soc.* 5: 156-172.
- FELSENSTEIN, J. (1995). *PHYLIP (Phylogeny Inference Package), Version 3.57c*. University of Washington, Seattle.
- GREGORY, W. C. (1941). Phylogenetic and cytological studies in the Ranunculaceae. *Trans. Amer. Philos. Soc.* ser. 2, 31: 443-521.
- HAMES, B. D. & D. RICKWOOD (1990). *Gel Electrophoresis of Proteins: A Practical Approach*. 2nd ed. IRL Press, Oxford, New York and Tokyo.
- NEI, M. (1972). Genetic distance between populations. *Amer. Naturalist* 106: 283-292.
- RAYMOND, M. & F. ROUSSET (1995). Genepop (version 1.2): Population genetics software for exact tests and ecumenism. *J. Heredity* 86: 248-249.
- SWAFFORD, D. L. & R. B. SELANDER (1989). *BIOSYS-1: A computer program for the analysis of allelic variation in population genetics and biochemical systematics. Release 1.7*. Urbana, University of Illinois.
- WENDEL, J. F. & N. F. WEEDEN (1989). Visualization and interpretation of plant isozymes. In: SOLTIS, D. E. & P. S. SOLTIS (eds.), *Isozymes in Plant Biology*. Dioscorides, Portland, Oregon.

Anschrift der Verfasser: AP: Neubrückestr. 93, CH-3012 Bern.

DM: Botanische Institute der Universität Bern, Altenbergrain 21, CH-3013 Bern.

