

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

Band: 41 (1970-1971)

Artikel: Natürliche Bastarde zwischen *Cardamine amara* L. und *C. rivularis*
Schur aus den Schweizer Alpen

Autor: Urbaska-Worytkiewicz, Krystyna / Landolt, Elias

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-377675>

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: 19.10.2024

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

Natürliche Bastarde zwischen *Cardamine amara* L. und *C. rivularis* Schur aus den Schweizer Alpen

VON KRZYSTYNA URBANSKA-WORYTKIEWICZ und ELIAS LANDOLT

Einleitung

Auf Exkursionen zur Materialsammlung von *Cardamine pratensis* L. s.l. für zytotaxonomische Untersuchungen (LANDOLT und URBANSKA-WORYTKIEWICZ 1972) konnten an zwei Stellen (Oberengadin, Klausenpass) abweichende Pflanzen gefunden werden. Nach zytologischen Untersuchungen hatten diese die Chromosomenzahl $2n = 24$ und erwiesen sich als triploid für die Gattung *Cardamine*. Für *C. rivularis* aus der Artengruppe *C. pratensis* konnte bisher einheitlich von vielen Stellen aus den Alpen die Zahl $2n = 16$ gefunden werden (Abb. 1). Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Angaben von LÖVKVIST (1956, 1957) aus den Ostalpen und mit jenen von KUZMANOV und KOŽUHAROV (1969) aus Bulgarien überein. Von *C. amara* sind dagegen zwei Chromosomensippen bekannt: eine diploide ($2n = 16$) und eine tetraploide ($2n = 32$), die diploide mit weiter Verbreitung, die tetraploide nur aus den Alpen (Zusammenfassung der Zählungen bei HESS, LANDOLT und HIRZEL 1970). Unsere Untersuchungen bestätigen die früheren Angaben. Pflanzen vom Klausenpass (Urnerboden) erwiesen sich als diploid (Abb. 3), Pflanzen vom Oberengadin (St. Moritz) als tetraploid (Abb. 2). Da an beiden Fundorten der abweichenden Pflanzen sowohl *C. rivularis* wie auch *C. amara* vorkamen und die fraglichen Pflanzen sich morphologisch intermediär verhielten, wurden sie vorderhand als Bastarde gedeutet.

Material und Methoden

Die beiden Fundstellen, an denen die vermutlichen Bastarde gesammelt wurden, sind die folgenden:

1. Oberengadin (Kanton Graubünden). Ufer des Lej da Champfèr. Koord. 148,520/781,250. 1791 m ü. M. Am 28.6.1970 wuchsen die lokal häufigen, aber wahrscheinlich nur aus einem Klon bestehenden, zu dieser Zeit blühenden Pflanzen auf der Höhe der Uferlinie zusammen mit *Carex fusca* und *Carex rostrata*. *Cardamine amara* wuchs gerade in der Nähe an einer quelligen Stelle. *C. rivularis* einige hundert Meter weiter weg in einem Ufermoor.
2. Klausenpass (Kanton Uri). Urnerboden. Koord. 195,750/714,300. Rund 1310 m ü. M. Am 30.5.1971 wurden diese Pflanzen blühend angetroffen, und zwar sowohl in Fettweiden, am Ufer des Baches und besonders häufig in abgeäunten, feuchten, nährstoffreichen Mähwiesen. Während der vermut-

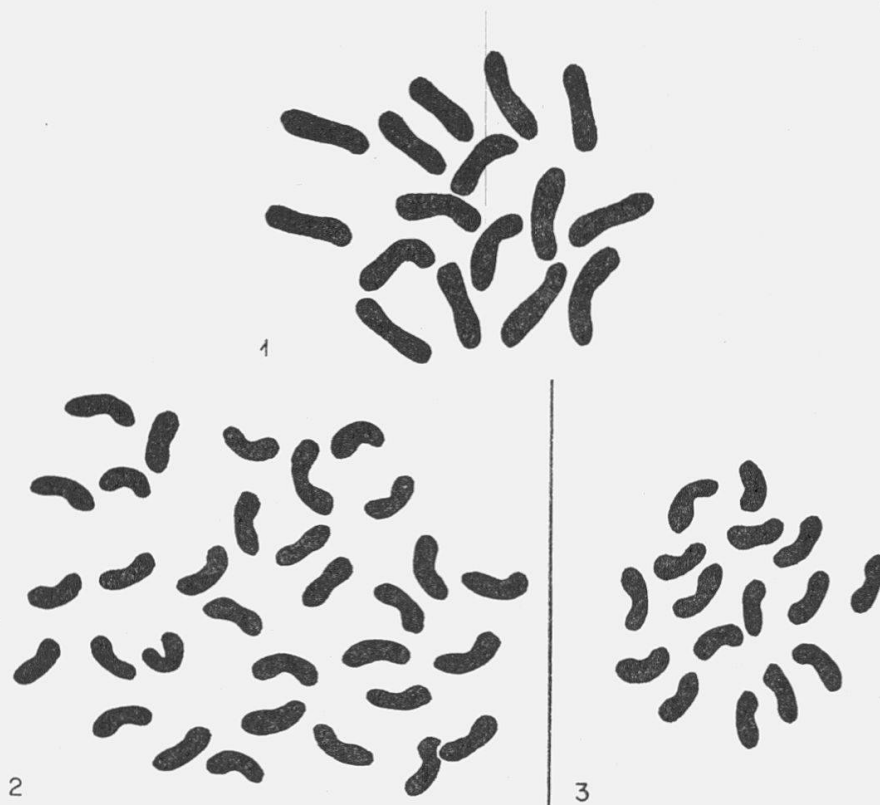


Abb. 1-3 Metaphaseplatten somatischer Zellen von *Cardamine amara* und *C. rivularis*.
 1. *C. amara* ($2n = 16$) vom Klausenpass. 2. *C. amara* ($2n = 32$) vom Oberengadin. 3. *C. rivularis* ($2n = 16$) vom Klausenpass ca. 6000 \times

liche Bastard in den Weiden und am Ufer zerstreut zwischen den Elterarten wuchs, hatte er in den Mähwiesen die Elterarten fast völlig verdrängt und färbte die Wiesen über Hektaren rot.

An beiden Stellen konnte *C. amara* mehr an nährstoffreichen, nassen Stellen mit fließendem Wasser beobachtet werden, während *C. rivularis* eher nährstoffarme, moorartige Standorte bevorzugte.

Je ungefähr 40 Pflanzen wurden in den Garten des Geobotanischen Institutes ETH versetzt. Fixierungen fanden teilweise im Feld und teilweise an kultivierten Pflanzen statt. Wurzelspitzen und junge Blütenknospen wurden in Eisessig-Alkohol abs. (1 : 3) fixiert und mit Orcein-Laktopropionsäure gefärbt. Einige Quetschpräparate wurden über *n*-Butanol und Xylen in Kanadabalsam eingebettet.

Die Pollenproben von Herbarmaterial wurden kurz in Wasser gekocht und in einem Tropfen Karminessigsäure ausgebreitet. An je 150 Pollenkörnern konnte so der längste Durchmesser gemessen werden.

Für die morphologischen Untersuchungen wurde Lebend- und Herbarmaterial verwendet. Belegexemplare werden am Geobotanischen Institut ETH in Zürich aufbewahrt.

Tab. 1 Charakteristische morphologische Merkmale von *Cardamine amara*, *C. rivularis* und ihren vermutlichen Bastarden

Pflanzen: Herkunft:	<i>C. amara</i> Urnerboden / St. Moritz	<i>C. amara</i> × <i>C. rivularis</i> Lej da Champfèr	<i>C. rivularis</i> × <i>C. amara</i> Urnerboden	<i>C. rivularis</i> Urnerboden / St. Moritz
Ausläufer unterer Stengel Anzahl Stengelblätter oberhalb der Stengel- mitte mittlere Stengelblätter – seitliche Teilblätter – Endteilblatt – Haare am Blattrand	lang behaart [△] 4–9 nach vorn grösser werdend bedeutend breiter als die seitlichen Teilblätter 3–5zähmig 0,2–0,3 mm lang	lang behaart 3–6 nach vorn grösser werdend breiter als die seitlichen Teilblätter 3–5zähmig 0,2–0,3 mm lang	kurz behaart 2–5 nach vorn wenig grösser werdend wenig breiter als die seitlichen Teilblätter 3zähmig 0,1–0,2 mm lang	nicht vorhanden kahl 0–3 alle ± gleich gross kaum breiter als die seitlichen Teilblätter ganzrandig 0,1–0,2 m lang oder fehlend
obere Stengelblätter – Endteilblatt Kelchblätter Kronblätter Antheren Griffel	deutlich kleiner als die mittleren 3–5zähmig an der Spitze rötlich weiss (selten an der Spitze rosa) 6–11 mm lang rot 0,1–0,2 mm dick	deutlich kleiner als die mittleren 3–5zähmig an der Spitze rötlich rosa 4–6 mm lang rot 0,2–0,3 mm dick	wenig kleiner als die mittleren ganzrandig an der Spitze kaum rötlich lila 7–10 mm lang ± rot 0,2–0,3 mm dick	fast gleich gross wie die mittleren ganzrandig an der Spitze kaum rötlich lila 8–11 mm lang gelb 0,25–0,4 mm dick

△ Bei Pflanzen vieler Populationen wurden auch kahle Stengel beobachtet; bei *C. rivularis* sind aber nie behaarte Stengel vorhanden.

Morphologische Untersuchungen

Die morphologischen Merkmale von *Cardamine amara* und *C. rivularis* sowie der vermutlichen Bastarde (s. Abb. 4 und 5) sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Aus der Tabelle kann ersehen werden, dass diese letzteren morphologisch zwischen den vermuteten Elterarten stehen, wobei aber die Pflanzen aus dem Oberengadin *C. amara*, jene vom Klausenpass *C. rivularis* näherstehen.

Zytologische Untersuchungen

Wie im vorherigen Kapitel angedeutet, unterscheiden sich die beiden vermutlichen Bastarde voneinander. Eingehende zytologische Untersuchungen konnten die Ursache dieser Unterschiede aufklären.

Die Chromosomen von *Cardamine amara* und *C. rivularis* sind verschieden lang. Die Länge variiert bei *C. amara* zwischen 1 μ und 1,25 μ , bei *C. rivularis* zwischen 1,69 μ und 2,25 μ . Dank diesen Unterschieden können die Herkünfte der Chromosomen bei Bastardpflanzen erkannt werden.

Die beiden fraglichen Pflanzen erwiesen sich nun nach den Chromosomenlängen eindeutig als Bastardpflanzen, zeigten aber ein verschiedenes Verhältnis der Eltergenome. Der Chromosomensatz der Pflanzen aus dem Oberengadin enthielt 16 Chromosomen von *C. amara* und 8 Chromosomen von *C. rivularis* (Abb. 6), bei den Pflanzen vom Klausenpass konnte das umgekehrte Verhältnis festgestellt werden (Abb. 7). Die morphologischen Unterschiede der beiden Bastarde beruhen deshalb auf einer unterschiedlichen Anzahl von Genomen der beiden verschiedenen Elterarten.

In verschiedenen Pollenmutterzellen wurde die Pollenmeiose beobachtet. Die Chromosomenpaarung erwies sich als sehr unterschiedlich und im grossen ganzen als unvollständig. In einigen Pollenmutterzellen konnten während der 1. Metaphase 8 Bivalente und 8 Univalente festgestellt werden (Abb. 8 und 9). Diese Verhältnisse entsprechen den Beobachtungen, die an Chromosomen somatischer Zellen gemacht wurden. Während der 1. Anaphase lagen die Chromosomen oft zerstreut um die Spindel herum (Abb. 10). Es konnten deshalb später (während der Interkinese) Micronuclei beobachtet werden (Abb. 11).

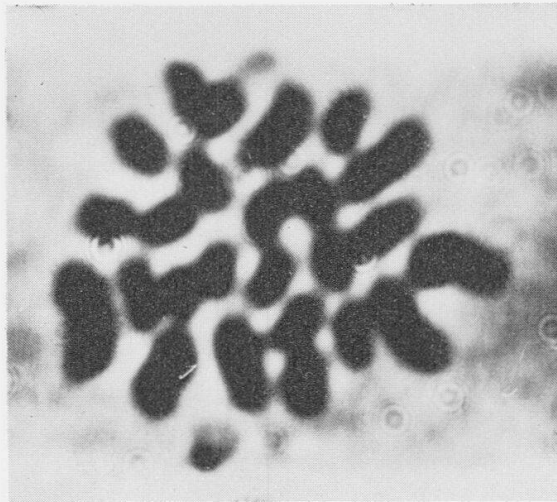
Eingehendere Untersuchungen wurden während des Tetradenstadiums durchgeführt (Tab. 2). Neben Tetraden wurden auch Diaden, Triaden und verschiedene Typen von Polyaden festgestellt. Als Folge der verschiedenen meiotischen Störungen zeigte sich der Pollen weitgehend deformiert und durch auffällige Grössenunterschiede ausgezeichnet (mittlerer Durchmesser 17,5 μ). Die Bastardpflanzen unterschieden sich in dieser Beziehung deutlich von den Elterpflanzen. Bei den Proben von *C. rivularis* war der Pollen in der Regel ziemlich normal mit geringer Variationsbreite (mittlerer Durchmesser etwa 19,6 μ); indessen konnten an Pflanzen vom Klausenpass einige grössere (25,9 μ bis 28,0 μ), offenbar unreduzierte Pollenkörner festgestellt werden (Abb. 12). *C. amara* (sowohl diploide Pflanzen vom Klausenpass wie tetraploide Pflanzen vom Ober-



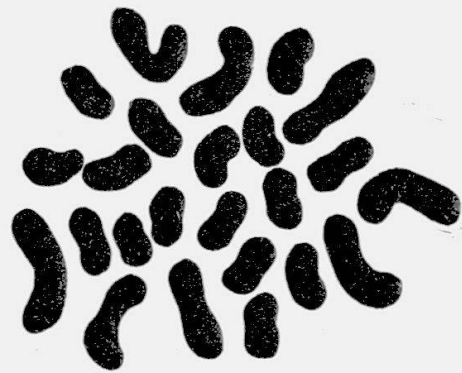
Abb. 4 Herbarexemplare von *Cardamine amara* (rechts), *C. rivularis* (links) und dem Bastard *C. amara* × *C. rivularis* (Mitte) vom Klausenpass



Abb. 5 Herbarexemplare des Bastardes *Cardamine amara* × *C. rivularis* vom Oberengadin



a



b

6



c



a



b

7



c

Abb. 6 und 7 Metaphaseplatten somatischer Zellen von Bastarden zwischen *Cardamine amara* × *C. rivularis*. 6. Bastard vom Oberengadin ($2n = 24$): a. Mikrophotographie (links) und b. entsprechende Zeichnung (rechts); darunter c. der Chromosomensatz des Bastardes: 8 grössere Chromosomen von *C. rivularis* und 16 kleinere von *C. amara*. 7. Bastard vom Klausenpass ($2n = 24$): a. Mikrophotographie (links) und b. entsprechende Zeichnung (rechts); darunter c. der Chromosomensatz des Bastardes: 16 grössere Chromosomen von *C. rivularis* und 8 kleinere von *C. amara* ca. 6000 ×

Tab. 2 Pollenausbildung während des Tetradenstadiums bei Bastarden von *Cardamine rivularis* × *C. amara*

Herkunft der Pflanzen	Tetraden	Diaden	Triaden	Polyaden	Total
Oberengadin	52	8	6	34	100
Klausenpass	44	28	9	19	100

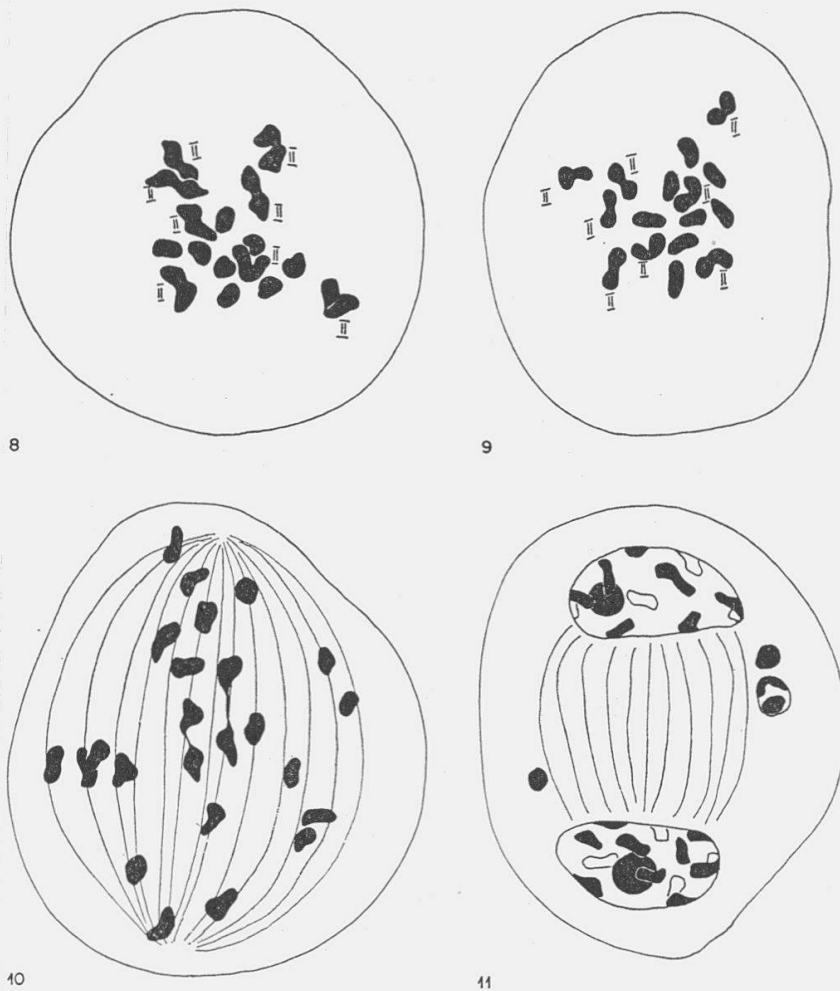


Abb. 8–11 Pollenmeiose in Bastarden *Cardamine amara* × *C. rivularis*. 8. Klausenpass: Metaphase I mit 8 Bivalenten (II) und 8 Univalenten. 9. Oberengadin: Metaphase I mit 8 Bivalenten (II) und 8 Univalenten. 10. Gestörte Anaphase I mit längs der Spindel zerstreuten Chromosomen. 11. Interkinese mit kleinen überzähligen Zellkernen ca. 2700 ×

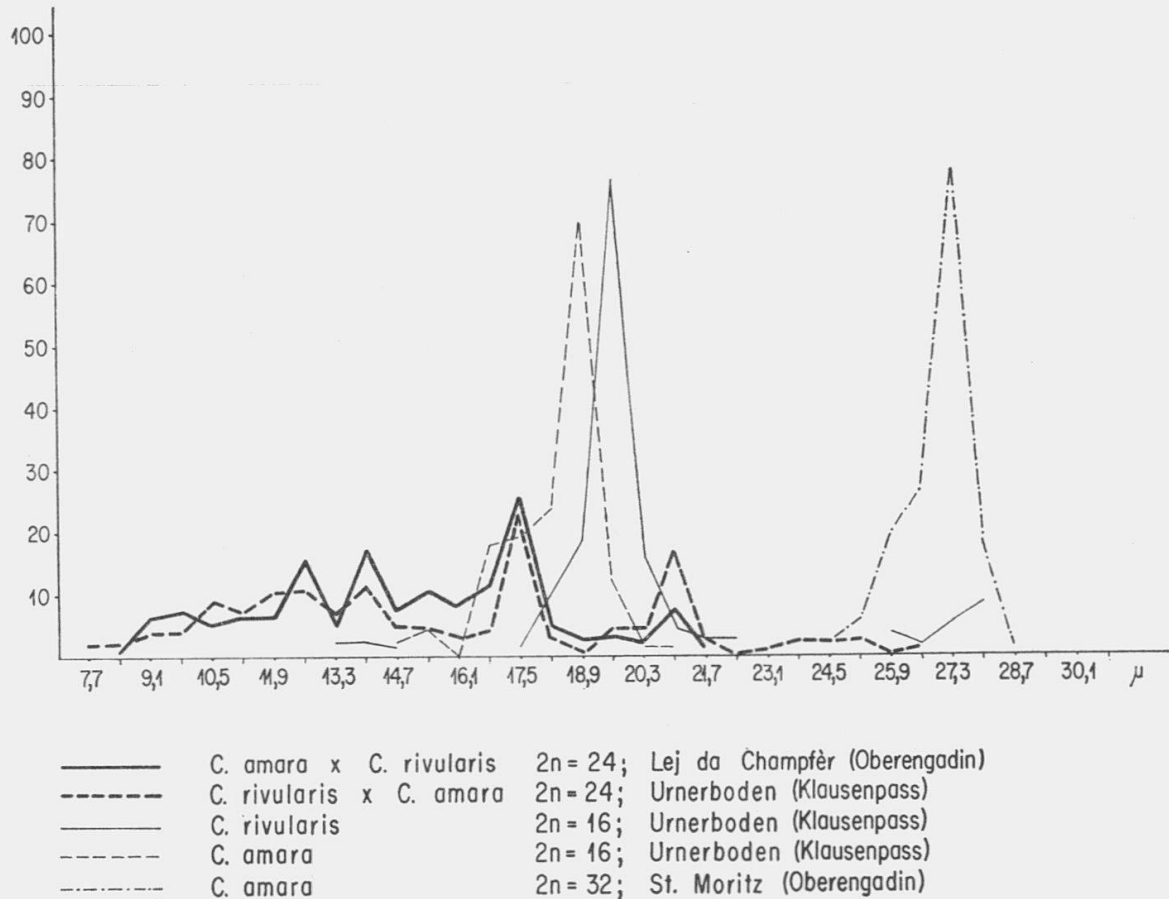


Abb. 12 Pollenkorndurchmesser von *Cardamine amara* ($2n = 16$ und $2n = 32$), *C. rivularis* ($2n = 16$) und der beiden Bastarde ($2n = 24$). Von jeder Population wurden 150 Pollenkörner ausgemessen

engadin) zeichneten sich durch völlig normalen Pollen aus. Die beiden Chromosomensippen unterscheiden sich indessen im mittleren Pollendurchmesser: etwa $18,9 \mu$ bei diploiden Pflanzen und rund $27,3 \mu$ bei tetraploiden Pflanzen (Abb. 12). Diese Ergebnisse unterscheiden sich von jenen HABELERS (1963), die keine gesicherten Unterschiede im Pollendurchmesser zwischen diploiden und tetraploiden Pflanzen von *C. amara* finden konnte. Indessen mass HABELER den kleineren Durchmesser, wir dagegen den grössten. Eine Überprüfung von Herbarbelegen von HABELER ergab nach unseren Methoden übereinstimmend mit Abbildung 12 eindeutige Unterschiede zwischen den beiden Chromosomensippen.

Diskussion

Bastarde zwischen Arten der Artengruppe der *Cardamine pratensis* (zu der *C. rivularis* gehört) und *C. amara* sind verschiedentlich beschrieben worden. Diese Angaben wurden fast alle von SCHULZ (1903) in seiner *Cardamine*-Monographie an Herbarmaterial überprüft und als unrichtig erkannt. Einen einzigen Bastard aus der Ukraine (*C. ambigua* O.E. Schulz) lässt er gelten. Die ver-

meintlichen Bastarde gehörten entweder zu *C. amara* var. *erubescens* Petermann, die zumindest im Jugendstadium der Blüten rötliche Kronblätter aufweist (die Farbe wird durch das Trocknen meist verstärkt), oder sie wurden mit Pflanzen von *C. palustris* Petermann verwechselt, einer weissblühenden hexaploiden bis dodekaploiden Art aus der Gruppe der *C. pratensis*, die sonst keine Merkmale von *C. amara* aufweist. In der Schweiz wurde von BRÜGGER (1886) anhand von Pflanzen, die von KILLIAS im Unterengadin (Val Uina) gesammelt wurden, ein Bastard *C. pratensis* × *C. amara* beschrieben (*C. Killiasii* Brügger). Da dort möglicherweise der gleiche Bastard wie im Oberengadin hätte vorkommen können, untersuchten wir die Originalpflanzen, die uns freundlicherweise von Herrn Dr. P. MÜLLER-SCHNEIDER aus dem Herbar des Naturhistorischen und Nationalparkmuseums in Chur (CHUR) zugesandt wurden. In Bestätigung einer 1907 durch SCHULZ erfolgten Verifizierung gehören die Pflanzen eindeutig zu *C. amara* var. *erubescens*. Nach der Grösse der durchaus normalen Pollenkörner sind die Pflanzen diploid. Im übrigen können nach unseren Erfahrungen in vielen Populationen von *C. amara* Pflanzen mit rötlichen Blüten festgestellt werden, so dass höchstens von einer forma *erubescens* gesprochen werden kann.

LÖVKVIST (1956, 1957) versuchte Bastarde zwischen *C. amara* und *C. pratensis* s. l. herzustellen, wobei von *C. amara* einzig die diploide Sippe, von *C. pratensis* dagegen diploide ($2n = 16$), tetraploide ($2n = 30$), oktoploide ($2n = 56, 60, 64$) und dekaploide ($2n = 68, 72, 76$) Sippen Verwendung fanden. Aus 700 bestäubten Blüten konnten einzig 4 Samen erhalten werden, die keimten. Zwei davon zwischen oktoploider *C. pratensis* und *C. amara* gingen bald nach der Keimung zugrunde. Einzig zwei Bastardpflanzen zwischen einer diploiden *C. pratensis* von Portugal (gleichzeitig mit Pollen von einer hexaploiden *C. pratensis* bestäubt) und *C. amara* konnten bis zur Blüte aufgezogen werden. Beide waren diploid ($2n = 14$ und 16) und völlig steril. Dagegen misslang jeder Versuch, *C. amara* mit *C. rivularis* zu kreuzen. Bei den in der vorliegenden Arbeit untersuchten abweichenden *Cardamine*-Pflanzen vom Oberengadin und vom Klausenpass handelt es sich, wie vermutet, um triploide Bastarde zwischen *C. amara* und *C. rivularis*. Die Bastarde von den beiden Fundorten unterscheiden sich indessen voneinander. Durch die zytologische Analyse konnten die beobachteten morphologischen Unterschiede aufgeklärt werden. In den Pflanzen vom Oberengadin, die mehr Ähnlichkeit mit *C. amara* zeigen, wurden 16 Chromosomen vom *C. amara*-Typ und nur 8 Chromosomen vom *C. rivularis*-Typ gefunden. Die Pflanzen vom Klausenpass indessen, die mehr *C. rivularis* gleichen, hatten das umgekehrte Verhältnis in ihrem Chromosomensatz. Es ist anzunehmen, dass die morphologischen Unterschiede der beiden Bastarde durch diese verschiedene Anzahl von Genomen der beiden Elterarten bedingt ist. Die Pollenmeiose der Bastarde zeichnet sich durch unterschiedliche und unvollständige Chromosomenpaarung aus. Die Chromosomen des einzelnen Genoms werden offenbar zufällig auf die Tochterzellen verteilt. Als Ergebnis dieser Störungen bildet sich weitgehend abortierter Pollen.

Die beiden Bastarde müssen auf verschiedene Weise zustande gekommen sein: Im Oberengadin wachsen *C.amara* und *C.rivularis* oft nebeneinander. An Orten oberhalb 1200 m konnten die beiden Arten oft gleichzeitig blühend beobachtet werden (im Tiefland blüht *C.pratensis* s.l. bedeutend früher als *C.amara*). Die Ergebnisse unserer Untersuchungen lassen vermuten, dass die triploiden Pflanzen im Oberengadin unmittelbare Kreuzungsprodukte zwischen der dort vorkommenden tetraploiden *C.amara* ($2n = 32$) wahrscheinlich als Mutterpflanze und der diploiden *C.rivularis* ($2n = 16$) als Pollenpflanze sind. Der Bastard wächst am Ufer des Lej da Champfèr in unmittelbarer Nähe von *C.amara*, während *C.rivularis* sich einige hundert Meter am Ufer entfernt befindet. Er bedeckt nur wenige Quadratmeter und besteht wohl nur aus einem einzigen Klon; die vegetative Vermehrung erfolgt durch kräftige unterirdische Ausläufer. Ähnliche, weitgehend sterile Bastarde zwischen Elterarten mit verschiedenen Chromosomenzahlen sind aus den Alpen viele bekannt. Sie sind lokal eng begrenzt, können sich aber durch vegetative Vermehrung über längere Zeit halten. Beispiel dafür sind: *Antennaria carpatica* × *A.dioeca* (URBANSKA-WORYTKIEWICZ 1968), *Ranunculus montanus* × *R.carinthiacus* (LANDOLT 1954), *Veronica officinalis* × *V.Allionii* (BOCQUET et al. 1967). Eine genaue Abklärung der Herkunft unseres zweiten Bastardes erweist sich als bedeutend schwieriger. Am Klausenpass sind sowohl *C.amara* wie *C.rivularis* diploid; trotzdem enthält der Chromosomensatz des Bastardes neben einem Genom von *C.amara* zwei Genome von *C.rivularis*. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass im Pollen von *C.rivularis* vom Klausenpass einige grössere, offenbar unreduzierte Pollenkörner auftreten (Abb. 12). Es ist deshalb wahrscheinlich, dass an der Bildung des triploiden Bastardes ein unreduzierter Gamet von *C.rivularis* beteiligt war. Bastarde, bei denen ein Elter durch einen unreduzierten Gameten beteiligt ist, sind experimentell schon oft hergestellt worden. So konnten etwa in Kreuzungen zwischen *Antennaria dioeca* ♀ ($2n = 28$) und *A.carpatica* ♂ ($2n = 56$) nicht nur hexaploide, sondern auch oktoploide Bastarde erhalten werden (URBANSKA-WORYTKIEWICZ 1965). In der Natur scheinen indessen solche Fälle selten zu sein. BIDAULT (1966) berichtet aus den Südwestalpen von einem triploiden Bastard ($2n = 21$) zwischen *Festuca vallesiaca* ($2n = 14$) und *F.duriuscula* ($2n = 14$), der mehr Ähnlichkeit mit *F.vallesiaca* zeigte; er vermutet deshalb, dass der Bastard zwei Genome von *F.vallesiaca* besitzt. Im Unterschied zum Oberengadin ist der Bastard am Klausenpass sehr häufig und über mehrere Hektaren verbreitet. Wie diese grosse Zahl Bastarde zustande gekommen ist, bleibt vorderhand offen. Es wurden viele Pflanzen untersucht, die morphologisch (besonders hinsichtlich Blattform, Blattgrösse, Farbintensität der Staubbeutel) etwas verschieden waren. Indessen enthielten alle 39 untersuchten Pflanzen ohne Ausnahmen 16 Chromosomen von *C.rivularis* und 8 von *C.amara*. Es scheint deshalb, dass Rückkreuzungen keine bedeutende Rolle für die Vermehrung der Bastarde spielen. Wie bereits erwähnt, ist der Bastard weitgehend pollensteril; einzelne Pollenkörner sehen jedoch normal

aus und verhalten sich vielleicht auch normal, so dass erfolgreiche Selbstbestäubungen oder Bestäubungen der Bastarde unter sich nicht ausgeschlossen werden können. Vegetative Vermehrung ist durch adventive Bewurzelung der Teilblätter und anschließende Bildung von Tochterpflanzen leicht möglich. Gegen die Annahme eines einzigen Bastardklons spricht indessen, neben morphologischen Unterschieden zwischen den Pflanzen, dass auch bei rascher vegetativer Vermehrung mit einer Ausbreitungszeit von Jahrhunderten gerechnet werden müsste, um die gegenwärtige Ausdehnung zu erreichen. Als weitere Erklärungsmöglichkeit kommt in Betracht, dass Kreuzungen zwischen diploider *C.amara* und unreduzierten Gameten von *C.rivularis* relativ oft erfolgreich verlaufen und die konkurrenzkräftigen Bastarde sich lokal dann vegetativ vermehren und unter günstigen Bedingungen beide Elterarten, die am Fundort zum Teil nebeneinander und zum Teil sogar durcheinander wachsen, verdrängen können. In diesem Zusammenhang stellt sich allerdings die Frage, warum bis heute keine diploiden Bastarde zwischen den beiden Arten gefunden wurden und auch LÖVKVIST (1956, 1957) keine Bastarde zwischen diploider *C.amara* und *C.rivularis* herstellen konnte (72 fehlgeschlagene Bestäubungen). Man müsste dann annehmen, dass hier aus irgendeinem Grunde triploide Bastarde leichter entstehen können als diploide. Von einem ähnlichen Beispiel berichten VALENTINE und WODELL (1963). Bastarde zwischen diploider *Primula veris* und *P.elatior* sind ausserordentlich schwierig zu erhalten. Dagegen entstehen triploide Bastarde relativ leicht, wenn diploide *P.veris* mit Pollen von *P.elatior* mit experimentell verdoppeltem Chromosomensatz bestäubt wird. Nur Kreuzungsexperimente können indessen eindeutig über die Entstehung des Bastardes am Klausenpass weiteren Aufschluss geben.

Zusammenfassung

In den Schweizer Alpen wurden zwei natürliche Bastarde zwischen *Cardamine amara* und *C.rivularis* gefunden. Sie sind triploid ($2n = 24$), unterscheiden sich jedoch voneinander in Morphologie, genetischer Struktur und vermutlicher Entstehung. Der Bastard vom Oberengadin enthält 16 Chromosomen vom *C.amara*- und 8 vom *C.rivularis*-Typ. Das umgekehrte Verhältnis wurde bei den Pflanzen vom Klausenpass (Zentralschweiz) angetroffen. Die morphologischen Unterschiede sind also auf verschiedene Anzahl von Genomen der vermutlichen Elterarten zurückzuführen. Beide Bastarde zeigen gestörte Pollenmeiosen und sind weitgehend pollensteril.

Es erscheint wahrscheinlich, dass die Pflanzen vom Oberengadin das Ergebnis einer unmittelbaren Kreuzung zwischen tetraploider *Cardamine amara* ($2n = 32$) und *C.rivularis* ($2n = 16$) sind, die beide dort vorkommen. Sie scheinen nur aus einem einzigen Klon zu bestehen und vermehren sich vegetativ. Die zahlreichen und verbreiteten Bastarde vom Klausenpass dagegen müssen auf andere Weise zustande gekommen sein, da beide Elterarten dort diploid sind. Ihre Entstehung und Ausbreitung ist nicht eindeutig erklärbar und muss zytogenetisch untersucht werden.

Résumé

Deux hybrides naturels du *Cardamine* L. ont été trouvés récemment dans les Alpes suisses. Ils sont tous deux triploïdes à $2n = 24$; pourtant, ils se distinguent l'un de l'autre par leur morphologie, par la structure génétique et par leur origine présumable. L'hybride de l'Engadine,

dont la morphologie est plus proche à celle de *Cardamine amara*, contient, en effet, 16 chromosomes de cette espèce et il en a seulement 8 de *C. rivularis*. Une proportion inverse a été observée chez les plantes hybrides de Suisse centrale (Klausenpass) qui ressemblaient au *C. rivularis*. Ainsi donc, les différences morphologiques qui se présentent entre les deux hybrides sont évidemment en rapport avec la supériorité numérique des génomes provenant de leurs espèces-parents. La microsporogénèse des hybrides étant fort irrégulière, leur pollen est en grande partie stérile.

Les hybrides découverts en Engadine représentent, selon toute probabilité, l'issue d'un croisement entre *Cardamine amara* tétraploïde ($2n = 32$) et *C. rivularis* ($2n = 16$). Ils sont étroitement localisés dans leur station; tout porte à croire qu'ils s'y maintiennent grâce à reproduction végétative et alors constituent un seul clone. Au contraire, les plantes hybrides sont fort répandues dans la région de Klausenpass. Comme leurs deux espèces-parents y sont diploïdes, l'origine ainsi que le mécanisme d'expansion d'une forme triploïde restent obscurs à l'heure actuelle. L'étude sur ce problème se poursuit.

Summary

Two natural hybrids of *Cardamine* were recently found in Swiss Alps. They are both triploid ($2n = 24$); however, they differ from one another in respect to their morphology, genetical structure and putative origin. The hybrid from Upper Engadine contains 16 chromosomes of *Cardamine amara* and only 8 of *C. rivularis* type. The inverse proportion occurs in the plants from Klausenpass (Central Switzerland). Thus, the morphological differences occurring between two hybrids are evidently due to a numerical prevalence of genomes of their putative parent forms. Both hybrids show disturbed microsporogenesis and are highly male sterile.

It seems probable that the plants from Upper Engadine represent an immediate cross-product between the tetraploid *Cardamine amara* ($2n = 32$) and *C. rivularis* ($2n = 16$). They apparently constitute a clone and maintain themselves in the habitat by means of vegetative reproduction. By contrast, fairly abundant hybrids from Klausenpass deserve a special attention as both their parent species are there diploid. Their origin and mechanism of expansion remain obscure hitherto. Further studies are in progress.

Literatur

- BANACH, E., 1950: Studies in karyological differentiation of *Cardamine pratensis* L. in connection with ecology. Bull. Acad. Pol. Sci. D 4-10 B, 197-211.
- BANACH-POGAN, E., 1955: Further cytological studies in *Cardamine* L. Acta Soc. Bot. Pol. 24, 275-286.
- BIDAULT, M., 1966: Anomalies de la méiose pollinique chez un individu triploïde de *Festuca ovina* L. ssp. *sulcata* Hack var. *valesiaca* Hack. C. R. Acad. Sci. Paris 262, 2180-2182.
- BOCQUET, G., C. FAVARGER und P. A. ZÜRCHER, 1967: Un hybride méconnu dans la flore des Alpes françaises et italiennes: *Veronica allionii* × *officinalis* et synonymie correcte de quelques *Veronica*. Bauhinia 3, 229-242.
- BRÜGGER, CH., 1886: Mittheilungen über neue und kritische Formen der Bündner- und Nachbar-Floren. Jahres-Ber. Natf. Ges. Graubündens 29, 133 S.
- FAVARGER, C., 1965: Notes de cytologie alpine IV. Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat. 88, 5-60.
- GADELLA, T. W. J., und E. KLIPHUIS, 1963: Chromosome numbers of flowering plants in Netherlands. Acta Bot. Neerl. 12, 195-230.
- HABELER, E., 1963: Cytotaxonomie von *Cardamine amara* des Alpen-Ostrandes. Phytion 10, 161-205.
- HESS, H. E., E. LANDOLT und R. HIRZEL, 1970: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete, Band 2. Birkhäuser Verlag, Basel, 956 S.
- KUZMANOV, B. A., und S. I. KOŽUHAROV, 1969: Chromosome numbers of flowering plants in Bulgaria 2. Mitt. Bot. Inst. Sofia 19, 109-125.

- LANDOLT, E., 1954: Die Artengruppe des *Ranunculus montanus* Willd. in den Alpen und im Jura. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 64, 5–83.
- und K. URBANSKA-WORYTKIEWICZ, 1972: Zytotaxonomische Untersuchungen an *Cardamine pratensis* L.s.l. im Bereich der Schweizer Alpen und des Jura (vorläufige Mitteilung. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 84, 683–690.
- LAWRENCE, W.J., 1931: The chromosome constitution of *Cardamine pratensis* and *Verbascum phoeniceum*. Genetica 13, 183–208.
- LÖVKVIST, B., 1956: The *Cardamine pratensis* complex. Outlines of its cytogenetics and taxonomy. Symb. Bot. Uppsal. 14, 2, 131 S.
- 1957: Experimental studies in *Cardamine amara*. Bot. Not. 110, 423–441.
- MANTON, I., 1932: Introduction to the general cytology of *Cruciferae*. Ann. Bot. 46, 509–556.
- SCHULZ, O.E., 1903: Monographie der Gattung *Cardamine*. Englers Bot. Jb. 32, 280–623.
- TISCHLER, G., 1950: Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. W. Junk, Den Haag, 263 S.
- URBANSKA-WORYTKIEWICZ, K., 1965: Cytological studies in experimental hybrids between *Antennaria carpatica* (Wahlb.) Bl. et Fing. and *A. dioica* (L.) Gaertn. Acta Biol. Crac., Ser. Bot. 8, 51–61.
- 1968: A new hybrid of the Alpine flora: *Antennaria carpatica* × *A. dioica*. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 38, 20–27.
- VALENTINE, D.H., und S.R.J. WOODSELL, 1963: Studies in British Primulas X. New Phyt. 62, 125–143.

Adresse der Autoren: PD Dr. Krystyna Urbanska-Worytkiewicz
Prof. Dr. Elias Landolt
Geobotanisches Institut ETH, Stiftung Rübel
Zürichbergstrasse 38
CH-8044 Zürich