

Zur Chemotaxonomie von Erigeron-Arten (Compositae) der Alpen = On the chemotaxonomy of Erigeron species (Compositae) of the Alps

Autor(en): **Oberhänsli, Thomas / Huber, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn.
Hochschule, Stiftung Rübél**

Band (Jahr): **59 (1993)**

PDF erstellt am: **24.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-377785>

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.

Zur Chemotaxonomie von *Erigeron*-Arten (*Compositae*) der Alpen

On the chemotaxonomy of *Erigeron* species (*Compositae*) of the Alps

Thomas OBERHÄNSLI und Walter HUBER

1. EINLEITUNG

Die Gattung *Erigeron* (*Compositae*, *Astereae*) ist in den höheren Lagen der Alpen mit neun meist als Arten interpretierten Taxa vertreten: *E. alpinus* L., *E. neglectus* Kerner, *E. polymorphus* Scop., *E. candidus* Widder, *E. uniflorus* L., *E. atticus* Vill., *E. gaudinii* Brügger, *E. acer* L. und *E. angulosus* Gaudin. Obwohl diese Arten an verschiedenen Standorten häufig und für viele Pflanzengemeinschaften charakteristisch sind, ist ihre gegenseitige Abgrenzung und taxonomische Beziehung bis heute weitgehend unklar geblieben. Als einzige grössere Bearbeitung der Gattung in den europäischen Gebirgen liegt die Monographie von VIERHAPPER (1906) vor, welche aber fast ausschliesslich auf morphologischen, an Herbarmaterial erarbeiteten Merkmalen beruht. Die von VIERHAPPER (1906) vorgenommene Abspaltung einer Gattung *Trimorpha*, zu der sämtliche Fadenblüten tragenden Arten (alle obigen Taxa ausser *E. polymorphus*, *E. candidus* und *E. uniflorus*) gehören, erscheint willkürlich und widerspricht der grossen genetischen Uniformität, wie sie anhand elektrophoretischer Untersuchungen von Alloenzymen beobachtet wur-

de (HUBER und LEUCHTMANN 1992). Um die Entstehung der *Erigeron*-Taxa besser zu verstehen und insbesondere eine klarere Artunterscheidung als Grundlage für praxisorientierte Untersuchungen wie Vegetationskartierungen zu ermöglichen, sind am Geobotanischen Institut der ETH Zürich biosystematisch-ökologische Untersuchungen im Gang, bei denen die vielseitigen Aspekte der Arten mittels verschiedenster Methoden berücksichtigt werden.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit ordneten HUBER und ZHANG (1991) die *Erigeron*-Arten der Alpen vier morphologischen Gruppen zu, die sich durch die Kombination von drei qualitativen Merkmalen voneinander unterscheiden: 1. (Nicht-)Vorhandensein von Drüsenhaaren, 2. ausgebreitete oder aufrechte Zungenblüten, 3. (Nicht-)Vorhandensein von Fadenblüten zwischen Zungen- und Röhrenblüten. *E. alpinus* und *E. neglectus* bilden dabei die Gruppe I, *E. polymorphus*, *E. candidus* und *E. uniflorus* die Gruppe II, *E. atticus* und *E. gaudinii* die Gruppe III, *E. acer* und *E. angulosus* die Gruppe IV. Diese Einteilung deckte sich grösstenteils mit chemotaxonomischen Merkmalen der Arten, insbesondere mit den Dünnschichtchromatogrammen (DC) von Petrolether-Mazerationsextrakten frischer Blätter (HUBER und ZHANG 1991). Verschiedene hellblau fluoreszierende sowie ein bis zwei dunkelbraune Flecken dienten als chemische Unterscheidungsmerkmale der Arten. Vereinzelt wurden auch Abweichungen in den DC-Mustern verschiedener Populationen derselben Art festgestellt. Die Variabilität chemischer Inhaltsstoffe innerhalb von Populationen wurde nicht untersucht. Ebenfalls unklar blieb die chemische Zugehörigkeit von *E. candidus*, einem nur lokal in den österreichischen Alpen vorkommenden Taxon, welches morphologisch kaum von *E. polymorphus* unterschieden werden kann. Es ergab sich auch die wichtige Frage, wie die grosse morphologische Variabilität innerhalb der Arten zustandekommt; es könnte sich dabei um Anpassungen der Pflanzen an spezielle Standortsbedingungen handeln. Auffälligerweise werden jedoch vorwiegend an Kontaktstandorten verschiedener *Erigeron*-Arten Exemplare gefunden, welche intermediäre morphologische Merkmale zeigen und nicht eindeutig zugeordnet werden können (HUBER, unveröff.). Dies legt die Vermutung nahe, dass natürliche Bastardierungen und Genintrogressionen für die Merkmalsvariationen verantwortlich sein könnten.

Die vorliegende Arbeit verfolgt hauptsächlich drei Ziele: 1. Untersuchung der Variabilität chemischer Inhaltsstoffe innerhalb natürlicher Populationen von vier *Erigeron*-Arten aus den Alpen (*E. alpinus*, *E. polymorphus*, *E. candidus*, *E. uniflorus*), 2. chemotaxonomische Zuordnung des vagen Taxons *E. candidus*, 3. Nachweis von möglichen Bastardierungen und Genintrogress-

sionen in morphologisch intermediären *Erigeron*-Populationen mittels Dünnschichtchromatographie. Die chemische Identifikation von Inhaltsstoffen soll im Rahmen späterer Untersuchungen vorgenommen werden.

Verdankungen

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und wertvolle Anregungen dazu danken wir Herrn Dr. Matthias Baltisberger, Zürich, und Herrn Dr. Adrian Leuchtmann, Zürich.

2. MATERIAL

In den Jahren 1988-1991 wurden die 25 untersuchten *Erigeron*-Populationen (Tab. 1) in verschiedenen Regionen der Alpen gesammelt und im Gewächshaus in Zürich (530 m ü.M.) kultiviert. Belege von sämtlichen Fundorten befinden sich im Herbar von Zürich (Z-ZT).

3. METHODEN

Herstellen der Petrolether- und Methanol-Extrakte

50-200 mg frisch geerntete Blätter wurden in 2 ml Petrolether in 20 ml Scintillations-Fläschchen mit Drehverschluss und Polyethylendichtung bei 120 Umin^{-1} und Raumtemperatur über Nacht mazeriert. Die Extrakte wurden in 2 ml Eppendorf-Reaktionsgefäße überführt und bis zur weiteren Verwendung bei -30°C aufbewahrt. Um polarere Verbindungen zu extrahieren, wurden die Blätter nach der Petrolether-Extraktion in 2 ml Methanol aufgenommen und nochmals über Nacht mazeriert. Diese Methanol-Extrakte wurden bis zur Analyse ebenfalls bei -30°C aufbewahrt.

Dünnschicht-Chromatographie

Von den Extrakten wurden mit einer Glaskapillare 30-50 μl punktförmig in Portionen von 2 μl auf eine Merck-Silicagel 60-Platte im Abstand von 7 mm aufgetragen. Die Petrolether-Extrakte wurden anschliessend in einer lösungsmittelgesättigten Kammer mit Chloroform : Diethylether (20:1; v/v) während 30 Min., die Methanol-Extrakte mit Essigsäureethylester : Ethylmethylketon : Eisessig : H_2O (50:30:10:10; v/v) während 60 Min. aufgetrennt. Unter diesen Bedingungen wurde eine Trennstrecke von 12-13 cm erreicht. Die aufgetrennten Substanzen wurden unter UV-366 nm detektiert und unter Verwendung eines UV-Sperrfilters (Camag Nr. 6922002, "2A") mit einem Technical

Tab. 1. Nummern und Herkunft der untersuchten *Erigeron*-Populationen aus den Alpen.
Numbers and origin of the investigated Erigeron populations from the Alps.
a) Populations-Nr. - No. of population, b) Herbarbeleg-Nr. - No. of herbarium specimen.

Taxon	a)	Fundort	b)
<i>E. alpinus</i>	16	CH: Wallis, SE-Zipfel des Lac d'Emosson, W von Martigny, 1980 m	11888
	35	CH: Graubünden, Uglix, SE des Chavagl Grond bei Bergün, 2120 m	11547
	100b	A: Vorarlberg, 400 m N des Fellhorn-Gipfels, 1970 m	12228a
	100c	D: Bayern, 200 m N des Fellhorn-Gipfels, 1990 m	12253
	113	F: Alpes Maritimes, Nähe St.Etienne de Tinée, zwischen St.Dalmas le Selvage und Col de Jalorgues, 2230 m	12579
	125a	F: Savoie, N-Seite des Col du Galibier, zwischen Colomban Noir und Gges. du Galibier, 2400 m	12789
<i>E. neglectus</i>	34	CH: Graubünden, SE des Chavagl Grond bei Bergün, 2250 m	11525
	41a	CH: Graubünden, Ober-Engadin, Las Costas, NE Marguns ob Celerina, 2380 m	11608
<i>E. polymorphus</i>	95	A: Kärnten, Gurktaler Alpen, 800 m ESE des Kornock ob der Turracher Höhe, 1980 m	12470
	98	A: Kärnten, Gurktaler Alpen, S-Hang des Kornock ob der Turracher Höhe, 2100 m	12220
	101b	D: Bayern, S des Nebel-Horns bei Oberstdorf, zwischen Zeiger und Grossem Seekopf, 1980 m	12278
	168	CH: Waadt, Tour d'Anzeinde, 5 km SW von Les Diablerets, 2150 m	13043
<i>E. candidus</i>	88	A: Steiermark, Koralpe, Seekar, SE-Flanke des Seespitz, 1880 m	19475
	92	A: Steiermark, Koralpe, Bärentalkar, 500 m E der Grillitschhütte, 1730 m	12422
<i>E. uniflorus</i>	4	I: Sextener Dolomiten, S der Drei Zinnen, 500 m E der Auronzohütte, 2320 m	10989
	82	CH: Wallis, Gemmipass, beim Hotel Wildstrubel, 2300 m	19416
	97	A: Kärnten, Gurktaler Alpen, Rinsennock ob der Turracher Höhe, 2330 m	12201
	112	F: Alpes Maritimes, Nähe St.Etienne de Tinée, zwischen Dalmas le Selvage und Col de Jalorgues, 2160 m	12559
	117	F: Basses-Alpes, W-Seite des Col de la Bonette, zwischen Passhöhe und Caserne de Rostefond, 2640 m	12642
<i>E. gaudinii</i>	127c	F: Savoie, N-Seite des Col de l'Iseran, 2650 m	12793
	45	CH: Graubünden, Unter-Engadin, La Serra, E von Zernez, 1700 m	11623
<i>E. acer</i>	15	CH: Wallis, Pfywald, 550 m	11887
<i>E. alpinus/ polymorphus</i>	101a	D: Bayern, S des Nebel-Horns bei Oberstdorf, zwischen Zeiger und Grossem Seekopf, 1980 m	12255b
<i>E. alpinus/ uniflorus</i>	116c	F: Alpes Maritimes, Nähe St.Etienne de Tinée, zwischen Col de Jalorgues und Sommet de Jalorgues, 2560 m	12641
	127a	F: Savoie, N-Seite des Col de l'Iseran, 2540 m	12797a

Pan Film 2415 (100 ASA) von Kodak photographiert.

In einigen Versuchen wurden die Platten zur Anfärbung von Phenolen und Terpenoiden mit dem Vanillin-Schwefelsäure-Reagens oder zur Intensivierung der Fluoreszenz mit dem Naturstoff-Polyethylenglykol-Reagens besprüht (WAGNER et al. 1983). Ausserdem wurden allenfalls in den Methanol-extrakten vorhandene Flavonoide zweidimensional auf Sil C₁₈-50 -"reversed phase"- Platten aufgetrennt und nach Behandlung mit dem Naturstoff-Polyethylenglykol-Reagens unter UV-366 nm beobachtet (HEIMLER 1986, HEIMLER und BODDI 1989).

4. RESULTATE

Im Gegensatz zur Dünnschichtchromatographie der Methanol-Extrakte, welche zu einem grossen Teil gelb- und grügefärbte Blattpigmente enthielten (Daten nicht gezeigt), wurden mit der Chromatographie der farblosen Petrolether-Extrakte zum Teil deutliche zwischenartige Unterschiede festgestellt (Tab. 2).

Variabilität innerhalb von Populationen

Die meisten der 15 chemotaxonomisch untersuchten *Erigeron*-Populationen zeigten bezüglich der Petrolether-Extrakte ein einheitliches DC-Muster innerhalb der Population. Kleine Abweichungen wurden in folgenden Populationen festgestellt (vgl. Tab. 2):

E. polymorphus Nr. 95: Bei einer einzigen Pflanze fehlte bei Rf 0.52 ein kleiner blauer Fleck, der bei den übrigen acht Individuen vorhanden war.

E. candidus Nr. 88: Zwei Pflanzen zeigten bei Rf 0.72 einen kleinen blauen Fleck; dieser fehlte bei den restlichen drei.

E. candidus Nr. 92: Die sieben untersuchten Individuen variieren bezüglich der Grösse des blauen Flecks bei Rf 0.12.

E. uniflorus Nr. 82: Eine von acht untersuchten Pflanzen zeigte bei Rf 0.52 und 0.60 je einen kleinen blauen Fleck, der bei den übrigen Pflanzen fehlte. Ausserdem war der dunkelbraune Fleck (Rf = 0.55) bei diesem Individuum kleiner als bei den restlichen sieben Pflanzen.

E. uniflorus Nr. 97: Zwei Pflanzen wiesen, im Gegensatz zu den restlichen sechs, einen dunkelbraunen Fleck bei Rf = 0.52 auf.

E. uniflorus Nr. 117: Wie bei der *E. uniflorus*-Population Nr. 97 zeigte nur drei von elf Individuen den dunkelbraunen Fleck bei Rf 0.52.

Tab. 2. DC-Muster der Petrolether-Extrakte von *Erigeron*-Arten der Alpen.
TLC-pattern of the petrol ether extracts of Erigeron species of the Alps.

- a) Populations-Nr. - *Population-No.*
n Anzahl Individuen pro Population - *Number of individuals per population*
bl hellblauer Fleck - *light blue mark*
br dunkelbrauner Fleck - *dark braun mark*
d doppelter Fleck - *double mark*
- kein Fleck sichtbar - *no visible mark*
+ Durchmesser des Flecks <2 mm - *diameter of the mark <2 mm*
++ Durchmesser des Flecks 2-5 mm - *diameter of the mark 2-5 mm*
+++ Durchmesser des Flecks >5 mm - *diameter of the mark >5 mm*
/ entweder oder (der häufigere Fall vorne) - *either/or (the most frequent first)*

Taxon	a)	n	Rf-Werte der Flecken (UV 366 nm)							
			0.12 bl	0.17 bl	0.28 bl	0.44 bl	0.52 bl/br	0.55 br	0.60 bl	0.72 bl
<i>E. alpinus</i>	100b	10	+	+	+	+++	+bl	++	+	-
	100c	9	+	+	+	+++	+bl	++	+	-
	113	10	+d	+	+	+++	+bl	++	+	-
	125a	10	+d	+	+	+++	+bl	++	+	-
<i>E. polymorphus</i>	95	9	++	+	+	-	+bl/-	+++	-	+++
	98	9	++	+	+	-	+bl	+++	-	+++
	101b	10	++	+	-	-	++bl	++	+	-
	168	9	++	-	+	-	++bl	++	+	+++
<i>E. candidus</i>	88	5	++	-	+	-	+bl	++	+	-/+
	92	7	++/+	-	+	-	+bl	++	+	+++
<i>E. uniflorus</i>	82	8	++	-	-	-	-/+bl	+++/>++	-/+	++
	97	8	++	-	-	-	-/>+++br	+++	-	+++
	112	10	+d/-	+/-	+/-	+++/-	++bl/-	++/>+++	+/-	-
	117	11	+d	-	-	-	-/>+++br	+++	-	++
	127c	6	+/>+d	+/-	-/>+	-/>+++	-/>+++br	+++	-	-

Im Gegensatz zu den geringen Unterschieden innerhalb der obigen Populationen wurde in den zwei *E. uniflorus*-Populationen Nr. 112 und Nr. 127c eine auffällige Variabilität festgestellt (Fig. 1): Während ein Teil der Individuen (eines von zehn bei Nr. 112, vier von sechs bei Nr. 127c) den für *E. uniflorus* typischen Phänotyp zeigten, wiesen die übrigen bei Rf 0.44 einen grossen, intensiv hellblau fluoreszierenden Fleck auf, der sonst für *E. alpinus* charakteristisch ist (Tab. 2).

Zwischenartliche Variation und chemische Zugehörigkeit von *E. candidus*

Die meisten Flecken im DC-Muster können innerhalb einer Art von Population zu Population variieren, haben also kaum taxonomische Bedeutung.

Wie schon von HUBER und ZHANG (1991) festgestellt, unterscheidet sich jedoch *E. alpinus* deutlich von *E. polymorphus* und *E. uniflorus* durch einen konstant auftretenden, grossen hellblauen Fleck (Tab. 2, Rf 0.44). Durch das Fehlen dieses hellblauen Flecks können die beiden *E. candidus*-Populationen *E. polymorphus* und den meisten *E. uniflorus*-Populationen zugeordnet werden.

Im weiteren ist der dunkelbraune Fleck bei Rf 0.55 bei *E. candidus* oben und unten von je einem kleinen hellblau fluoreszierenden Fleck begleitet. Dies konnte grösstenteils auch bei *E. polymorphus*, aber auch bei allen untersuchten *E. alpinus*-Pflanzen, hingegen nur bei einigen Individuen von *E. uniflorus* aus den Populationen Nr. 82 und Nr. 112 beobachtet werden.

Unter Berücksichtigung beider Merkmale (Vorkommen bzw. Fehlen des grossen hellblauen Flecks bei Rf 0.44 sowie der beiden kleinen hellblauen Flecken) steht *E. candidus*, dessen chemische Zugehörigkeit bisher nicht bekannt war, *E. polymorphus* chemisch am nächsten.

Nachweis von Genintrogressionen und experimentellen Bastarden

Untersucht wurden potentielle Bastard-Pflanzen aus einer Mischpopulation zwischen *Erigeron alpinus* und *E. polymorphus* (Nr. 101a) sowie aus zwei Mischpopulationen zwischen *E. alpinus* und *E. uniflorus* (Nr. 116c und 127a).

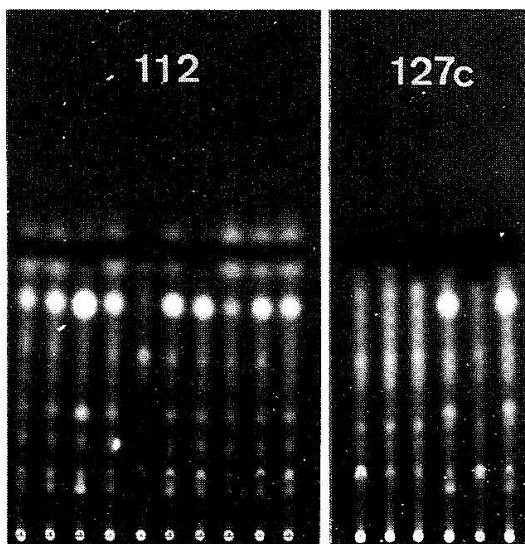


Fig. 1. Variabilität der DC-Muster innerhalb der *Erigeron uniflorus*-Populationen Nr. 112 und Nr. 127c (vgl. Tab. 1).

Variability of the TLC-patterns within the Erigeron uniflorus-populations No. 112 and No. 127c (cf. Table 1).

Von vier morphologisch intermediären Pflanzen aus der Population Nr. 101a zeigten zwei einen grossen, für *E. alpinus* typischen, hellblau fluoreszierenden Fleck bei Rf 0.44; die restlichen zwei zeigten den für *E. polymorphus* bezeichnenden Phänotyp ohne diesen hellblauen Fleck.

Bei der Population Nr. 116c zeigten alle zwölf untersuchten Individuen den hellblauen Fleck bei Rf 0.44. Die Grösse und Intensität dieses Fleckes variierte wenig. Ausserdem war der dunkelbraune Fleck bei Rf 0.55 ober- und unterhalb von je einem hellblau fluoreszierenden Fleck (Rf 0.60, bzw. 0.52) begleitet, was bei Populationen von *E. alpinus* stets festgestellt wurde, bei *E. uniflorus* hingegen meist nicht der Fall war (Tab. 2).

Von den fünf fraglichen Individuen aus der Population Nr. 127a zeigten zwei einen grossen, zwei einen mittleren und eine gar keinen Fleck bei Rf 0.44.

Zur Abklärung der Vererbungsweise der chemischen Eigenschaften, vor allem des bei Rf 0.44 auf der DC-Platte erscheinenden hellblauen Flecks, wurden im Gewächshaus experimentell hergestellte F₁-Bastarde (HUBER, unveröff.) und deren Eltern chromatographisch verglichen. Anstelle von *E. alpinus* wurde bei diesen Kreuzungen zum Teil der sich bezüglich der DC-Muster gleich verhaltende *Erigeron neglectus* verwendet. *E. polymorphus* und *E. uniflorus* sind teilweise durch *E. candidus*, *E. gaudinii* und *E. acer* ersetzt; all diesen fünf Arten fehlt der *E. alpinus*-typische Fleck bei Rf 0.44 (vgl. HUBER und ZHANG 1991). Die Identität der F₁-Bastarde war mittels morphologischer (*Erigeron neglectus* x *E. gaudinii*, *E. acer* x *E. alpinus*) sowie mittels enzymatischer Marker (*E. neglectus* x *E. uniflorus*, *E. candidus* x *E. alpinus*) nachgewiesen worden (HUBER und LEUCHTMANN 1992; HUBER, unveröff.).

Bei den vier Kreuzungsexperimenten (A-D, Mutterpflanze zuerst genannt) wurden bezüglich der DC-Muster, insbesondere des hellblauen Flecks bei Rf 0.44 unterschiedliche Vererbungsweisen beobachtet (vgl. Fig. 2).

A. *Erigeron candidus* (Nr. 88) x *E. alpinus* (Nr. 16).

Alle fünf F₁-Pflanzen aus dieser Kreuzung zeigen das gleiche DC-Muster wie der als Pollenspender verwendete Elter (väterlicher Phänotyp), d.h. den ausgeprägten hellblauen Fleck bei Rf 0.44 sowie den kleineren, hellblauen Fleck bei Rf 0.17.

B. *Erigeron neglectus* (Nr. 34) x *E. uniflorus* (Nr. 4).

Diesen fünf F₁-Bastarden fehlt der hellblaue Fleck bei Rf 0.44, der bei der

Mutterpflanze deutlich ausgeprägt ist. Sie gleichen somit wiederum dem väterlichen Phänotyp, der sich durch einen ausgeprägten dunkelbraunen Fleck bei Rf 0.55 und einem hellbraunen, kleineren Fleck bei Rf 0.52 auszeichnet. Der väterliche Phänotyp zeigt sich jedoch bei den Nachkommen nicht uneingeschränkt, da diese zum Teil die für den mütterlichen Phänotyp charakteristischen kleinen, hellblauen Flecken bei Rf 0.60 und Rf 0.52 aufweisen.

C. *Erigeron neglectus* (Nr. 41a) x *E. gaudinii* (Nr. 45).

Die acht F₁-Individuen dieser Kreuzung zeigen bis auf eine Ausnahme den mütterlichen Phänotyp, insbesondere den hellblauen Fleck bei Rf 0.44 (dieser ist jeweils kleiner als bei der Mutterpflanze) und den dunkelbraunen Fleck bei Rf 0.55. Nur eine Bastardpflanze gleicht chemisch dem väterlichen Phänotyp und zeichnet sich durch einen ausgeprägteren dunkelbraunen Fleck bei Rf 0.55 und das Fehlen des hellblauen Flecks bei Rf 0.44 aus; ausserdem fehlen

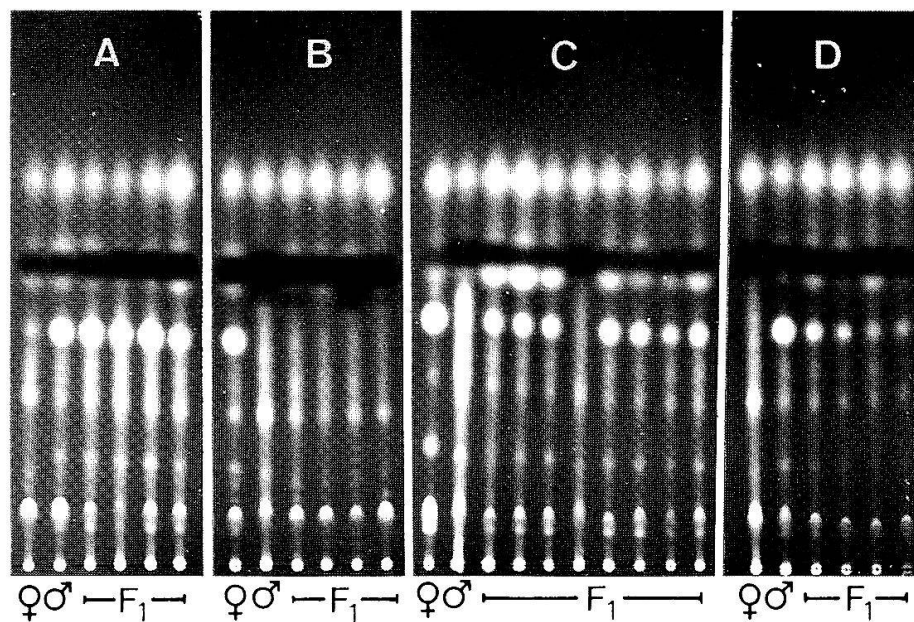


Fig. 2. Unterschiedliche Vererbungsweise des chemotaxonomischen Phänotyps bei vier experimentellen *Erigeron*-Kreuzungen.

Die beiden ersten Bahnen jeder Kombination repräsentieren die Elternpflanzen, die rechts anschliessenden Bahnen F₁-Bastarde.

Different ways of inheritance of the chemotaxonomical phenotype of four experimental Erigeron-crossings.

The first two lanes of each combination represent the parental plants, the lanes joining on the right F₁-hybrids.

A: *E. candidus* (Nr. 88, Tab.1) x *E. alpinus* (Nr. 16), B: *E. neglectus* (Nr. 34) x *E. uniflorus* (Nr. 4), C: *E. neglectus* (Nr. 41a) x *E. gaudinii* (Nr. 45), D: *E. acer* (Nr. 15) x *E. alpinus* (Nr. 35).

ihr die hellblauen Flecken (Rf 0.52 und Rf 0.60) unter- und oberhalb des dunkelbraunen Flecks.

D. *Erigeron acer* (Nr. 15) x *E. alpinus* (Nr. 35).

Der beim väterlichen Phänotyp vorhandene, bei der Mutterpflanze aber fehlende hellblaue Fleck bei Rf 0.44 kommt zwar bei allen vier Bastardpflanzen vor; er ist jedoch bei diesen, verglichen mit dem väterlichen Phänotyp, viel kleiner. Die F₁-Kreuzungen können somit als intermediär bezeichnet werden.

Aus den Kreuzungsversuchen A-D folgt, dass die DC-Muster, insbesondere die Ausbildung des hellblau fluoreszierenden Flecks bei Rf 0.44, keine zuverlässigen Marker zur Identifizierung von Bastardpopulationen darstellen. Bereits in der F₁-Generation können dominante, rezessive oder intermediäre Vererbungen des entsprechenden Inhaltstoffes beobachtet werden. Einzig wenn der hellblaue Fleck bei Rf 0.44 intermediär ausgebildet ist, liegt ein Indiz für den hybriden Ursprung potentieller Bastardpflanzen vor.

5. DISKUSSION

Chematoxonomische Methodik

Die von HUBER und ZHANG (1991) beschriebene Petrolether-Mazeration und anschliessende DC-Analyse erwies sich für die vorliegende chemotaxonomischen Untersuchungen von *Erigeron*-Arten und -Bastarden aus den Alpen als zweckmässig.

Methoden, die für Flavonoid-Bestimmungen von HEIMLER (1986) sowie HEIMLER und BODDI (1989) beschrieben wurden (zweidimensionale Auftrennung von Methanol-Extrakten mittels "reversed phase"-Platten und anschliessender Fluoreszenz-Intensivierung), wurden getestet, deckten jedoch keine zusätzlichen Unterschiede zwischen *Erigeron alpinus*, *E. polymorphus*, *E. candidus* und *E. uniflorus* auf. Die in der pharmazeutischen Praxis verwendete Methode der Auftrennung von Methanol-Extrakten mittels polarer Kieselgel-Matrix und der mobilen Phase Essigsäureethylester : Ethylmethylketon : Eisessig : H₂O sowie anschliessender Fluoreszenzverstärkung mit einem Naturstoffreagens oder Behandlung mit dem für Phenole und Terpene spezifischem Vanillin-Schwefelsäure-Reagens (WAGNER et al. 1983) brachte ebenfalls keine deutlicheren Unterschiede als die hier ausgewertete, von Petrolether-Extrakten ausgehende Methode.

Chemische Zugehörigkeit der untersuchten Inhaltsstoffe

Bei den hellblau fluoreszierenden Flecken, die nach der DC-Analyse der Petrolether-Mazerations-Extrakte unter UV-366 nm sichtbar waren (Fig. 1 und 2), handelt es sich um Cumarinderivate (ZHANG, unveröff.). Die beobachtete hellblaue Fluoreszenz ist für diese Stoffklasse charakteristisch (STAHL 1966). Bei der eng mit *Erigeron* verwandten Gattung *Conyza* kommen als Cumarine vielfältigste Scopoletin-Derivate vor (BOHLMANN und JAKUPOVIC 1979). Keine der aufgetrennten hellblau fluoreszierenden Substanzen konnte jedoch anhand der festgestellten Rf-Werte den käuflichen Cumarinderivaten Umbelliferon und Scopoletin zugeordnet werden. Es zeigte sich hingegen, dass die meisten Cumarinderivate in den *Erigeron*-Extrakten deutlich apolarere Trenneigenschaften aufwiesen als jene einfachen, synthetischen Cumarine (Daten nicht gezeigt). Dies entspricht den Untersuchungen von BOHLMANN und JAKUPOVIC (1979), die in vier *Conyza*-Arten verschiedene Scopoletin-Derivate nachwiesen, die über eine Ether-Bindung Terpenoide oder andere Modifikationen besitzen und dadurch im Vergleich zu einfachen Cumarinen ein apolareres Trennverhalten erwarten lassen. Weitere Untersuchungen zur Identifikation der verschiedenen in den Dünnschichtchromatogrammen erscheinenden *Erigeron*-Inhaltsstoffe sind im Gang.

Variabilität innerhalb von Populationen

Die chemotaxonomischen Unterschiede, die HUBER und ZHANG (1991) zwischen verschiedenen *Erigeron*-Taxa der Alpen feststellten, konnten für die hier untersuchten Arten weitgehend bestätigt werden, und die chemische Variabilität innerhalb von Populationen erwies sich im allgemeinen als gering. Im Falle von *E. uniflorus* wurden allerdings bei zwei Populationen (Nr. 112 und 127c) über die Artgrenzen hinausreichende individuelle Abweichungen der DC-Muster beobachtet. Insbesondere wurden bei mehreren Pflanzen hellblau fluoreszierende Cumarine gefunden, wie sie sonst von *E. alpinus* und *E. neglectus* bekannt sind. Dies kann bedeuten, dass die Synthese dieser Cumarine nicht artspezifisch ist. Obwohl die chemisch abweichenden Pflanzen keine morphologischen Abweichungen zu *E. uniflorus* erkennen liessen, ist jedoch auch möglich, dass die atypischen DC-Muster durch Introgressionen des im Gebiet ebenfalls verbreiteten *E. alpinus* verursacht wurden (vgl. unten).

Chemotaxonomische Zugehörigkeit von *Erigeron candidus*

In umfangreichen morphologischen Untersuchungen zeigte sich, dass *E. can-*

didus nicht eindeutig als Art abzugrenzen ist, sondern innerhalb der beträchtlichen Variationsbreite von *Erigeron polymorphus* liegt (HUBER und ZHANG 1991). Auch aufgrund der hier untersuchten DC-Muster von Petrolether-Extrakten stimmt *E. candidus* weitgehend mit *E. polymorphus* überein und kann, zusammen mit *E. uniflorus* und *E. gaudinii*, in dieselbe chemotaxonomische Gruppe (Gruppe B; HUBER und ZHANG 1991) gestellt werden. Unter Berücksichtigung zusätzlicher Befunde aus den Bereichen Zytologie, Genetik, Chorologie und Ökologie soll die taxonomische Stellung von *E. candidus* in einer folgenden Arbeit revidiert werden.

Bastardierungen und Genintrogressionen

Aufgrund der variablen DC-Muster morphologisch intermediärer Populationen (*Erigeron alpinus*/*E. polymorphus* Nr. 101a, *E. alpinus*/*E. uniflorus* Nr. 127a) könnten interspezifische Bastardierungen in der Natur vorkommen, der dünnschichtchromatographische Nachweis scheint aber unsicher. Die Vererbung der Cumarinsynthese, welche bei *E. alpinus* und *E. neglectus* im Dünnschichtchromatogramm einen hellblauen Fleck bei Rf 0.44 verursacht, scheint komplex und auf mehreren Genen zu beruhen. Dies geht aus dem chemotaxonomischen Vergleich zwischen experimentellen F₁-Hybriden und deren Eltern hervor (Fig. 2). Allein die Tatsachen, dass (1.) an Kontaktstandorten verschiedener *Erigeron*-Arten oftmals eine Verwischung der morphologischen Artgrenzen beobachtet werden kann, dass (2.) im Gewächshaus relativ problemlos interspezifische F₁- und F₂ -Bastarde hergestellt werden können (HUBER, unveröff.) und dass (3.) in Populationen unterschiedlicher Arten aber von derselben geographischen Region einzigartige Allele gefunden wurden (HUBER und LEUCHTMANN 1992), sprechen klar für die Annahme von natürlichen Bastardierungen und Introgressionen. Weitere Hinweise zur Bedeutung des zwischenartlichen Genflusses sind aus den laufenden Untersuchungen betreffend Ökologie und Fertilität von Zwischenformen sowie aus multivariaten Analysen morphologischer Merkmale zu erwarten.

ZUSAMMENFASSUNG

Dünnschichtchromatogramme von Petrolether-Extrakten mehrerer *Erigeron*-Arten der Alpen wurden miteinander verglichen. Innerhalb der meisten Populationen waren die DC-Muster von bis zu elf Individuen identisch oder zeigten geringe Variation. *E. alpinus* unterscheidet sich von *E. polymorphus* und *E. uniflorus* hauptsächlich durch das Auftreten von Cumarinen, welche im Dünnschichtchromatogramm einen grossen, blau fluoreszierenden Fleck verursachen. *E. candidus*, dessen chemotaxonomische Zugehörigkeit bisher

fraglich war, stimmt weitgehend mit *E. polymorphus* überein. In zwei *E. uniflorus*-Populationen und zwei morphologisch intermediären Populationen von *E. alpinus*/*E. uniflorus* bzw. *E. alpinus*/*E. polymorphus* wurde eine beträchtliche Variabilität in den DC-Mustern beobachtet. Dies scheint auf natürliche Bastardierungen und Genintrogressionen zwischen verschiedenen, im selben Gebiet vorkommenden *Erigeron*-Arten hinzuweisen. Aufgrund experimenteller Art-Kreuzungen muss allerdings eine polygenetische Vererbung der chemotaxonomischen Marker angenommen werden.

SUMMARY

Thin-layer chromatography patterns of petrol ether extracts of several *Erigeron* species of the Alps were compared. Within most populations, the patterns of up to eleven individuals were identical or showed little variation. *E. alpinus* differed from *E. polymorphus* and *E. uniflorus* mainly by the occurrence of coumarines causing a large blue fluorescent spot in the TLC. *E. candidus*, the chemotaxonomical affinity of which up to this time has been questionable, is almost congruent with *E. polymorphus*. In two *E. uniflorus* populations and two morphologically intermediate populations of *E. alpinus*/*E. uniflorus* and *E. alpinus*/*E. polymorphus*, respectively, high variability in the TLC-patterns was observed. This may suggest natural hybridizations and gene introgression between different *Erigeron* species growing in the same area. However, experimental crossings between species indicated polygenetic inheritance of chemotaxonomical markers.

LITERATUR

- BOHLMANN F. und JAKUPOVIC J., 1979: 8-Oxo-alpha-selinin und neue Scopoletin-Derivate aus *Coniza*-Arten. *Phytochemistry* 18, 1367-1370.
- HEIMLER D., 1986: High performance thin-layer chromatography of selected flavonoid aglycones on ready-for-use layers of silanized silica gel. *J. Chromatogr.* 366, 407-411.
- HEIMLER D. and BODDI V., 1989: Cluster analysis in the comparison of two dimensional chromatograms. *J. Chromatogr.* 466, 371-378.
- HUBER W. and LEUCHTMANN A., 1992: Genetic differentiation of the *Erigeron* species (*Asteraceae*) in the Alps: A case of unusual allozymic uniformity. *Plant Syst.Evol.* (im Druck).
- HUBER W. und ZHANG H., 1991: Morphologische und chemotaxonomische Untersuchungen an den *Erigeron*-Arten der Alpen. *Ber.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich* 57, 116-164.
- STAHL E., 1966: *Dünnschichtchromatographie*. (2. Aufl.). Springer, Berlin. 979 S.
- VIERHAPPER F., 1906: *Monographie der alpinen Erigeron-Arten Europas und Vorderasiens*. *Beih.Bot.Centralbl.* 19, Abt. 2, 385-560.
- WAGNER H., BLADT S. und ZGAINSKI E.M., 1983: *Drogenanalyse: dünnschichtchromatographische Analyse von Arzneidrogen*. Springer, Berlin. 321 S.

Adresse der Autoren: Dr. Thomas OBERHÄNSLI
Dr. Walter HUBER
Geobotanisches Institut ETH
Zollikerstr. 107
CH-8008 Zürich