

Zeitschrift: Bulletin of the Geobotanical Institute ETH
Herausgeber: Geobotanisches Institut, ETH Zürich, Stiftung Rübel
Band: 62 (1996)

Artikel: Mechanismen der Artabgrenzung bei drei alpinen Erigeron-Arten (Asteraceae)
Autor: Mermod, Olivier
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-377794>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

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

Mechanismen der Artabgrenzung bei drei alpinen *Erigeron*-Arten (Asteraceae)

OLIVIER MERMOD

Geobotanisches Institut ETH, Zollikerstrasse 107, 8008 Zürich, Switzerland

Summary

Mechanisms of species separation in three alpine *Erigeron*-species (Asteraceae)

1 Although experimentally and in nature there are no genetic barriers among the *Erigeron*-species in the Alps, the species demarcation is clear. Mechanisms of species separation were examined for three species (*E. alpinus*, *E. neglectus*, *E. uniflorus*) in two regions of the Swiss Alps in terms of phenology, colours of ligulate flowers and spectrum of pollinators.

2 *E. uniflorus* is probably self-pollinating since hardly any pollinator was observed here. This species was clearly separated from the other two. Moreover, *E. uniflorus* is found in a different plant community.

3 In *E. alpinus* and *E. neglectus* a combination of the following strategies may lead to genetic isolation: different flowering times and colours of ligulate flowers, synchronization of flowering within a population and simultaneous flowering with species of visually similar blossoms.

Zusammenfassung

1 Die Artgrenzen der *Erigeron*-Arten in den Alpen verwischen sich an Kontaktstandorten, und die Arten weisen auch experimentell keine genetischen Barrieren auf. Trotzdem gehen die Arten nicht ineinander auf. Mechanismen der Artabgrenzung wurden exemplarisch an drei *Erigeron*-Arten (*E. alpinus*, *E. neglectus*, *E. uniflorus*) in zwei Gebieten der Schweizer Alpen für Phänologie, Zungenblütenfarbe und Bestäuberspektren untersucht.

2 *E. uniflorus* grenzt sich klar von den beiden anderen *Erigeron*-Arten ab, da die Art wahrscheinlich selbstbestäubend ist; hier wurden auch kaum Bestäuber beobachtet. Hinzu kommen standörtliche Unterschiede gegenüber den beiden anderen Arten.

3 Im Falle von *E. alpinus* und *E. neglectus* wirken möglicherweise folgende Mechanismen zur Artabgrenzung: gestaffelte Blütezeiten, unterschiedliche Zungenblütenfarbe, Synchronisation der Blütezeit innerhalb einer Population sowie simultanes Blühen mit anderen Arten, deren Blüten optisch ähnlich aussehen.

Keywords: genetic isolation, phenology, pollinator, species separation, Swiss Alps

Bulletin of the Geobotanical Institute ETH (1996), **62**, 27–34

Einleitung

In den Alpen kommen neun Vertreter der Gattung *Erigeron* (Asteraceae) vor, die alle in der Arbeitsgruppe von W. Huber am Geobotanischen Institut intensiv studiert worden sind. Obwohl die Artgrenzen, beruhend auf morphologischen Merkmalen, oft verwischt sind, lassen sich durch die Kombination der qualitativen Merkmale «Ausrichtung der Zungenblüten», «Vorhandensein von Fadenblüten» und «Vorkommen langer Drüsenhaare» die *Erigeron*-Arten der Alpen klar trennen (Huber & Zhang 1991). Untersuchungen mittels Enzym-Elektrophorese (Huber & Leuchtmann 1992) zeigten, dass die verschiedenen alpinen *Erigeron*-Arten eine aussergewöhnliche genetische Uniformität aufweisen. Diese wird bestätigt durch die geringe Variabilität bezüglich sekundärer Inhaltsstoffe sowohl innerhalb wie auch zwischen natürlichen *Erigeron*-Populationen (Oberhänsli & Huber 1993). Alle *Erigeron*-Arten der Alpen sind selbstfertil, lassen sich aber auch untereinander kreuzen (Huber 1993); die erzeugten Bastarde sind fertil.

Die Resultate der genannten Untersuchungen an der Gattung *Erigeron* führen zu der Annahme, dass die in der Natur an Kontaktstandorten mehrerer *Erigeron*-Arten auftretenden Zwischenformen auf Genintrogressionen zurückgehen. Diese Annahme wird

durch die Auswertung morphologischer Daten verschiedener Populationen an Kontaktstandorten mittels multivariater Analysen unterstützt (Utelli 1993; Utelli & Huber 1996).

Da es somit kaum genetische Barrieren zwischen den *Erigeron*-Arten der Alpen gibt, stellt sich die Frage nach den Mechanismen, die eine vollständige Vermischung der Arten verhindern. Dieser Frage soll in der vorliegenden Arbeit an drei *Erigeron*-Arten der Alpen (*E. alpinus* L., *E. neglectus* Kerner, *E. uniflorus* L.) nachgegangen werden, wobei vor allem Phänologie (Ermittlung der Blütezeit und Blühfarbe) und Bestäuber-spektrum, aber auch Standortsansprüche berücksichtigt werden.

Material und Methoden

In der Schweiz auf der Gemmi im Kanton VS und auf dem Pizol im Kanton SG wurden insgesamt fünf Populationen der drei *Erigeron*-Arten ausgewählt. Die verschiedenen Flächen werden stichwortartig in Tab. 1 charakterisiert. Auf jeder Fläche wurde eine Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet (Dierschke 1994) durchgeführt und mit Originalarbeiten aus diesen Gebieten verglichen; die pflanzensoziologische Einteilung richtet sich nach Ellenberg (1986). Die Nomenklatur der Arten entspricht Hess *et al.* (1976–1980).

Tab. 1. Geographische Lage und Beschreibung der fünf Untersuchungsflächen in den Schweizer Alpen und die entsprechenden Literaturangaben zu den pflanzensoziologischen Aufnahmen in diesen Gebieten (G = Gemmi, P = Pizol; *Erigeron*-Arten: *alp* = *E. alpinus*, *uni* = *E. uniflorus*, *neg* = *E. neglectus*)

Fläche	Koordinaten	Höhe	Exposition	Neigung	Fläche	Boden	Vegetationstyp	Nutzung	Literatur
Galp	611.650/138.650	2320 m	SE	40 %	25 m ²	kalkhaltig	Seslerio-Caricetum sempervirentis	Alpweide	Huber 1993
Guni	611.700/138.700	2340 m	E	30 %	20 m ²	kalkhaltig	Caricetalia curvulae	Alpweide	Huber 1993
Gneg	612.850/138.700	2340 m	SE	10 %	25 m ²	kalkhaltig	Seslerio-Caricetum sempervirentis	Alpweide	-
Palp	750.650/204.825	2160 m	S	75 %	25 m ²	silikatisch	Seslerio-Caricetum sempervirentis	keine	Huber 1993 Utelli 1993
Puni	750.875/204.875	2190 m	S	50 %	15 m ²	silikatisch	Caricetalia curvulae	keine	Utelli 1993

Zur Bestimmung der Blütenphänologie wurden auf jeder Fläche 25 blühende *Erigeron*-Individuen zufällig ausgesucht und markiert. Die Daten wurden für jeden Bestand an drei verschiedenen Tagen (Gemmi: 8.7.–18.7.93; Pizol: 29.7.–3.8.93) aufgenommen. In einem Blütenkopf können bis etwa 100 Einzelblüten vorkommen, daher wurde zur Bestimmung der Blütezeit an den markierten Pflanzen die Anzahl offener Röhrenblüten ausgezählt. Zusätzlich wurde mit den Farbtafeln von Kornerup & Wanscher (1981) die mittlere Farbe der Zungenblüten bestimmt.

Zur Erfassung der Blütenbesucher wurde jeder Bestand an den drei Tagen der phänologischen Untersuchungen je sechs Mal 15 Minuten lang zwischen 10⁰⁰–17⁰⁰ aufgesucht und die *Erigeron*-Blütenköpfe nach Insekten abgesucht. Die Insekten wurden mit einem Käscher (Durchmesser ca. 40 cm) gesammelt und mit Hilfe der Literatur (u.a. Bei-Bienko 1989; Hennig 1956–1964) und der Referenzsammlung der ETH bestimmt. Die Nomenklatur richtet sich nach Soès & Papp (1984–1994).

Resultate

VEGETATIONSKUNDLICHE CHARAKTERISIERUNG DER ERIGERON-STANDORTE

Die verschiedenen Untersuchungsflächen liessen sich den folgenden pflanzensoziologischen Einheiten zuordnen: Die Vegetation der beiden *E. alpinus*-Flächen und der *E. neglectus*-Fläche entspricht der Assoziation Seslerio-Caricetum-sempervirentis, während die *E. uniflorus*-Flächen zur Ordnung Caricetalia curvulae gehört (vgl. Tab. 1).

BLÜTENPHÄNOLOGIE

Auf der Gemmi verlief die phänologische Entwicklung der Blüten von *E. alpinus*- und *E. uniflorus*-Individuen mehr oder weniger

parallel (Fig. 1a; Mann-Whitney Test, $P > 0.05$). Diese beiden Populationen konnten an zwei Tagen mit der *E. neglectus*-Population verglichen werden. Die statistischen Ergebnisse zeigten, dass *E. neglectus* gegenüber *E. alpinus* ($P < 0.01$) und gegenüber *E. uniflorus* ($P < 0.05$) verschiedene Blühzeiten hatte. *E. alpinus* war hier im Vergleich mit den beiden anderen *Erigeron*-Arten ein Spätblüher, während *E. neglectus* früher blühte und *E. uniflorus* eine ausgedehnte Blühzeit aufwies.

Auf der Untersuchungsfläche Pizol (Fig. 1b) blühte die *E. alpinus*-Population ebenfalls ziemlich einheitlich und signifikant später als die *E. uniflorus*-Population ($P < 0.01$).

ZUNGENBLÜTENFARBEN

Auf der Gemmi gab es bei *E. alpinus* eine grosse farbliche Variabilität der Zungenblüten (A1–A6), während die Zungenblüten von *E. neglectus* eine etwas kleinere Variabilität zeigten (A1–A4; vgl. Fig. 2); die Unterschiede waren allerdings nicht signifikant ($P > 0.05$). Die Zungenblüten von *E. uniflorus* dagegen waren einheitlich weiss gefärbt. *E. uniflorus* grenzte sich damit farblich signifikant von *E. alpinus* ($P < 0.001$) und von *E. neglectus* ($P < 0.001$) ab.

Die Population von *E. alpinus* auf der Untersuchungsfläche Pizol zeigte im Gegensatz zu den oben genannten Ergebnissen eine kleinere Variabilität als *E. uniflorus* (A2–A4 vs. A1–A5). Auch hier war aber *E. alpinus* durch eine deutlich intensivere Färbung klar von *E. uniflorus* abgegrenzt ($P < 0.001$).

SPEKTRUM DER BLÜTENBESUCHER

Auf Blüten der drei *Erigeron*-Arten wurden insgesamt 284 Individuen von 42 Insektenarten gesammelt (ohne weibliche Anthomyiidae), wobei die Häufigkeit der Arten sehr unterschiedlich war (Tab. 2). Hohe Indi-

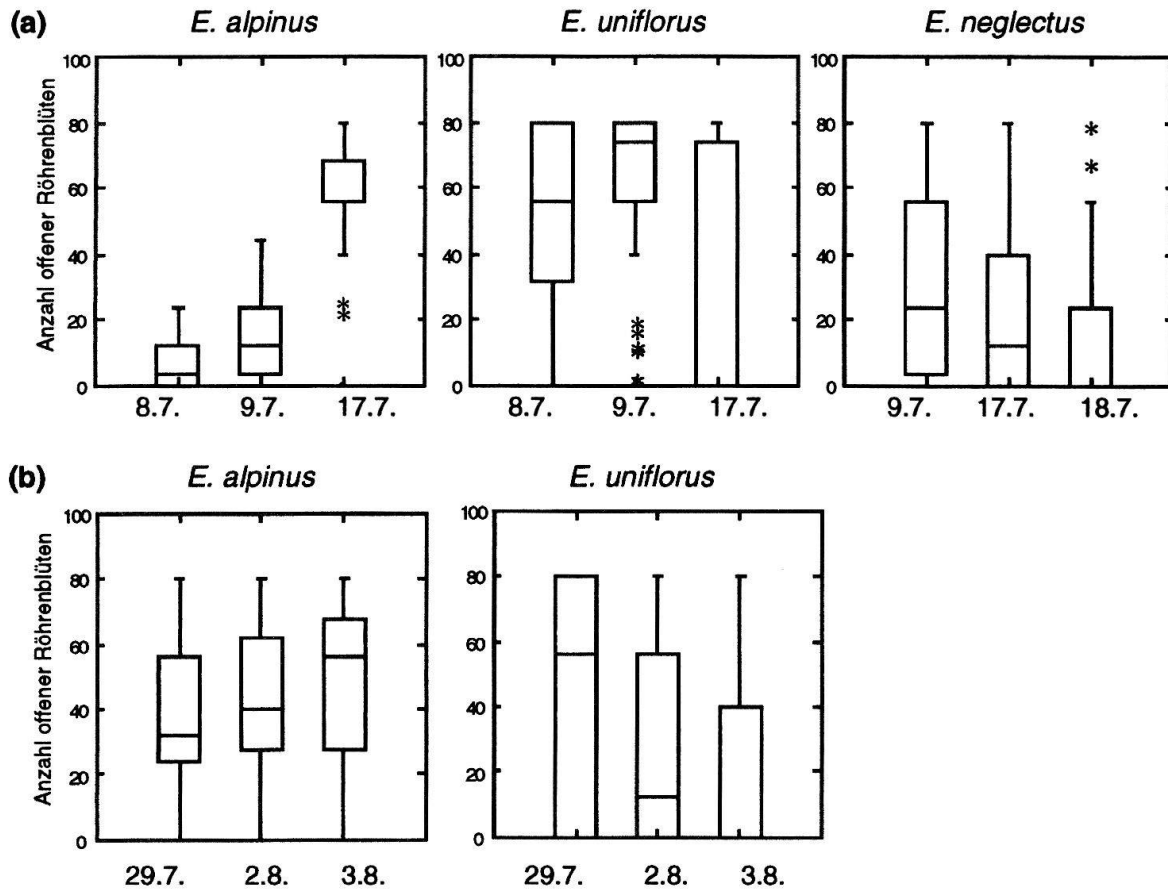


Fig. 1. Vergleich der phänologischen Blütenentwicklung der *Erigeron*-Arten an drei verschiedenen Tagen, (a) auf der Untersuchungsfläche Gemmi und (b) auf Pizol. Erläuterung der Box-Plots: Die Box (50%) und die nach oben und unten gezogenen senkrechten Linien (je 15%) stellen 80% der Beobachtungen dar. Die Box wird durch den Median in das obere und untere Quartil unterteilt; Ausreisser werden als Sterne dargestellt.

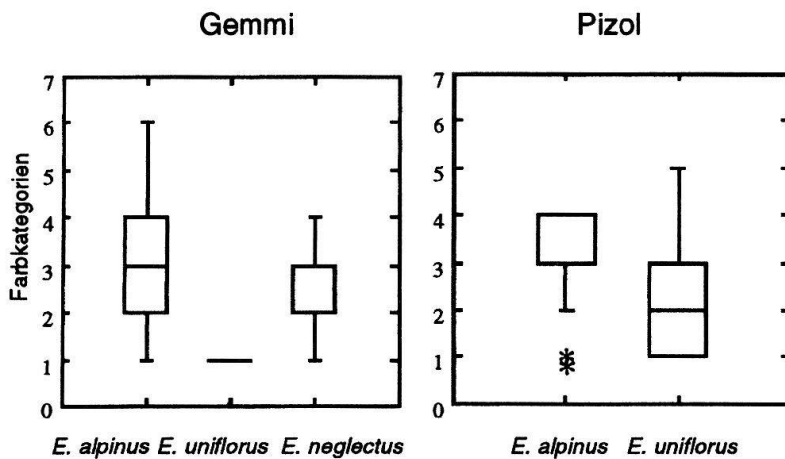


Fig. 2. Vergleich der Zungenblütenfarben der *Erigeron*-Arten auf der Gemmi und auf dem Pizol an drei verschiedenen Tagen. Die Farbkategorien 0–7 entsprechen der Farbskala A0–A7 von Kornerup & Wanscher (1981: 14).

Tab. 2. Spektrum der Blütenbesucher der drei untersuchten *Erigeron*-Arten in zwei Untersuchungsgebieten. (G = Gemmi und P = Pizol; alp = *E. alpinus*, uni = *E. uniflorus*, neg = *E. neglectus*; w = Weibchen, nicht weiter bestimmt; * = potentieller Bestäuber)

Insektenspektrum	Ordnung	Galp	Palp	Guni	Puni	Grieg
<i>Pogonomyia alpicola</i> *	Diptera	2	8	1	-	14
<i>Dasytes alpi gradus</i>	Coleoptera	56	7	3	-	26
<i>Coenosia obscuricula</i>	Diptera	32	6	2	-	8
<i>Anthomyiidae</i> w *	Diptera	8	6	-	1	16
<i>Helina duplicata</i> *	Diptera	5	2	-	-	4
<i>Delia longicauda</i> *	Diptera	3	1	-	-	3
<i>Agrades glandon</i> *	Lepidoptera	2	-	-	-	1
<i>Coenosiini</i> sp.	Diptera	4	-	-	-	1
<i>Adia coerulescens</i> *	Diptera	-	-	-	-	2
<i>Pegoplata aestiva</i> *	Diptera	-	2	-	-	-
<i>Hercostomus fugax</i>	Diptera	-	1	1	-	-
<i>Thricops aculeipes</i>	Diptera	1	4	-	-	-
<i>Rhamphomyia</i> sp. *	Diptera	1	1	-	-	-
<i>Pogomonoyia</i> cf. <i>alpicola</i>	Diptera	1	-	-	-	-
<i>Botanophila striolata</i> *	Diptera	1	-	-	-	-
<i>Cheilosia grossa</i> *	Diptera	1	-	-	-	-
<i>Botanophila varicolor</i> *	Diptera	1	-	-	-	-
<i>Hylemya</i> sp. *	Diptera	-	1	-	-	-
<i>Zygaena exculans</i> *	Lepidoptera	-	3	-	-	-
<i>Coenosia gracilis</i>	Diptera	-	1	-	-	-
<i>Coenosia means</i>	Diptera	-	1	-	-	-
<i>Gastroidea viridula</i>	Coleoptera	-	1	-	-	-
<i>Thricops nigritella</i>	Diptera	-	1	-	-	-
<i>Thricops furcatus</i>	Diptera	-	1	-	-	-
<i>Thricops lividiventris</i>	Diptera	-	1	-	-	-
<i>Thricops</i> cf. <i>villosus</i>	Diptera	-	1	-	-	-
<i>Sphaerophoria</i> sp. *	Diptera	-	1	-	-	-
<i>Eristalis tenax</i> *	Diptera	-	1	-	-	-
<i>Empis</i> sp. *	Diptera	-	1	-	-	-
<i>Adia cinerella</i> *	Diptera	-	1	-	-	-
<i>Blaesoxipha</i> sp. *	Diptera	-	1	-	-	-
<i>Bellardia pandia</i> *	Diptera	-	-	-	-	3
<i>Drymeia</i> cf. <i>vicana</i>	Diptera	-	-	-	-	2
<i>Spilogona</i> sp.	Diptera	-	-	-	-	1
<i>Thricops</i> sp.	Diptera	-	-	-	-	1
Individuen		118	63	7	1	82
Arten		14	24	4	1	13

viduenzahlen wurden vor allem auf *E. alpinus* und *E. neglectus* gefunden, während auf *E. uniflorus* vergleichsweise wenige Blütenbesucher auftraten. Die meisten Insektenarten waren Einzelfunde oder zeigten keine Stetigkeit für eine bestimmte *Erigeron*-Art.

Auf Blüten der *E. alpinus*-Population des Pizols konnten am meisten Insektenarten (24) gefunden werden, obwohl dort nur 63 Individuen gesammelt wurden. Die *E. alpinus*-Population auf der Untersuchungsfläche Gemmi wies dagegen am meisten Individuen

auf, aber nur 14 Arten. Auf *E. uniflorus* der Gemmi wurden deutlich weniger Arten und Individuen beobachtet. Unter den acht auf *E. uniflorus* gesammelten Insekten waren sechs räuberische Arten oder Pflanzenfresser, die also nicht als Bestäuber in Frage kommen. Die häufigsten Insektenarten sowohl auf *E. alpinus* als auch auf *E. neglectus* waren keine effektiven Bestäuber, so zum Beispiel der phytophage *Dasytes alpi gradus* oder die räuberische Art *Coenosia alpicola*. Die Seltenheit dieses Räubers auf *E. uniflorus* bestätigt die Beobachtung, dass sich hier wenige potentielle Beuteinsekten aufhalten.

Diskussion

PHÄNOLOGISCHE MECHANISMEN DER ARTABGRENZUNG

E. alpinus vs. *E. uniflorus*

Ein möglicher Mechanismus der Artabgrenzung liegt in der unterschiedlichen Phänologie. Von den Zungenblütenfarben her waren *E. alpinus* und *E. uniflorus* auf der Gemmi zwar klar voneinander getrennt, bezüglich der Anzahl geöffneter Röhrenblüten fanden sich hingegen keine signifikanten Unterschiede. Die *E. alpinus*-Population blühte aber synchroner und später als *E. uniflorus*. Dieses stärker synchrone Blühen von *E. alpinus* erhöht vermutlich die Schauwirkung der Blüten und lockt eine grössere Anzahl potentieller Bestäuber an (vgl. Hess 1990; Dafni 1992). Dies mag einer der Gründe sein, warum auf *E. alpinus* am meisten Insekten vorkamen.

Die *E. alpinus*- und die *E. uniflorus*-Population auf dem Pizol zeigten dagegen sowohl bezüglich Blühzeit als auch in der Zungenblütenfarben signifikante Unterschiede. *E. alpinus* blühte auch hier synchroner und später als *E. uniflorus*. Wie bereits auf der Gemmi zog *E. alpinus* viele und *E. uniflorus* kaum Insekten an. Dies legt die Annahme

nahe, dass diese Art selbstbestäubend ist und kaum ein Genfluss stattfindet. Letzteres erklärt möglicherweise die geringe genetische (Huber 1993) und morphologische (Utelli *et al.* 1995, Utelli & Huber 1996) Variabilität von *E. uniflorus*.

E. neglectus vs. *E. uniflorus*

Im Vergleich der phänologischen Daten von *E. neglectus* und von *E. uniflorus* auf der Gemmi lagen klare Unterschiede vor. Da auf *E. uniflorus* kaum potentielle Bestäuber beobachtet wurden, fehlt ein Pollenvektor zwischen *E. uniflorus* und *E. neglectus*.

Interessant ist auch das gleichzeitige Blühen und die Ähnlichkeit der Zungenblütenfarbe von *E. neglectus* mit *Aster alpinus*. Durch synchronisiertes Blühen farbähnlicher Pflanzenarten wird nämlich der gemeinsame Insektenbesuch stark erhöht (Pont 1993). Dafni (1992) spricht sogar von einem Fall Müller'scher Mimikry, bei der eine Art A (hier *Aster alpinus*) die Wahrscheinlichkeit der Bestäubung einer Art B (hier *E. neglectus*) bei gleichzeitiger Entfaltung ähnlicher Blüten erhöht.

E. neglectus vs. *E. alpinus*

E. neglectus wies zwar eine unterschiedliche Blühzeit, aber ähnliche Zungenblütenfarben wie *E. alpinus* auf. An den beiden Arten wurden auch fünf gemeinsame potentielle Bestäuber beobachtet, die für die beschriebenen Genintrogressionen verantwortlich sein könnten (vgl. Utelli & Huber 1996). Dabei muss aber beachtet werden, dass die Phänologie stark von Umgebungsfaktoren bestimmt wird (Dafni 1992). Eine Verallgemeinerung der Ergebnisse ist daher nur in beschränktem Masse zulässig.

MÖGLICHE BESTÄUBER

Blüten von *E. alpinus* und *E. neglectus* wurden häufig von Insekten aufgesucht, wobei

sicher nicht alle Blütenbesucher als tatsächliche Bestäuber fungierten, zumal Räuber und Pflanzenfresser unter den Fängen waren. Von den 29 Insektenarten, die auf Blüten von *E. alpinus*- und *E. neglectus* vorkamen, wurden acht auf beiden Arten gefunden. Ein Grund für das Auftreten gemeinsamer Bestäuber lag sicher in der Ähnlichkeit der Vegetation, die ähnliche Bestäubergemeinschaften anzieht (Hess 1990).

Es wurden keine spezifischen Bestäuber für die drei *Erigeron*-Arten gefunden. Viele der Bestäuber kommen auch auf *Leontopodium alpinum* vor (Erhardt 1993). Bei den untersuchten Insektenarten kann also nicht von spezifischen *Erigeron*-Bestäubern gesprochen werden. Die Insekten sprechen generell auf jene Pflanzenart an, die gerade in grösserer Quantität blüht (Pont 1993). Der Aufbau der Blüten, der kaum eine Spezialisierung der Mundwerkzeuge verlangt (Müller 1881; Faegri & van der Pijl 1979; Hess 1990), und die kurze Vegetationszeit in den Alpen wirken vermutlich einer Selektion spezieller Bestäuber entgegen.

In dieser Arbeit wurde gezeigt, dass sich die *Erigeron*-Arten phänologisch unterscheiden. Auf derartige Unterschiede stellen sich die Blütenbesucher vermutlich ein und bewirken eine entsprechende Spezifität des Pollentransports.

Danksagung

Diese Arbeit ist Dr. Walter Huber gewidmet, der im Sommer 1994 verstorben ist. Ich danke Dr. Matthias Baltisberger und Dr. Bernhard Merz für die Betreuung der Arbeit sowie Dr. Johannes Kollmann für die moralische und fachliche Unterstützung bezüglich dieses Manuskriptes.

Referenzen

- Bei-Bienko, G. Y. (1989) *Diptera and Siphonaptera Part II. Key to the Insects of the European Part of the USSR*, Vol. V.1, E. J. Brill, Leiden.
- Dafni, A. (1992) *Pollination Ecology: a Practical Approach*. Oxford University Press, Oxford.
- Dierschke, H. (1994) *Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden*. Ulmer, Stuttgart.
- Ellenberg, H. (1986) *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Ulmer, Stuttgart.
- Erhardt, A. (1993) Pollination of the Edelweiss, *Leontopodium alpinum*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **111**, 229–240.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. (1979) *The Principles of Pollination Ecology*. Pergamon Press, Oxford.
- Hennig, W. (1956–1964) Muscidae. *Die Fliegen der Palaearktischen Region*. Vol. VII (1, 2). (ed. Linder E.). Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Hess, D. (1990) *Die Blüte*. Ulmer, Stuttgart.
- Hess, H. E., Landolt, E. & Hirzel, R. (1976–1980) *Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete*. Birkhäuser, Basel.
- Huber, W. (1993) Biosystematisch-ökologische Untersuchung an den *Erigeron*-Arten (Asteraceae) der Alpen. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich*, **114**, 1–143.
- Huber, W. & Leuchtmann, A. (1992) Genetic differentiation of the *Erigeron* species (Asteraceae) in the Alps: a case of unusual allozymic uniformity. *Plant Systematics and Evolution*, **183**, 1–16.
- Huber, W. & Zhang, H. (1991) Morphologische und chemotaxonomische Untersuchungen an den *Erigeron*-Arten der Alpen. *Berichte des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich*, **57**, 116–164.
- Kornerup, A. & Wanscher, J. H. (1981) *Taschenlexikon der Farben*. Muster-Schmidt Verlag, Göttingen.
- Müller, H. (1881) *Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassung an dieselben*. Verlag Wilhelm Engelmann. Leipzig.
- Oberhänsli, T. & Huber, W. (1993) Zur Chemotaxonomie von *Erigeron*-Arten (Compositae) der Alpen. *Berichte des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich*, **59**, 24–136.

- Pont, A. C. (1993) Observations on anthophilous Muscidae and other Diptera (Insecta) in Abisko National Park, Sweden. *Journal of Natural History*, **27**, 631–643.
- Soòs, A. & Papp, L. (eds.) (1984–1994) *Catalogue of Palaearctic Diptera*. Vol. **1–13**. Elsevier Science, New York.
- Utelli, A.-B. (1993) *Untersuchungen zur Systematik und Ökologie von Erigeron-Arten (Asteraceae) der Alpen: Nachweis von Genintrogressionen mittels multivariater Analysen morphologischer Merkmale*. Diploma thesis, Geobotanical Institute ETH, Zürich.
- Utelli, A.-B., Huber, W. & Zopfi, H.-J. (1995) Phenotypic plasticity in alpine *Erigeron* species (Asteraceae). *Nordic Journal of Botany*, **15**, 483–492.
- Utelli, A.-B. & Huber, W. (1996) The hypothesis of introgression in alpine *Erigeron* (Asteraceae): a multivariate morphological approach. *Willdenowia*, **25**, 443–454.

Received 1 March 1996

revised version accepted 10 May 1996