

Studien zu den Wuchsformen und zur Populationsökologie von *Genista radiata* (L.) Scop. und *Cytisus purpureus* Scop. in Südtirol/Italien

Thomas Peer

mit einem morphologischen Beitrag von Isolde Hagemann

Abstract

Studies on growth forms and population ecology of *Genista radiata* (L.) Scop. and *Cytisus purpureus* Scop. in South Tyrol/Italy

Genista radiata and *Cytisus purpureus* are rare species of broom among the South-Tyrolean flora. They are restricted to small areas south of Bolzano, where they are members of the submontane hop-hornbeam and manna ash woods, the montane Scots pine woods, and the subalpine limestone grasslands. The growth forms of the two species were drawn in detail on the basis of field studies and herbarial specimens. Both brooms show interesting morphological characters. *G. radiata* is an extreme xeromorphic, twiggy broom, characterized by collateral side buds from which green side shoots, substituting the caducous leaves, arise. *C. purpureus* is a mesomorphic, herbaceous pleio-corm perennial, provided with long stolones and characterized by several ascending side shoots which in turn give rise to further short shoots. These short shoots usually end in simple racemes. However, some of the short shoots may extend their axis and develop long-stalked trifoliolate leaves. Altitude and degree of shade are the most important environmental factors explaining the size of populations, abundance, and morphological traits (CCA-Biplot). Additionally to the populations of *G. radiata* in South Tyrol, those at the Monte Baldo and in Switzerland were investigated, in order to get an idea of the range of ecological tolerance of *G. radiata*. Geographical range limits, and the phylogeny of both species are discussed on the basis of relevant literature.

Keywords: *Genista radiata*, *Cytisus purpureus*, morphology, ecology, distribution, South Tyrol, Italy

1. Einleitung

Der Kugel- oder Strahlen-Ginster (*Genista radiata*) und der Purpur-Zwergginster (*Cytisus purpureus*) zählen zu den seltenen südalpinen Elementen innerhalb der Südtiroler Flora. Sie sind auf kleine Areale südlich von Bozen beschränkt und wahrscheinlich nacheiszeitlich aus südlichen Refugialgebieten eingewandert (LANG 1970, REISIGL 1996). Während es über den Strahlen-Ginster eine relativ umfangreiche Literatur zur Systematik (z.B. BUCHEGGER 1912, GIBBS 1966, RIZZI-LONGO & FEOLI-CHIAPELLA 1994), Soziologie/Syntaxonomie (z.B. WRABER 1961a, 1961b, PEDROTTI 1970, FRANZ 1980, PEER 1982, 1983, 1984, 1993, FEOLI-CHIAPELLA & RIZZI-LONGO 1987, FEOLI-CHIAPELLA & POLDINI 1993, PEDROTTI & MINGHETTI 1994, POLDINI & VIDALI 1999, POLDINI et al. 2004, FRANZ & LEUTE 2010) und Phylogenie (DE CASTRO et al. 2002, CUBAS et al. 2002, PARDO et al. 2004, CUSMA-VELARI & FEOLI-CHIAPELLA 1987, 2009) gibt, sind über den Purpur-Zwergginster nur wenige Informationen verfügbar.

Eine Ausnahme stellen die Revision der Sek. Tubocytisus durch CRISTOFOLINI (1976) und CRISTOFOLINI & TROJA (2006) sowie die systematischen Arbeiten von ROTHMALER (1944) und HOLUBOVÁ-KLASKOVÁ (1964) dar. Über die soziologische und syntaxonomische Stellung des Purpur-Zwergginsters geben verschiedene pflanzensoziologische Tabellen, u. a. in AICHINGER (1933), WRABER (1961 a, 1979), PEER (1983), PEDROTTI & MINGHETTI (1994), POLDINI & VIDALI (1999) und ARMIRAGLIO et al. (2006) Auskunft. Hierbei zeigt sich, dass beide Ginsterarten eine relativ enge Bindung mit kalkreichen Erika-Kiefernwäldern aufweisen. Angaben zur Anatomie und zum Verzweigungsmuster von *G. radiata* finden sich bei WYDLER (1860), BUCHEGGER (1912) und WEBERLING (1998). Sie beschreiben den Strahlen-Ginster als blattlosen, xeromorphen Rutenstrauch mit eingesenkten Spaltöffnungen zwischen den Stängelrippen. Charakteristisch sind dekussiert stehende Seitensprosse sowie kollaterale „Beisprosse“ mit teilweise verkorkenden Sprossenden. Sie verleihen der Pflanze ihren besenartigen Charakter. Der rot blühende Purpur-Zwergginster ist eine mesomorphe Ausläufer-/Pleioformstaude, deren Seitensprosse blütentragende Kurztriebe und z. T. profilierende, blütenlose Langtriebe tragen (WYDLER 1857, 1860). Insgesamt ist das Wuchsformenschema beider Pflanzen noch etwas verworren, weshalb wir uns damit eingehender beschäftigt haben.

Beide Ginsterarten weisen eine hohe morphologische Variabilität auf, die mit dem Alter der Pflanzen aber auch mit dem Standort zusammenhängt. Unsere Untersuchungen konzentrieren sich daher auf folgende Fragestellungen:

1. Welche morphologischen Besonderheiten kennzeichnen *G. radiata* und *C. purpureus*?
2. Was sind die Standortpräferenzen von *G. radiata* und *C. purpureus*?
3. Welche Rolle spielt der Standort für die Wuchsform, die Populationsgröße und die Populationsdichte von *G. radiata* und *C. purpureus*?
4. Welche Unterschiede bestehen zwischen den *G. radiata*-Populationen in Südtirol und denen am Monte Baldo und in der Schweiz?
5. Wie lassen sich *G. radiata* und *C. purpureus* phylogenetisch interpretieren?

2. Untersuchungsgebiet

Das Hauptverbreitungsgebiet von *G. radiata* und *C. purpureus* liegt in Südtirol im Bozner Unterland. Während der Strahlen-Ginster im Wesentlichen auf den südlichen Mendelkamm beschränkt bleibt (ein kleiner Bestand wurde im Jahr 1982 im Naturpark Trudner Horn im Bereich des Banklweges zwischen Neumarkt und Gfrill aufgenommen, konnte jedoch 2010 nicht mehr wiedergefunden werden), dringt der Purpur-Zwergginster entlang des Etsch- und Eisacktales bis ins untere Ultental und Eggental vor (DALLA TORRE & SARNTHEIN 1906-1913, Datenbank des Naturmuseums Bozen, Stand 2010, Abb. 1 und 2).

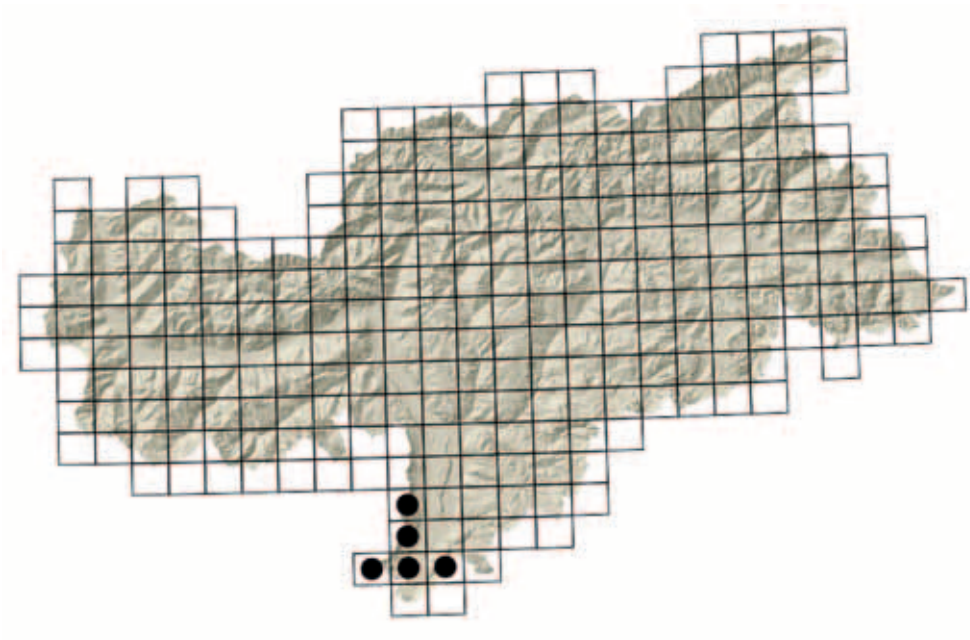


Abb. 1: Verbreitung von *Genista radiata* in Südtirol.

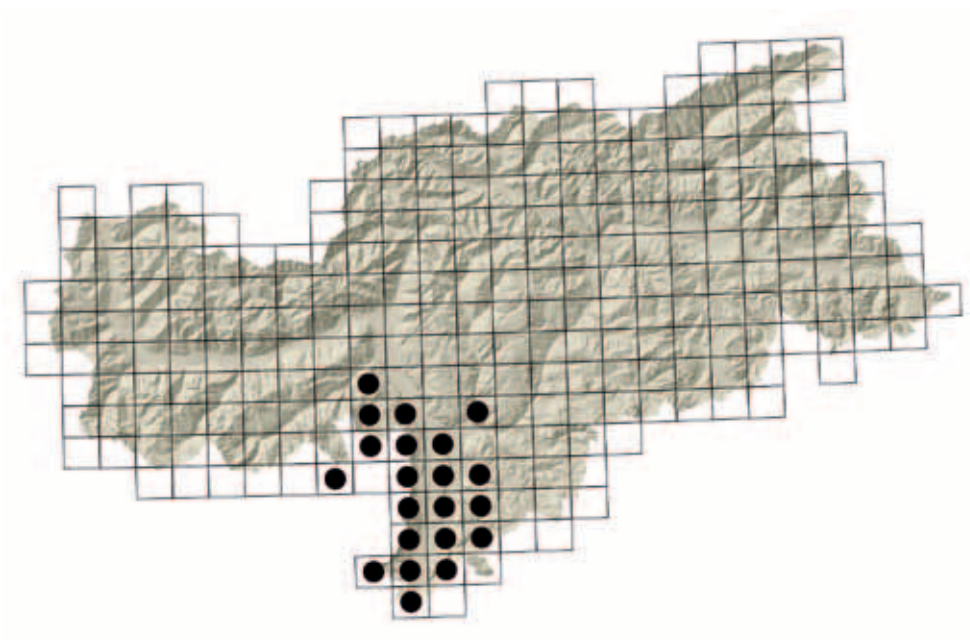


Abb. 2: Verbreitung von *Cytisus purpureus* in Südtirol.

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden vor allem Exemplare vom Mendelkamm verwendet. Hinweise zu den untersuchten Standorten finden sich in Tab. 1.

Tab. 1: Beschreibung der Untersuchungsgebiete.

| Nr. | Gebiet | Vegetation | Koordinaten | Höhe- müM | Expo- sition | Inkl. [°] | Geologie* | Boden |
|-----|---|--|--|---------------|-----------------------|--------------|--|-----------------------|
| 1 | Andrian/ Festenstein/ Gaid | Hopfenbuchen- Mannaeschenwald | 46° 30'58"N 11° 13'29"O | 370-850 | SE | 10-25 | Quarzporphyr Grödner Sandstein | Braunerde |
| 2 | Andrian/ Hocheppan | Hopfenbuchen- Mannaeschenwald | 46° 30'42"N 11° 13'44"O | 370-600 | E | 10-20 | Bozner Quarzporphyr | Braunerde |
| 3 | Schönleiten Höhengradient | Erika-Kiefernwald, Kalkrasen | 46°19'54"N 11°12'32"O 46°20'02"N 11°11'54"O | 1234- 1680 | SE, E, S | 20-45 | Mendeldolomit Hauptdolomit Torra-Dolomit | Braunlehm Rendzina |
| 4 | Sattelsteig/ Treser Horn, Höhen-gradient | Erika-Kiefernwald, Kalkrasen | 46°17'46"N 11°11'10"O 46°17'57"N 11°10'10"O | 1065- 1786 | SE, E, S, (N) | 20-40 | Mendeldolomit Hauptdolomit Torra-Dolomit | Braunlehm Rendzina |
| 5 | Rhätersteig/ Treser Horn, Höhengradient | Erika-Kiefernwald, Kalkrasen | 46°17'11"N 11°10'00"O 46°17'57"N 11°10'19"O | 1247- 1786 | SE, E, S, SW, W | 20-50 | Mendeldolomit Hauptdolomit Torra-Dolomit | Braunlehm Rendzina |
| 6 | Fennberg Klettersteig | Hopfenbuchen- Mannaeschenwald | 46°15'31"N 11°12'24"O 46°15'48"N 11°11'47"O | 208- 1123 | SE, S, SW | 25-50 | Sarl-Dolomit Mendeldolomit Hauptdolomit Torra-Dolomit | Braunlehm Rendzina |
| 7 | St. Georg/ Graun | Hopfenbuchen- Mannaeschenwald | 46°19'09"N 11°13'07"O | 728 | SE | 5-10 | Werfener Schichten Sarl-Dolomit | Braunerde |
| 8 | Traminer Höhenweg | Hopfenbuchen- Mannaeschenwald, Erika-Kiefernwald | 46°20'07"N 11°13'28"O 46°21'11"N 11°12'54"O | 854- 969 | SE, E NE | 5-20 | Werfener Schichten Sarl-Dolomit | Braunerde |
| 9 | Fennberger Straße Hofstatt- Oberfennberg | Hopfenbuchen- Mannaeschenwald, Erika-Kiefernwald | 46°16'34"N 11°12'07"O 46°16'34"N 11°11'16"O | 738- 1121 | SE, S, E | 20-45 | Sarl-Dolomit Mendeldolomit Hauptdolomit Torra-Dolomit | Rendzina |

* Carta Geologica d'Italia, Foglio 21 (Trento), 1968

3. Methodik

In den Sommern 2009 und 2010 wurden an verschiedenen Stellen entlang des Mendelkammes die Populationsgrößen von *G. radiata* und *C. purpureus* vermessen; dort wo dies vom Gelände her nicht möglich war, wurden die Bestandesgrößen geschätzt und in Quadratmetern angegeben. In jeder Population wurden die Abundanzen (Deckungsgrade) festgestellt bzw. wurde die Anzahl der Individuen/Triebe gezählt. Auf Grund der besonderen Wuchsweise der Pflanzen konnten einzelne Individuen nur schwer unterschieden werden. Im Gegensatz zu *C. purpureus*, die in der Regel vegetationsbegleitend bzw. singular auftritt, kommen *G. radiata* Sträucher häufig truppenweise bzw. in kleineren und größeren Herden vor, wodurch die Feststellung der Populationsgröße leichter möglich war. Daher wurden bei *G. radiata* die Populationsgröße, bei *C. purpureus* hingegen die Anzahl der Triebe, bezogen auf 25 m² für die statistischen Berechnungen herangezogen. Weiters wurden morphometrische Messungen zur Strauchhöhe, Blattgröße und Behaarung durchgeführt. Zusätzlich wurden die Blüten und Früchte gezählt. Insgesamt wurden 173 Exemplare von *G. radiata* und 105 Exemplare von *C. purpureus* untersucht. Ergänzende Untersuchungen fanden im Sommer 2011 statt, dabei wurden auch Bestände in der Schweiz und vom Monte Baldo miteinbezogen. Zur Feststellung der Wuchsformcharakteristik wurden im Gelände und an Hand von repräsentativem Herbar- und Fotomaterial Zeichnungen angefertigt. Die gesammelten Exemplare sind im Privatherbar des Autors bzw. im Herbarium der Universität Salzburg (SZU) hinterlegt. An Umweltparametern wurden Höhenlage, Exposition, Steilheit, Beschattung, Bodentyp und pH-Wert (in 0,01 M CaCl₂ Extraktionslösung) erfasst. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe des Programmpaketes „CANOCO 4.5 for Windows“ einer kanonischen Korrespondenzanalyse (CCA) unterzogen (TER BRAAK & SMILAUER 2002). Als Grundlage für die Korrespondenzanalyse wurde die gewichtete Korrelationsmatrix verwendet und der Monte-Carlo-Test durchgeführt. Da die Daten nicht normalverteilt waren (Kolmogorov-Smirnov-Test), wurde die Korrelationsberechnungen nach Spearman mittels Programmpaket „SPSS 16.0 for Windows“ durchgeführt. Auch die Box-Plots wurden mit demselben Programm erstellt. Zur Erklärung der Box-Plots siehe H. LOHNINGER: Grundlagen der Statistik, Box-plots, http://www.statistics4u.com/fundstat_germ/cc_boxwhisk.html.

4. Ergebnisse

4.1 Morphologie von *G. radiata* und *C. purpureus*

Der Habitus von *G. radiata* entspricht dem eines Zwergstrauches, der mit einer kräftigen, oft sehr langen Hauptwurzel in Felsspalten bzw. im Schutt verankert ist. Von der Hauptwurzel gehen eine Sprossachse, teilweise auch mehrere verholzte, hangabwärts gerichtete und am Ende bogenförmig aufsteigende Sprossachsen aus, die sich in jeder Vegetationsperiode verlängern und bis zu den ersten grünen, aufgerichteten Verzweigungen je nach Alter und Standortsbedingungen eine Länge von 20 bis maximal 120 cm erreichen können (Abb. 3). Sprossbürtige Wurzeln verankern das Achsensystem zusätzlich im Boden, wobei eine dicke Streuauflage die Achsen und den Boden bedeckt. Von den basisnahen, verholzten Sprossabschnitten können an einzelnen Stellen seitliche Verzweigungen

auftreten, die zunächst bleich und dünn und nur mit Niederblättern besetzt zwei bis drei Zentimeter wie unterirdische Ausläufer in der Streubedeckung wachsen, ehe sie sich aufrichten und mit normaler Beblätterung ihr Wachstum fortsetzen. Außerdem treten im proximalen Bereich der verholzten Sprossabschnitte aufrecht wachsende Triebe auf, die durch reiche basale Verzweigung sehr dicht stehen. Durch diese Verzweigung wird eine Verjüngung des sich immer weiter distal fortsetzenden Verzweigungssystems bewirkt (Abb. 3). Bei sehr großen Exemplaren sind meist nur die jüngsten Endverzweigungen grün, die älteren Verzweigungen sind abgestorben und der größte Teil der verholzten Sprossachse ist kahl. Die bogig aufgerichteten jüngsten Sprossabschnitte zeigen die typischen reichen Aufzweigungen mit dekussierter Blattstellung, siehe auch WEBERLING (1998, Abb. 312, S. 296). Am Ende dieser Jahrestriebe befindet sich eine armlütige Traube (Abb. 4a). Zunächst entwickeln sich aus den Blattachsen unterhalb der Traube reguläre Seitentriebe mit gestreckten Internodien und einem dekussierten Blattpaar sowie zwei sehr kleinen Blattbasen an der Sprossspitze. Im Inneren befinden sich zahlreiche borstige Haare und weitere Blattorgane, die den Vegetationspunkt einhüllen. Dieser geht jedoch in der Regel zugrunde und verkorkt; an exponierten Stellen können die Enden schwach verdornen. Die Seitenachsen werden von BUCHEGGER (1912) und WEBERLING (1998) als Kurzspresse bezeichnet; dieser Begriff ist jedoch irreführend. Bei der weiteren Entwicklung – in der Regel in der nächsten Vegetationsperiode – erfolgt die Verzweigung durch akzessorische Sprosse, die wegen ihrer Stellung als kollaterale Beisprosse zu bezeichnen sind (Abb. 4b). Von diesem Zeitpunkt an kann eine größere Anzahl der Beisprosse mit traubigen Blütenständen blühen. Die Blätter bestehen aus Blattgrund und einer dreifiedrigen Spreite, die mit fortschreitender Entwicklung abfällt. Ein Blattstiel fehlt. Der Blattgrund ist an der Innenseite filzig behaart und dient dem Schutz der jungen Knospen. Die beiden kleinen Spitzen am oberen Rande des Blattgrundes können als Reste der Nebenblätter interpretiert werden. Bei älteren Achsensystemen ist der Blattgrund braun gefärbt und hart. Nach BUCHEGGER (1912) dienen die seitlichen Triebe dazu die Blätter zu ersetzen, denn erst nach deren Austrieb fallen die Blattspreiten bis auf den Blattgrund ab. Die Pflanze erhält so das Aussehen eines blattlosen Rutenstrauches. Die Achsen selbst haben längs verlaufende Rippen, die Epidermis trägt eine dicke Kutikula. In den Furchen sind Spaltöffnungen eingesenkt und zusätzlich durch Haare geschützt. Diese Strukturen deuten auf einen extrem xeromorphen Konstitutionstyp hin. Die Infloreszenz besteht aus 3-5 gestielten Schmetterlingsblüten, die am Ende des mittleren Sprosses köpfchenartig zusammen gedrängt stehen; morphologisch ist dieser Blütenstand als gedrängtblütige Traube anzusehen. Die Tragblätter sind bis auf einen häutigen, dicht behaarten eilanzettlichen Blattgrund reduziert. Die Fahne ist so lang wie das Schiffchen und meist nur auf der Rückenlinie behaart. Sowohl der zweilippige Kelch als auch der Fruchtknoten und die Hülsenfrucht sind mehr oder weniger stark (zottig) behaart. Je nach Größe der Pflanze zählten wir 50-100 Blüten pro Individuum. Während 2009 und 2010 kaum Früchte ausgebildet waren, zeigten 2011 fast alle Sträucher einen üppigen Fruchtausatz. Die Hülsen enthielten in der Regel 2 Samen. Inwieweit diese keimfähig sind, konnte noch nicht überprüft werden. Fruchtausatz und Samenbildung scheinen periodischen Schwankungen zu unterliegen, wobei eine geringe Samenausbeute eher typisch ist. So registrierten GALLONI & CRISTOFOLINI (2003) in Populationen am Pian delle Fugazze/Trentino und Apennin im Untersuchungszeitraum 2000-2002 lediglich 0,11 bis 0,32 (Mittel 0,25 + 0,02) Samen pro Frucht. Als Ursache werden geringe Bestäuberfrequenz und -vielfalt der obligat xenogamen und offenbar selbstinkompatiblen Pflanze, sowie Nektarraub durch Käfer genannt. Nektar wurde von den genannten Autoren in allen

Blüten festgestellt, wobei die Nektarproduktion mit zunehmender Meereshöhe deutlich abnimmt. Erwähnenswert ist, dass FALCINELLI & MORALDI (www.proverde.it/publicazioni/genista%20radiata.pdf) die Samen als langlebig bezeichnen. In Kulturversuchen stellten sie eine hohe Keimfähigkeit fest. Steht genügend Wasser zur Verfügung, erfolgt die epigäische Keimung rasch.

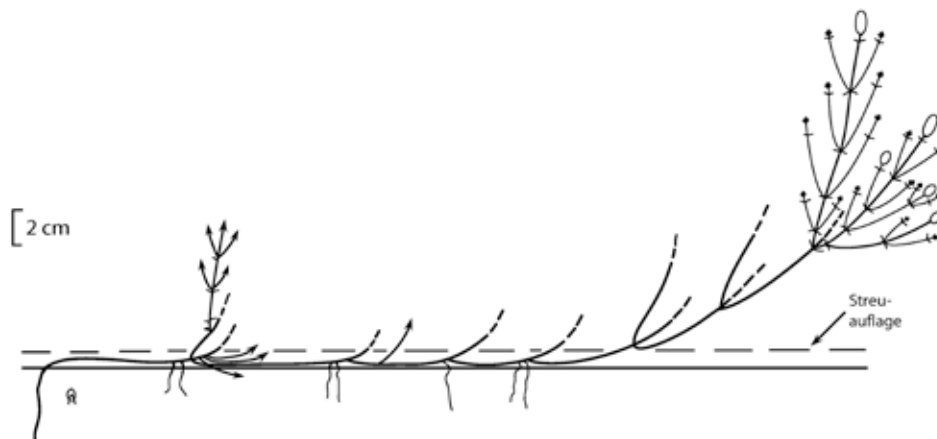


Abb. 3: *Genista radiata*, mehrere Jahre altes Verzweigungssystem mit Hauptwurzel und sprossbürtiger Bewurzelung. Das hangabwärts gerichtete Achsensystem zeigt eine typische distale Aufzweigung. Von proximalen Achsenteilen gehen Innovationstrieb aus.

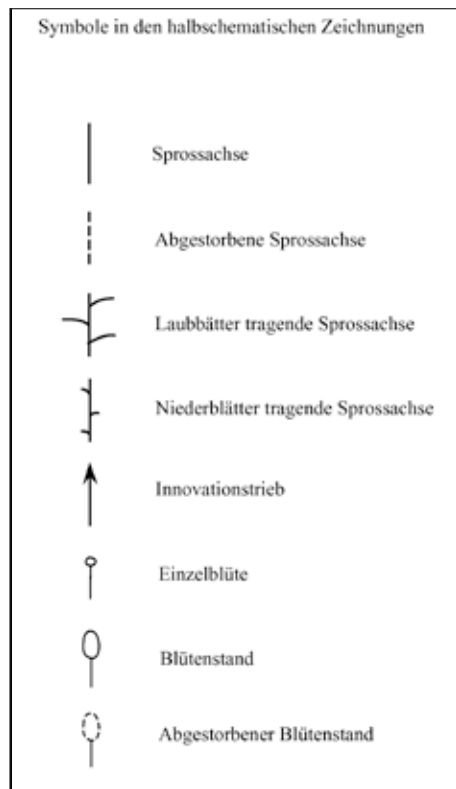


Abb. 4a: *Genista radiata*, reich aufgezweigtes Achsensystem mit dekussierter Beblätterung und endständigen armbütigen Blütentrauben. Erklärung der Symbole in Abb. 3.

Abb. 4b: *Genista radiata*, Achsensystem im folgenden Jahr mit beginnender weiterer seitlicher Verzweigung (Pfeile) aus kollateralen Beiknospen. Erklärung der Symbole in Abb. 3.

Das Verzweigungssystem des Purpur-Zwergginsters (*C. purpureus*) fußt auf einer mehr oder weniger tiefreichenden Hauptwurzel, die im oberen Teil nur wenige Seitenwurzeln aufweist. Von der Basis des Primärsprosses ausgehend breiten sich plagiotrope Sprosse aus, die sich zum Ende hin aufrichten und beblätterte Seitensprosse tragen (Abb. 5). Diese Wuchsweise kann sich in den nächsten Jahren wiederholen, wodurch die Anzahl der seitlichen Verzweigungen im Laufe der Entwicklung deutlich zunimmt, was dem Erstarren dieser Pflanze dient und zu einem relativ dichten Aufwuchs mit einem flächendeckenden Erscheinungsbild beiträgt. Nach einigen Jahren sterben die älteren Sprosse regelmäßig ab. Zusätzlich zu den dicht stehenden Seitensprossen können sich, ausgehend von der Mutterpflanze, Ausläufer (Stolonen) entwickeln, an deren Ende Tochterindividuen sog. Ramets ausgebildet sind. Sie tragen zu einem weiteren Raumgewinn bei (Expansionsstrategie). An einer offenen Stelle zählten wir bis zu 12 Ramets unterschiedlicher Größe und unterschiedlichen Alters, die über eine Fläche von 0,3 m² miteinander verbunden waren. Die Wuchshöhen der Ramets schwankten zwischen 6 cm und 30 cm. Der Primärspross kann auch größere Wuchshöhen (max. 70 cm) erreichen. Nach der vegetativen Phase tritt die Pflanze in die reproduktive Phase ein. Dies kann bereits in der zweiten Vegetationsperiode der Fall sein, meistens dauert es aber länger bis blütentragende Sprosse ausgebildet werden. Da eine stärkere Verholzung der Basis des Verzweigungssystems nur bei sehr alten „Riesenexemplaren“ festgestellt wurde, die Erneuerung in der Regel von basisnahen Achsenteilen ausgeht und das Achsensystem dauerhaft mit der Hauptwurzel verbunden ist (keine Fragmentierung), haben wir den Purpur-Zwergginster als Pleiokormstaude, entsprechend der Definition von Meusel (1968) bezeichnet. Beim Eintreten der Pflanze in die reproduktive Phase bilden sich in den Blattachseln der streng aufrecht stehenden Sprosse Kurztriebe, die in der Regel drei Schmetterlingsblüten tragen. An diesen Kurztrieben befinden sich zunächst zwei Vorblätter, sodann folgen drei kurzgestielte kleinere Laubblätter, die als Tragblätter fungieren. In ihren Achseln steht jeweils eine gestielte Blüte. Die Teilblütenstände werden als armlütige Traube angesehen und können als Kurzparakladien bezeichnet werden. Da dieser Achsenbereich stark gestaucht ist, stehen die Blüten dicht beieinander, beinahe büschelig gehäuft (Abb. 6). Bemerkenswert ist, dass im unteren Abschnitt der aufrechten Achse einzelne Kurztriebe das Wachstum mit gestreckten Internodien an denen langgestielte dreiteilig gefingerte Laubblätter stehen, fortsetzen. Es handelt sich dabei um sog. proliferierende Kurzparakladien. Interessanterweise geht von ihnen aber keine weitere Fortsetzung aus. Sie dienen wohl eher der Erweiterung der Assimilationsfläche und gehen nicht in das Dauerachsensystem ein, weshalb auch nicht von einem halbstrauchigen Wuchs gesprochen werden kann. Die Fiederblättchen sind verkehrt eiförmig-elliptisch, zerstreut behaart bis kahl. Die Größe der Blattspreite schwankt zwischen 0,72 und 1,25 cm², wobei die Blätter am kurztriebartigen blühenden Teil durchwegs kleiner sind als an der langtriebartigen, proliferierenden Achse. Die Nebenblätter sind als kurze Blattscheide ausgebildet, die auf der Innenseite mit einem weißlichen Filz überzogen ist; sie dienen dem Schutz der jungen Knospe. Die Fahne der rosa bis purpurn gefärbten Blüten ist deutlich länger als das Schiffchen. Blüten- und Kelchblätter sind zerstreut behaart. Der Kelch ist röhrenförmig, die Narbe halbkugelig extrors. An einem Blühtrieb zählten wir bis zu 37 Blüten und bis zu 12 Hülsenfrüchte. Die 3 bis 4 cm langen Hülsen enthalten mehrere (8-15) Samen mit deutlich entwickelter Strophiole. Sie sind gut keimfähig. Der röhrenförmige Kelch hat einige Autoren veranlasst, *C. purpureus* zur Gattung *Chamaecytisus* (= *Tubocytisus*) zu stellen (ROTHMALER 1944, HOLUBOVÁ-KLASKOVÁ 1964). Im „Legume Web“ von ILDIS World Database of Legumes, version 10.01 (2010), ist *Cytisus purpureus* Scop. der akzeptierte Name, den wir deshalb auch in dieser Arbeit verwenden. *Chamaecytisus purpureus* (Scop.) Link wird als Synonym verwendet.

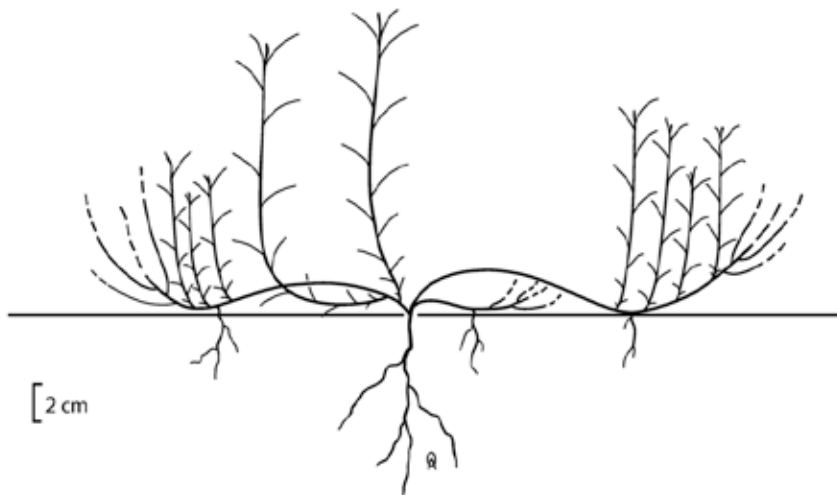


Abb. 5: *Cytisus purpureus*, Verzweigungssystem zu Beginn der Vegetationsperiode. An der Basis des Primärsprosses stehen zwei plagiotrop orientierte Achsen, die an den Enden abgestorben sind und im mittleren Bereich zahlreiche beblätterte Seitentriebe tragen. Von der Basis der Pflanze gehen zusätzlich neue aufrechte oder bogig aufsteigende Laubtriebe aus. Erklärung der Symbole in Abb. 3.

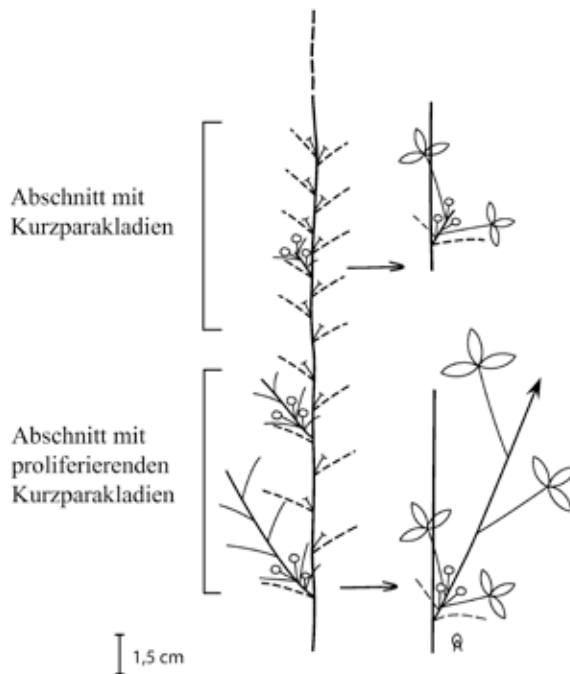
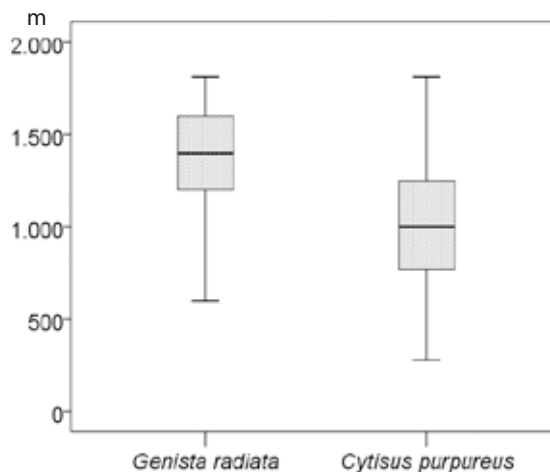


Abb. 6: *Cytisus purpureus*, aufrechter vorjähriger Spross in der reproduktiven Phase mit zahlreichen Kurztrieben, die im unteren Abschnitt proliferieren. Erklärung der Symbole in Abb. 3.

4.2 Standortpräferenzen von *G. radiata* und *C. purpureus*

Die Höhenamplitude von *G. radiata* reicht in Südtirol von 600 m (Fennberg Klettersteig) bis 1786 m (Treser Horn), wobei der Schwerpunkt der Verbreitung zwischen 1300 und 1600 m liegt. Das Vorkommen von *C. purpureus* beginnt bei 300 m und reicht ebenfalls bis zum Gipfel des Treser Horns bei 1786 m. Am häufigsten tritt *C. purpureus* zwischen 800 und 1300 m auf (Abb. 7). Bemerkenswert ist, dass beide Pflanzen auch auf dem Gipfel der Roccapiana (Monte Mezzocorona, 1873 m, Prov. Trento) zu finden sind; ein derartig hohes Vorkommen von *C. purpureus* war bisher aus der Literatur nicht bekannt.

Abb. 7: Höhenverteilung der *Genista radiata*- und *Cytisus purpureus*-Bestände.



Sowohl *G. radiata* als auch *C. purpureus* bevorzugen in Südtirol Süd- und Südostexpositionen mittlerer bis steiler / sehr steiler (*G. radiata*) Hanglagen (Abb. 8 und 9). 72% der *G. radiata*-Bestände kommen an Südhängen, 18% an SE-Hängen und 10% an SW-Hängen vor. Interessant ist, dass der Strahlen-Ginster unterhalb des Treser Horns vereinzelt auch in die Lärchenwiesen an der Nordseite eindringt. *C. purpureus* besiedelt zu 48% SE-Hänge und zu 41% reine Südhänge. 9% kommen an Osthängen und 2% an SW-Hänge vor. Über 90% der *G. radiata*-Bestände bevorzugen Hangneigungen von 20°-50°, *C. purpureus* hingegen fühlt sich an mittelsteilen Hängen (10°-30°) wohler (Abb. 9).

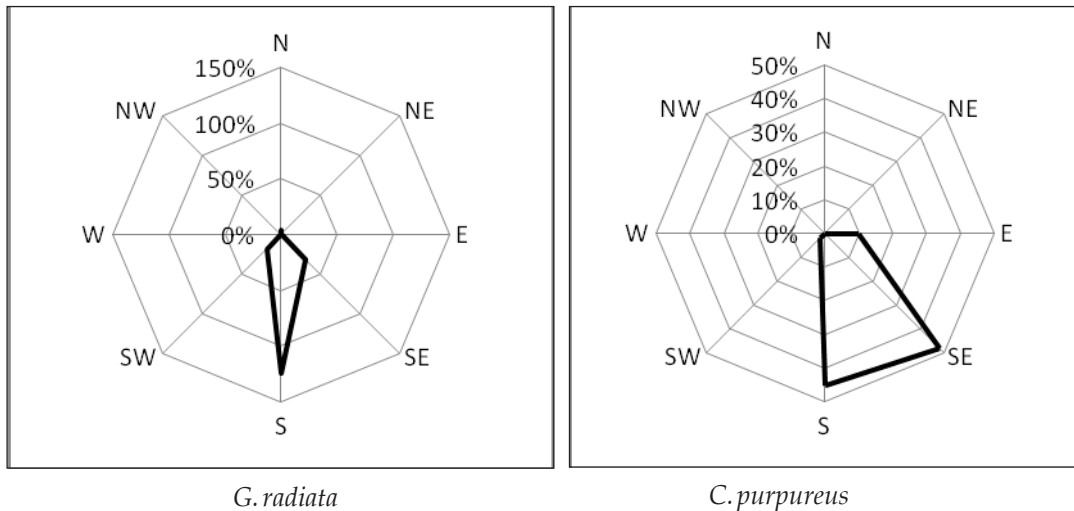


Abb. 8: Bevorzugte Exposition der *Genista radiata*- und *Cytisus purpureus*-Bestände.

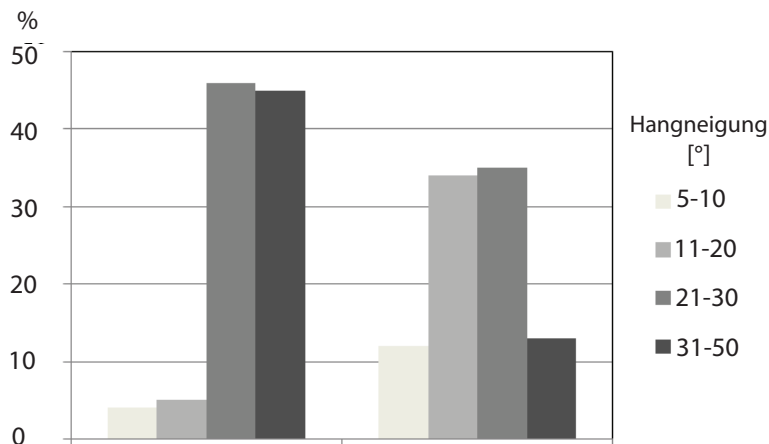


Abb. 9: Bevorzugte Hangneigung der *Genista radiata*- und *Cytisus purpureus*-Bestände.

Deutliche Unterschiede betreffen die Geologie und den Boden: Während *G. radiata* in Südtirol nur über Dolomituntergrund mit Braunlehmboden oder Tangel-Rendzina wächst (meistens handelt es sich um trockene Böden), kommt *C. purpureus* auch über silikatischen Gesteinen (Bozner Quarzporphyr, Grödner Sandstein, Werfener Schichten) vor. Die Böden entsprechen in der Regel skelettreichen Braunerden. Interessanterweise sind die Unterschiede in den pH-Werten gering und schwanken unabhängig vom Gestein und vom Vorkommen der einen oder anderen Pflanze zwischen 5,8 und 6,6.

Beide Pflanzen sind in den Südalpen typische Elemente der Erika-Kiefernwälder (Ord. Erico-Pinetalia Horvat 1959), wobei die Fülle der bisher beschriebenen Assoziationen, in denen *G. radiata* bzw. *C. purpureus* aufscheinen, bemerkenswert ist: *Ericetum carneae* Rübel 1911, *Ostryo carpinifoliae-Fraxinetum orni* Aichinger 33, *Pinetum sylvestris ericetosum* Aichinger 33, *Erico carneae-Pinetum prostratae* Zöttl 51, *Erico-Ostryetum* Horvat 59, *Orno-Pinetum nigrae* Martin-Bosse 67 *ostrietosum* Poldini 82 subass. nova

(Syn.: Fraxino orni-Pinetum nigrae Martin-Bosse 67 ostryetosum subass. nova Poldini 82), Cytisantho-Ostryetum Franz 70 non Wraber 61 nomen ambig., Amelanchiero-Pinetum mugo Minghetti in PEDROTTI (1994), Festuco alpestris-Genistetum radiatae Peer 83 ex POLDINI, ORIOLO & FRANCESCATO 2004 nom. inv. prop. hoc loco, Syn.: Genisto-Festucetum alpestris pinetosum Peer 83, Chamaecytiso purpurei-Pinetum sylvestris Minghetti, Pedrotti et Poldini 2003). Häufige Begleiter in den *Genista radiata*-reichen Kiefernwäldern sind *Erica carnea*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Teucrium chamaedrys*, *T. montanum*, *Thymus praecox* agg., *Buphthalmum salicifolium*, *Laserpitium siler*, *Anthericum liliago*, *Carex humilis* und *Sesleria albicans* (zusammenfassende Übersichten bei POLDINI 1982, LASSEN 1995, POLDINI & VIDALI 1999, MINGHETTI 2003 und POLDINI et al. 2004). Entsprechend der unterschiedlichen Höhenpräferenz kommt *C. purpureus* auch in submontanen Flaumeichen- und Hopfenbuchen-Mannaeschenwäldern (Ord. Quercetalia pubescentis Klika 1933, Ges. Ostryo carpinifoliae-Fraxinetum orni Aichinger 33, Cytisantho-Ostryetum Wraber 61, Orneto-Ostryetum quercetosum Peer 82, Orneto-Ostryetum seslerietosum Peer 82) bzw. auf Flussschotterbänken von Piave, Tagliamento und Save (Alno incanae-Pinetum sylvestris ass. nova, POLDINI 1984) vor. *G. radiata* dringt hingegen sowohl in hochmontane/subalpine Kalkrasengesellschaften (Ord. Seslerietalia coeruleae Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26, Verb. Seslerion coeruleae Br.-Bl. 26, Ges. Seslerio-Semperviretum Br.-Bl. 26 s. lat., Festucetum calvae ass. prov. Wraber 78, Genisto-Festucetum alpestris typicum Peer 83, Seslerio-Caricetosum sempervirentis genistetosum radiatae Feoli-Chiapella & Rizzi-Longo 87, Ranunculo hybridi-Caricetum sempervirentis Feoli-Chiapella & Poldini 93; Verb. Caricion austroalpinae Sutter 1962, Ges. Laserpitio-Festucetum alpestris ass. nova Pedrotti 70) als auch in Schuttgesellschaften (Ord. Thlaspeetalia rotundifolii Br.-Bl. 26, Verb. Stipion calamagrostidis Jenny-Lips 30, Ges. Festucetum spectabilis ass. nova Pedrotti 70) ein (Abb. 10-13).



Abb. 10: Erico-Pinetum mit *Genista radiata* am Schönleitensteig (1400 m)
© Thomas Peer 2010



Abb. 11:
Festuca alpestris-Bestand mit
Pinus mugo und *Genista radiata*
am Sattelsteig (1600 m)
© Thomas Peer 2010



Abb. 12:
Cytisus purpureus-Bestand im
Hopfenbuchen-Mannaeschen-
wald am Traminer
Höhenweg (850 m)
© Thomas Peer 2010



Abb. 13:
Cytisus purpureus am
Treser Horn (1786 m)
© Thomas Peer 2010

4.3 Zusammenhang zwischen Standort, morphologischen Merkmalen, Populationsgröße und Populationsdichte

Aus der kanonischen Korrespondenzanalyse (CCA-Biplot) wird deutlich, dass Meereshöhe und Beschattung das höchste Erklärungspotential für die Morphologie, Populationsgröße und Populationsdichte der beiden Pflanzen besitzen (Abb. 14 und 15).

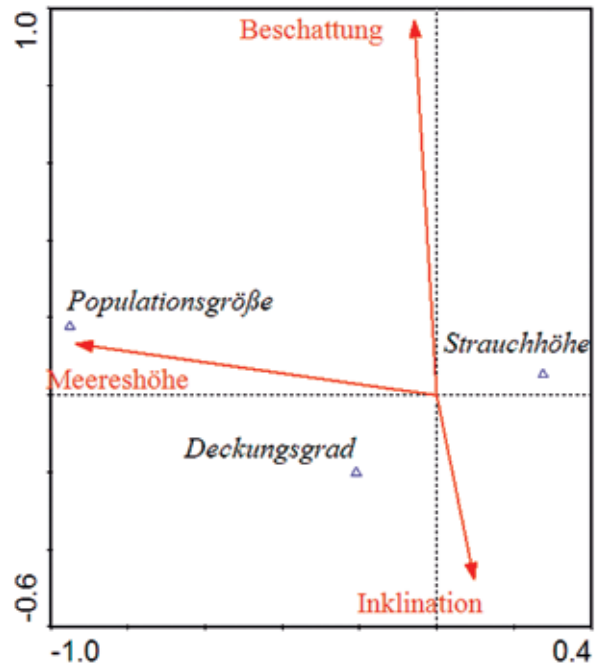


Abb. 14:
CCA-Biplot: Zusammenhang zwischen Pflanzenparametern (*Genista radiata*) und ausgewählten Umweltvariablen. (Erläuterungen im Text).

GENISTA RADIATA

| | Achse 1 | Achse 2 | Achse 3 | Achse 4 |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Eigenwerte | 0,041 | 0,004 | 0,099 | 0,040 |
| Kumulative Varianz (%) | 22,400 | 24,600 | 78,300 | 100,000 |
| Merkmal-Umwelt-Korrelation | 0,563 | 0,274 | 0,000 | 0,000 |

Beziehung zwischen Achsen und Umweltparametern

| | Achse 1 | Achse 2 |
|-------------|---------------|---------------|
| Meereshöhe | -,5255 | ,0365 |
| Inklination | ,0543 | -,1307 |
| Beschattung | -,0324 | ,2654 |

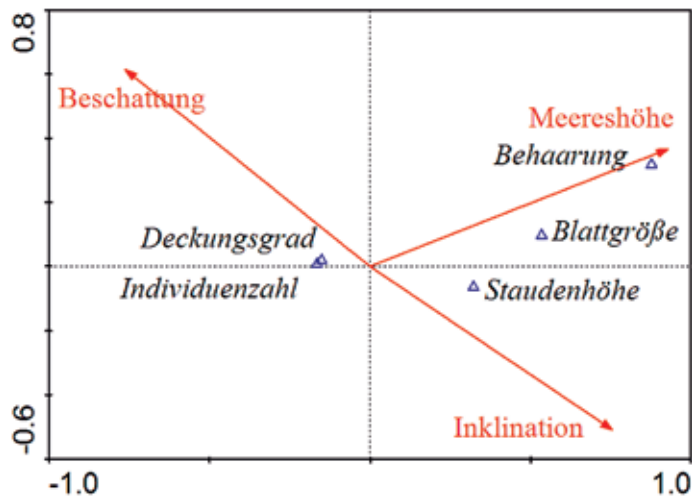


Abb. 15: CCA-Biplot: Zusammenhang zwischen Pflanzenparametern (*Cytisus purpureus*) und ausgewählten Umweltvariablen. (Erläuterungen im Text).

| <i>CYTISUS PURPUREUS</i> | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|
| | Achse 1 | Achse 2 | Achse 3 | Achse 4 |
| Eigenwerte | 0,066 | 0,004 | 0,001 | 0,168 |
| Kumulative Varianz (%) | 22,700 | 23,900 | 24,100 | 82,100 |
| Merkmal-Umwelt-Korrelation | 0,601 | 0,213 | 0,167 | 0,000 |
| Beziehung zwische Achsen und Umweltparametern | | | | |
| | Achse 1 | Achse 2 | | |
| Meereshöhe | ,5575 | ,0780 | | |
| Inklination | ,4531 | -,1084 | | |
| Beschattung | -,4579 | ,1308 | | |

Auffällig sind die sehr niedrigen Eigenwerte, die auf die geringe Variationsbreite der Pflanzenvariablen zurückzuführen sind. Bei einem Eigenwert von 0,041 werden bei *G. radiata* durch die erste Achse 22,4 Prozent der Varianz des Datensatzes erklärt, unter Hinzunahme der zweiten Achse 24,6 Prozent (Eigenwert 0,004). Die ersten beiden kanonischen Achsen zeigen eine Pflanze-Umweltkorrelation von 0,563 bzw. 0,274. Die erklärende Varianz des biotischen Datensatzes fällt somit halbwegs befriedigend aus. Für die erste Hauptachse der Pflanze-Umweltbeziehung liegt der Anteil bei 91,1 Prozent, zusammen mit der zweiten Hauptachse sind es 100 Prozent. Bei *C. purpureus* werden durch die erste Achse 23,7 Prozent (Eigenwert 0,066), unter Hinzunahme der zweiten Achse (Eigenwert 0,004) 23,9 Prozent erklärt. Die ersten beiden kanonischen Achsen zeigen eine Pflanze-Umweltkorrelation von 0,601 bzw. 0,213. Für die erste Hauptachse der Pflanze-Umweltbeziehung liegt der Anteil bei 92,6 Prozent, zusammen mit der zweiten Hauptachse sind es 98,1 Prozent.

Die Populationsgrößen von *G. radiata* betragen im offenen Gelände oberhalb der Kiefernwälder 80 bis 400 m², in den Kiefernwäldern 25 bis 200 m². Die Dichte ist in den Kiefernwäldern meist etwas höher als außerhalb. Die größte Strauchhöhe besitzt

G. radiata in den stärker beschattenden Kiefernwäldern zwischen 1200 und 1500 m. In der Rasenstufe ist der Habitus fast polsterförmig und die Sprosse sind etwas stärker behaart. Die Steilheit hat wenig Aussagekraft, da über 90% der Bestände steile bis sehr steile Hänge besiedeln. Dies gilt auch für die Exposition, die nur wenig variiert (Tab. 2). Populationen von *C. purpureus* kommen in den submontanen Lagen zwischen 800 und 1200 m regelmäßig vor und sind mit 30 bis über 100 Triebe pro 25 m² am dichtesten. Sie werden mit zunehmender Meereshöhe deutlich seltener und lockerer (2-3 Einzelindividuen bzw. 5 bis 15 Triebe pro 25 m²). Auch die Staudenhöhe nimmt signifikant ab. Dafür nimmt die Dichte der Behaarung zu (Tab. 2). Klimastress mit Frost, Schnee und Wind dürften zusätzlich zu einer Individuenverarmung (Vereinzelnung) beigetragen haben. Mit zunehmender Beschattung nehmen die Zahl der Individuen bzw. die Zahl der Triebe und Deckungsgrad signifikant zu, auf die Staudenhöhe hat die Beschattung keinen Einfluss. *C. purpureus* ist an flacheren Hängen besser entwickelt (mehr Individuen und dichter) als an steilen Hängen.

Tab. 2: Korrelationen (Spearman-Rangkorrelation) zwischen Pflanzenparametern (*Genista radiata* und *Cytisus purpureus*) und ausgewählten Umweltvariablen.

**Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant.

*Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant.

| <i>Genista radiata</i> (n=173) | | | |
|--------------------------------|-------------|------------------|--------------|
| | Strauchhöhe | Populationsgröße | Deckungsgrad |
| Seehöhe | -,534** | ,240** | -,051 |
| Inklination | ,196* | ,001 | ,196* |
| Beschattung | ,226** | ,151* | -,088 |

| <i>Cytisus purpureus</i> (n=105) | | | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------------------|--------------|----------------------|------------|
| | Staudenhöhe | Individuen-/Triebanzahl | Deckungsgrad | Dichte der Behaarung | Blattgröße |
| Seehöhe | -,392** | -,866** | -,917** | ,775** | ,128 |
| Inklination | ,009 | -,575** | -,583** | ,373** | ,215 |
| Beschattung | ,002 | ,650** | ,682** | -,486** | ,003 |

Die Zeit der Blüten- und Fruchtbildung wird sehr wesentlich durch die Höhenlage und die dadurch bedingten Klimaunterschiede bestimmt. So war der Purpur-Zwergginster Anfang Juni (2010) in den tieferen Lagen bereits abgeblüht und fruchtend, in höheren Lagen blühte er noch. Der Strahlen-Ginster war zu dieser Zeit in den tieferen Lagen voll in Blüte, in höheren Lagen befand er sich noch im Knospenstadium. Erst Anfang Juli waren die meisten Sträucher auch in höheren Lagen voll aufgeblüht und auch der Purpur-Zwergginster war teilweise noch in Blüte. 2011 waren zur selben Zeit, bis auf wenige Ausnahmen, beide Ginsterarten auch in höheren Lagen verblüht.

4.4 Die *G. radiata*-Bestände am Monte Baldo und in der Schweiz

Der ca. 37 km lange und über 2000 m hohe Gebirgszug des Monte Baldo erstreckt sich östlich des Gardasees in nordsüdlicher Richtung und wird seit dem Mittelalter almwirtschaftlich genutzt. Auffällig ist, dass *G. radiata*-Sträucher nicht nur an steilen und felsigen Südhängen vorkommen (gemeinsam mit *Festuca alpestris*) sondern im Bereich der Corna Piana und des Altissimo di Nago auch in aufgelassenen Almen, hochstaudenreichen Bergwiesen und Waldlichtungen. Entsprechend vielfältig ist die Begleitvegetation, die generell durch zahlreiche südalpine Elemente wie z. B. *Gentiana lutea*, *Lilium bulbiferum*, *Paeonia officinalis*, *Centaurea triumfettii*, *Tephrosia tenuifolia*, *Tanacetum corymbosum*, *Bupleurum ranunculoides*, *Molopospermum peloponnesiacum* oder *Helictotrichon parlatoei* charakterisiert ist. Bei ca. 1950 m Seehöhe verliert sich der Strahlen-Ginster im Blaugras-Horstseggenrasen (*Seslerio-Semperviretum*) des Altissimo di Nago.

In der Schweiz konzentriert sich das *G. radiata*-Vorkommen auf das Zentralwallis und das Unterengadin. Um die Wintersportzentren von Arbaz, Anzère und Montana ist zwischen 1100 und 2100 m Seehöhe ein mehr oder weniger zusammenhängender *G. radiata*-Gürtel ausgebildet. Ginsterheiden besiedeln Waldlichtungen der (Tannen)-Fichten-Lärchenwälder, Bergwiesen (mit *Gentiana lutea* und *Paradisea liliastrum*), Feuchtstandorte (mit *Molinia caerulea* und *Carex davalliana*) und Zwergstrauchgesellschaften (mit *Juniperus communis* subsp. *alpina*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*). Die Boden pH-Werte schwanken zwischen 5,1 und 7,5. Auffällig sind weiterhin zahlreiche Böschungsbepflanzungen an Straßen und Häusern, die auf eine gute Ausbreitungs- und Anpassungsfähigkeit des Ginsters hinweisen. Nach einer schriftlichen Mitteilung von Charles Rey (Conthey) werden *Genista radiata* Sträucher mittlerweile in Schweizer Gartencentern angeboten. Im Unterengadin beschränkt sich das Vorkommen auf mehrere, ca. ½ ha große Bestände oberhalb der Ruine Tschanüff bei Ramosch (Seehöhe: 1235-1390 m, Boden-pH: 6,9-7,1). So weit bisher bekannt, sind es die geografisch nördlichsten Vorkommen (46°50'08"N, 10°22'15"O). Sie lassen sich dem Stipeto-Poion xerophilae Br. Bl. et Tx. 1943 bzw. dem Berberidion Br. Bl. 1950 zuordnen (vgl. BRAUN-BLANQUET 1961 – in den Aufnahmen von Braun-Blanquet kommt *G. radiata* oberhalb der Ruine Tschanüff nicht vor!). Ramosch-Vnà gehört zu den trockensten Orten der Schweiz und gilt im Sommer als wärmstes Dorf im Engadin. LANDOLT (1977) klassifiziert dementsprechend den Strahlen-Ginster als ausgesprochen kontinental (K = 4).

5. Diskussion

Bei der Betrachtung der verschiedenen südalpinen Wuchsgebiete fällt auf, dass *G. radiata*-Populationen bevorzugt in sommerwarmen aber relativ luftfeuchten Wald- und Wiesenhabitaten vorkommen. Am Mendelpass, in 1360 m Seehöhe, beträgt der mittlere Jahresniederschlag 1040 mm, davon fallen 60% im Frühling und Sommer. Im Winter kann bis zu 3 Monaten Schnee liegen und die mittlere Wintertemperatur (Nov.-März) auf -1,8°C absinken (FLIRI 1975). Zum Teil liegen *G. radiata*-Bestände im Einflussbereich von Seen (z.B. Weißensee, Wocheiner See, Lago di Predil) und sind somit zusätzlich einer höheren Luftfeuchtigkeit ausgesetzt. Diese Standortspräferenz steht im Gegensatz zum hohen Xeromorphiegrad des Strahlen-Ginsters, der möglicherweise ein ererbtes Merkmal

seiner anatolischen Heimat ist (P. SCHÖNSWETTER, mündl. Mitt.). Phylogenetisch gehört *G. radiata* der dornenlosen Sektion *Spartocarpus* Spach an, die nach GIBBS (1966) 11 Sippen umfasst. Sie verteilen sich auf mehrere monophyletische Verwandtschaftskreise (clades), die in einem großen Bogen von Zentralanatolien über Griechenland, Ex-Jugoslawien, Kärnten, Nord-Italien, den Thyrrenischen und Balearischen Inseln bis nach Süd-Spanien und Nord-Afrika reichen (vgl. MEUSEL et al. 1965). Die vikariierenden Sippen werden mit geographischer Isolation (Mittelmeerschwankungen im Miozän/Pliozän) und ökologischer Spezialisierung im Zusammenhang mit der alpidischen Orogenese erklärt (adaptive Radiation, RIZZI-LONGO & FEOLI-CHIAPELLA 1994, DE CASTRO et al. 2002). Die Gebirgssippe *G. radiata* mit den Varietäten *bosniaca*, *radiata* und *sericopetala* (vgl. BUCHEGGER 1912) vermittelt zwischen den ursprünglichen asiatischen Formen und den stärker abgeleiteten balearischen Formen (CUSMA-VELARI & FEOLI-CHIAPELLA 1987, DE CASTRO et al. 2002, PARDO et al. 2004). Als Ausgangsareal für die *G. radiata*-Sippe wird von BUCHEGGER (1912) der griechische Olymp angesehen. Der Ginster begleitet hier an steilen luftfeuchteren Ost- und Südost-Hängen lichte Panzerkiefern-Wälder (*Pinus heldreichii*-Gesellschaft) zwischen 1600 und 2000 m Seehöhe (HABECK & REIF 1994). Weitere Verbreitungszentren im Osten sind das Dinarische Gebirge, das als wichtigstes Reservoir montaner Kalkflora in Südeuropa gilt (vgl. RITTER-STUDNIČKA 1967, HORVAT et al. 1974, STEVANOVIC et al. 2009), die Julischen Alpen, die Karnischen Alpen, die Lessinischen Berge und die Dolomiten der Provinzen Friaul, Belluno und Trento, inkl. Monte Baldo (GEROLA & GEROLA 1955, REISIGL 1964, FESTI & PROSSER 1992, 1994). Im Westen beschränken sich die Vorkommen auf die Bergamasker Alpen, die Grajischen Alpen, die Berge um Valsesia und das Aosta-Tal (BERTOLANI-MARCHETTI 1960, BOVIO & ROSSET 1987, BOVIO & FENAROLI 1989, LONATI 2006). Dazu kommen noch die disjunkten Vorkommen im nördlichen und zentralen Apennin (MARIANGELA & MONTANARI 1983, FORTINI et al. 1999, CUTINI et al. 2002, BIONDI et al. 2004), in den französischen Alpen (MATHON 1948) und in der Schweiz (WERNER 1994, DELARZE et al. 2008).

An Hand von Pollenbefunden und der rekonstruierten Vegetation konnte nachgewiesen werden, dass im Miozän bzw. frühen Pliozän im Mittelmeerraum u. a. aride bzw. mediterranoide Klimabedingungen herrschten (Auftreten von *Olea*, *Phillyrea*, *Arbutus*, *Pistacia*), wobei sich der typische mediterrane Klimatyp mit Winterregen und Sommerdürre erst im späten Pliozän ausgebildet haben dürfte (PIGNATTI 1978, Suc 1984, BERTOLDI et al. 1989, THOMPSON 2005). Da zu dieser Zeit die Gebirge bereits weitgehend herausgehoben waren, konnten sich verschiedenen Gebirgssippen entwickeln, unter ihnen möglicherweise auch *G. radiata* (Fossilien konnten bisher nicht nachgewiesen werden). Die nachfolgenden, wechselhaften Umweltbedingungen (Glazial- und Interglazialstadien) haben den Evolutionszyklus mit Differenzierung und Hybridisierung angekurbelt und unterschiedliche Polyploidietypen ermöglicht. In diesem Zusammenhang ist interessant, dass die Varietät *G. radiata* var. *sericopetala* vor allem in den westlichen italienischen Alpen (Piemonteser Alpen, z. T. Apennin) und in den französischen Bergen (Montagne de Lure / Basses Alpes) verbreitet ist. Sie weist mit $2n = 96$ einen höheren Polyploidiegrad auf als die beiden übrigen, mehr östlich verbreiteten tetraploiden Varietäten und hat sich möglicherweise aus diesen differenziert (CUSMA-VELARI & FEOLI-CHIAPELLA 2009). Ein höherer Ploidiegrad wird vielfach mit einer besseren ökologischen Anpassung bzw. größeren ökologischen Amplitude in Verbindung gebracht (PIGNATTI 1961, PITSCHMANN & REISIGL 1965, HUSBAND 2004). Es wäre daher denkbar, dass die Vorkommen im Wallis bzw. am Monte Baldo einem anderen Karyotyp entsprechen als jene in Südtirol. Allerdings haben zytometrische Messungen ergeben, dass es sich bei den Exemplaren aus Südtirol, aus dem Wallis und vom Monte Baldo eindeutig um denselben Karyotyp handelt (J. SUDA, schriftliche

Mitteilung). Auch morphologisch konnten keine Unterschiede zwischen den Taxa dieser Gebiete festgestellt werden. Der Varietät *Genista radiata* var. *radiata* dürfte somit eine hohe ökologische Potenz eigen sein.

Während der Eiszeiten haben viele der mediterran-montanen Elemente in südlichen, unvergletscherten Refugialgebieten (z. B. Bergamasker Voralpen, Brescianer Voralpen, Veroneser Voralpen) überdauert und wahrscheinlich erfolgte die Rückwanderung ins Alpeninnere erst im Präboreal/Boreal (BEUG 1965, BERTOLDI 1968, LANG 1970). Für das Auftreten von *G. radiata* in den Basses Alpes (Fr) und im Wallis (Ch) könnten die großen Flusslandschaften von Rhone und Durance als Wanderwege gedient haben. Es ist aber auch nicht auszuschließen, dass die Walliser Alpen überschritten werden konnten bzw. dass es sich bei den Beständen in der Schweiz um alte Kulturrelikte, sog. Archäophyten, handelt (siehe Stellungnahme der Konferenz der Beauftragten für Natur- und Landschaftsschutz, www.kbnl.ch/site/d/lebensraeume/inhalt_02.htm#).

Es wird vielfach damit spekuliert, dass es sich beim Vorkommen des Strahlen-Ginsters an exponierten Felsstandorten um Primärstandorte handelt, von denen ausgehend durch die Schaffung freier Almflächen und deren nachfolgende Extensivierung, der Ginster diese Flächen für sich eroberte. Eine derartige Sukzession lässt sich am Monte Baldo, am Apennin und im Wallis (Ch. Rey, mündl. Mitt.) beobachten. Da am südlichen Mendelkamm geeignete Almflächen fehlen, blieben die Ginsterheiden auf die felsigen Südabhänge beschränkt. Lediglich nördlich des Treser Horns konnte in Ansätzen ein Eindringen des Ginsters in extensiv beweidete Waldstandorte festgestellt werden. Das heißt, auch hier ist die bemerkenswert hohe ökologische Toleranzbreite des Strahlen-Ginsters erkennbar. In Südtirol befinden sich die nördlichsten Vorposten am südlichen Mendelkamm unterhalb von Schönleiten (46°19'42"N, 11°11'56"O) in etwa 1600 m Seehöhe in einem offenen Fichten-Lärchen-Kiefernwald. In der Zusammensetzung und im Deckungsgrad der Begleitarten konnten keine Unterschiede zur anschließenden ginsterfreien Vegetation festgestellt werden, lediglich die Hangexposition änderte sich von S auf SE/E. Möglicherweise haben geringfügige klimatische Änderungen zu Wettbewerbsnachteilen der am Außenrand stark ausgedünnten Populationen gegenüber den robusteren nischenübergreifenden Arten wie z. B. *Erica carnea* oder *Arctostaphylos uva-ursi* eine Rolle gespielt (vgl. PILS 1988, 1995). Auch das tiefeingeschnittene Höllental könnte, so wie für einige andere submediterrane Arten (z. B. *Pedicularis gyroflexa*, *Scabiosa graminifolia*, *Anthyllis montana* subsp. *jacquinii*), eine morphologische Barriere dargestellt haben.

Der Purpur-Zwergginster scheint trotz seines im Vergleich zu *G. radiata* mesomorphen Aussehens bezüglich der Standortansprüche thermophiler zu sein, da die größten und dichtesten Bestände in Südtirol in den wärmeren submontanen Hopfenbuchen-Mannaeschenwäldern angesiedelt sind. Dies gilt auch für die Lombardischen Voralpen in denen *C. purpureus* im Kontakt mit *Ostrya carpinifolia* und *Fraxinus ornus* in einem Höhenbereich zwischen 500 und 1200 m auftritt (Armiraaglio 2006). In den Julisch-Karnischen Voralpen ist die Pflanze ein Element der submontanen hopfenbuchenreichen Schwarzföhrenwälder bzw. besiedelt Flussschotterbänke und jüngere Schuttkegel auf denen sie noch nicht durch *Erica carnea* verdrängt wurde (W. FRANZ, mündl. Mitt.). Bemerkenswert ist, dass in den Trentiner Bergen Exemplare von *C. purpureus* noch über 1700 m gefunden wurden, gemeinsam mit *Dryas octopetala* und *Pinus mugo*. Das primäre Entwicklungszentrum der Gattung *Cytisus/Chamaecytisus* liegt zweifelsfrei im Mediterrangebiet (CRISTOFOLINI & TROJA 2006), wobei sich *C. purpureus* im südalpin-illyrischen Raum, entsprechend den chorologischen Befunden von CRISTOFOLINI (1976) aus der ihr sehr nahe stehenden *C. hirsutus*-Sippe entwickelt hat, die ihrerseits aus der pontisch verbreiteten Basissippe *C. ratisbonensis* hervorgegangen ist. Der Purpur-Zwergginster kommt entlang des Alpen-

südrandes (Karawanken, Julische Alpen, Karnische Alpen, Venezianer Alpen, Monte Baldo, Bergamasker Alpen, Brescianer Voralpen, Judikarische Alpen) in kleinräumigen Arealen disjunkt vor. In der Schweiz bzw. in den Westalpen wurde er bisher nicht nachgewiesen, im Gegensatz zu *C. glabrescens* (Syn. *C. emeriflorus*, *Lembotropis emeriflorus*), einer bizen-trisch verbreiteten (Bergamasker und Karnische Alpen), endemischen, südalpin-illyrischen Art (MEUSEL et al. 1965, MAYER 1970, POLDINI 1977, CONTE & CRISTOFOLINI 2000, DELARZE et al. 2008). Möglicherweise handelt es sich bei *C. purpureus* um einen auf die Ostalpen beschränkten Neoendemiten, dessen Ausbreitung noch nicht abgeschlossen ist.

6. Schlussfolgerungen

Nach HEGI (1975, S. 1195) ist *G. radiata* „eine der morphologisch und ökologisch eigenartigsten Pflanzen des nordmediterranen Florenelementes“. Tatsächlich wirkt der extrem xeromorphe Rutenstrauch etwas fremdartig in der Südtiroler Gebirgsflora. Es befremdet auch, dass die Pflanze im niederschlagsreichen insubrischen bzw. submediterran-illyrischen Klima ihre größte Ausbreitung besitzt. Daher kommt *G. radiata* als aktueller Klimazeiger nicht in Frage, eher sind es historische Gründe wie die wechselvolle Klimageschichte einerseits und die ökologische Toleranz der Pflanze andererseits, die zum derzeitigen Verbreitungsmuster geführt haben. Für die aktuelle Nordgrenze des Strahlen-Ginsters an der Mendel müssen auf Grund der geschilderten Standortpräferenzen sowohl exogene Faktoren wie Wärme, Licht, Feuchtigkeit, Bodenreaktion (bzw. Gestein) und interspezifische Konkurrenz, als auch endogene Faktoren wie Helio- und Basophilie, u. U. geringe Samenproduktion und Frostempfindlichkeit berücksichtigt werden. Beide Faktorenkomplexe scheinen nach dem derzeitigen Kenntnisstand die Arealgrenze in Südtirol zu bestimmen. In weiterer Folge sind DNA-Analysen geplant, um die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den einzelnen Gebirgssippen von *G. radiata* aufzuklären. Im Gegensatz zu *G. radiata* ist das Areal von *C. purpureus* in Südtirol deutlich größer, obwohl das Gesamtverbreitungsgebiet sehr klein ist (MEUSEL et al. 1965). Die Pflanze weist sowohl eine höhere Standortvarianz (Kalk, Silikat) als auch eine größere Höhenamplitude auf und ihre morphologische Ausstattung entspricht den aktuellen insubrisch/illyrischen Klimabedingungen besser als jene von *G. radiata*. Zudem besitzt *C. purpureus* eine sehr gute generative wie vegetative Ausbreitungsfähigkeit. Aus diesen Gründen kann davon ausgegangen werden, dass sich *C. purpureus*, entsprechend dem derzeitigen Verbreitungsgebiet des Hopfenbuchen-Mannaeschenwaldes (vgl. PEER 1995), noch weiter ausbreiten wird. Die Erfahrungen der vorliegenden Studie haben deutlich gemacht, dass für die Einschätzung einer Pflanze nicht nur mehrere Generationen, sondern auch verschiedene Verbreitungsgebiete, auch außerhalb von Südtirol, mit einbezogen werden müssen.

Zusammenfassung

Der Kugel- oder Strahlen-Ginster (*Genista radiata*) und der Purpur-Zwergginster (*Cytisus purpureus*) zählen zu den seltenen südalpinen Elementen innerhalb der Südtiroler Flora. Sie beschränken sich auf ein Gebiet südlich von Bozen und begleiten Hopfenbuchen-Mannaeschenwäldern, Erika-Kiefernwäldern und subalpine Kalkrasen. An Hand von Geländebeobachtungen und Herbarmaterial wurden detaillierte Zeichnungen zum Verzweigungsmuster der beiden Pflanzen angefertigt. *G. radiata* ist ein extrem xeromorpher Rutenstrauch mit assimilierenden Sprossen und kollateralen Beiknospen aus denen sich Seitensprosse mit teilweise verkorkenden Triebenden entwickeln. Sie ersetzen die früh abfallenden Laubblätter. *C. purpureus* ist eine mesomorphe Ausläufer-/Pleiokormstaude. Die Teilblütenstände sind als armlütige Trauben ausgebildet. Im unteren Abschnitt der aufrechten Achse kommt es teilweise zu einer Verlängerung (Proliferierung) einzelner Kurztriebe, an deren Achsen lang gestielte, dekussiert angeordnete, dreifach gefingerte Laubblättern entwickelt sind. Mittels kanonischer Korrespondenzanalyse (CCA) konnte gezeigt werden, dass Meereshöhe und Beschattungsgrad die regulierenden Faktoren für Populationsgröße, Bestandesdichte und Wuchsform sind. Zusätzlich zu den *G. radiata*-Vorkommen in Südtirol wurden Bestände am Monte Baldo und in der Schweiz untersucht, um die ökologische Toleranzbreite von *G. radiata* zu erfassen. Es werden Überlegungen zu den Arealgrenzen der beiden Ginsterarten angestellt und die Phylogenie wird an Hand einschlägiger Literatur diskutiert.

Dank

Für die Reinzeichnungen danken wir Herrn Oskar Aitenbichler (Salzburg) herzlich. Weiteres danken möchte ich Herrn Dr. Thomas Wilhalm (Naturmuseum Südtirol) für die Bereitstellung der Verbreitungskarten sowie Herrn Dr. Jan Suda (Laboratory of Flow Cytometry, Průhonice, CZ) für die zytometrischen Analysen. Eine große Hilfe beim Auffinden der *Genista radiata*-Bestände im Unterengadin und Zentralwallis waren die Herren Joe N. Meier (Attelwil, CH) und Christian Werlen (Sion, CH).

LITERATUR

- AICHINGER E., 1933: Vegetationskunde der Karawanken. Pflanzensoziologie 2, G. Fischer, Jena, 329 pp.
- ARMIRAGLIO S., VERDE S., GHIDOTTI B., ANDREIS C., 2006: Le pinete a *Pinus sylvestris* L. delle Prealpi Lombarde orientali (Italia settentrionale): sintassonomia e significato fitogeografico. *Fitosociologia* 43: 41-57.
- BERTOLANI-MARCHETTI D., 1960: Ricerche sulla vegetazione della Valsesia IV: *Genista radiata* (L.) Scop. var. *sericopetala* Buch. in Valsesia e sua distribuzione geografica. *Webbia* 15 (2): 425-432.
- BERTOLDI R., 1968: Ricerche pollinologiche sullo sviluppo della vegetazione tardi glaciale e post-glaciale nella regione del lago di Garda. *Studi Trent. Sci. Nat.* 45: 87-162.
- BERTOLDI R., RIO D. & THUNELL R., 1989: Pliocene-pleistocene vegetational and climatic evolution of the south-central Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 72: 263-275.
- BEUG H. J., 1965: Pollenanalytische Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Geschichte der mediterranen Arten im Gardaseegebiet. *Ber. Deut. Bot. Ges.* 78: 28-30.
- BIONDI E., PINZI M. & GUBELLINI L., 2004: Vegetazione e paesaggio vegetale del Massiccio del Monte Cucco (Appennino centrale – Dorsale Umbro-Marchigiana). *Fitosociologia* 41 (2) suppl. 1: 3-81.
- BOVIO M. & FENAROLI F., 1989: Ricerche botaniche in Valchiusella (Alpi Graie orientali). *Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino*, 7: 191-214.
- BOVIO M. & ROSSET P., 1987: Segnalazioni floristiche valdostane. 34. *Genista radiata* (L.) Scop. (Leguminosae) – Nuova specie per la Valle d’Aosta e nuova stazione per le Alpi canavesane. *Rev. Valdostane Hist. Nat.* 41: 140-141.
- BRAUN-BLANQUET J., 1961: Die inneralpine Trockenvegetation. G. Fischer, Stuttgart, 273 pp.
- BUCHEGGER J., 1912: Beitrag zur Systematik von *Genista hassertinana*, *G. holopetala* und *G. radiata*. *Österr. bot. Z.* 12: 303-312; 368-376; 416-423; 458-465.
- CONTE E. & CRISTOFOLINI G., 2000: Intraspecific diversity of *Cytisus emeriflorus* Reichenb. (Leguminosae), an endemic plant with disjunct distribution: Evidence from isozyme data. *Plant Biosyst.* 134: 373-384.
- CRISTOFOLINI G., 1976: I Citisi italiani della sezione “*Tubocytisus*” DC. *Webbia* 30 (2): 257-283.
- CRISTOFOLINI G. & TROJA A., 2006: A reassessment of the sections of the genus *Cytisus* Desf. (Cytiseae, Leguminosae). *Taxon* 55: 733-746.
- CUBAS P., PARDO C. & TAHIRI H., 2002: Molecular approach to the phylogeny and systematics of *Cytisus* (Leguminosae) and related genera based on nucleotide sequences of nrDNA (ITS region) and cpDNA (trnL-trnF intergenic spacer). *Plant Syst. Evol.* 233: 223-242.
- CUSMA-VELARI T. & FEOLI-CHIAPELLA L., 1987: Analisi cariologica e citogeografica di *Genista radiata*. *Biogeographia* 13: 421-427.
- Cusma-Velari T. & FEOLI-CHIAPELLA L., 2009: The so-called primitive genera of Genisteae (Fabaceae): systematic and phyletic considerations based on karyological data. *Bot. J. Linn. Soc.* 160: 232-248.
- CUTINI M., STAISCI A., PIRONE G., 2002: L’alleanza *Berberidion vulgaris* in Appennino centrale (Italia centrale). *Fitosociologia* 39: 31-50.
- DALLA Torre K. W. & SARNTHEIN L. G., 1906-1913: Die Farn- und Blütenpflanzen von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein. Wagner’sche Universitäts-Buchhandlung Innsbruck.
- De CASTRO O., COZZOLINO S., JURY S. L. & CAPUTO P., 2002: Molecular relationships in *Genista* L. Sect. *Spartocarpus* Spach (Fabaceae). *Plant Syst. Evol.* 231: 91-108.
- DELARZE R., GONSETH Y. & GALLAND P., 2008: Lebensräume der Schweiz. Ökologie-Gefährdungskennarten. Otto-Verlag, Olten, 424 pp.
- FALCINELLI F. & MORALDI M.: Un arbusto per l’ingegneria naturalistica. *Genista radiata* (L.) Scopoli – *Ginestra stellata*. www.proverde.it/publicazioni/genista%20radiata.pdf.
- FEOLI-CHIAPELLA L. & RIZZI-LONGO L., 1987: Distribuzione ed ecologia del genere *Genista* L. nel Friuli-Venezia Giulia. *Biogeographia* 13: 119-154.
- FEOLI-CHIAPELLA L. & POLDINI L., 1993: Prati e pascoli del Friuli (NE Italia) su substrati basici. *Stud. Geobot.* 13: 3-140.

- FESTI F. & PROSSER F., 1992: Guida botanica della riserva „Bes-Corna Piana“, Monte Baldo settentrionale. SAT-Trentino, Calliano, 158 pp.
- FESTI F. & PROSSER F., 1994: Flora del Monte Altissimo di Nago con particolare riguardo agli aspetti corologici ed ecologici. Atti Acc. Rov. Agiati 7/3 B: 63-294.
- FLIRI F., 1975: Das Klima der Alpen im Raume von Tirol. Monographien zur Landeskunde Tirols I. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck-München, 454 pp.
- FORTINI P., BLASI C. & DI PIETRO R., 1999: On the presence of communities with *Genista radiata* (L.) Scop. in the Simbruini-Ernici Mountains (Central Apennine). Fitosociologia 36: 61-66.
- FRANZ W. R., 1980: Das Vorkommen des Kugelginsters *Genista radiata* (L.) Scop. in Pflanzengesellschaften unterschiedlicher Höhenstufen am Weißensee (Kärnten) und in den Julischen Alpen. Carinthia II 170: 451-494.
- FRANZ W. R. & LEUTE G. H., 2010: Ein neues Vorkommen des Kugel-Ginsters (*Genista radiata*) im Gitschtal (Gailtaler Alpen) mit Hinweisen auf dessen Gesellschaftsanschluss in Kärnten und in den Julischen Alpen. Carinthia II 200: 383-392.
- GALLONI M. & CRISTOFOLINI G., 2003: Floral rewards and pollination in Cytiseae (Fabaceae). Plant Syst. Evol. 238: 127-137.
- GEROLA F. M. & GEROLA D. U., 1955: Ricerche sui pascoli delle Alpi Centro-Orientali. I. Flora e vegetazione. Mem. Mus. St. Nat. Ven. Trid. 10 (1), Trento: 1-237.
- GIBBS P. E., 1966: A revision of the genus *Genista* L. Notes Roy. Bot. Garden Edinburgh 27: 11-99.
- HABECK F. & REIF A., 1994: Die Waldgesellschaften der montanen und subalpinen Stufe des Ostabfalls des Olymp, Griechenland. Phytocoenologia 22: 501-536.
- HEGI G., 1975: Flora von Mitteleuropa. IV/3. P. Parey, Berlin.
- HOLUBOVÁ-KLASKOVÁ A., 1964: Bemerkungen zur Gliederung der Gattung *Cytisus* L. s. l. Acta Universitatis Carolinae Biologica (suppl. 2), Praha: 1-24.
- HORVAT I., GLAVAC V. & ELLENBERG H., 1974: Vegetation Südosteuropas. G. Fischer, Stuttgart, 768 pp.
- HUSBAND B. C., 2004: Polyploidy and plant adaptation: a framework for future research. In: CRONK Q. C. B., WHITTON J., REE R. H., TAYLOR I. E. P. (eds.): Plant adaptation. Molecular genetics and ecology. National Research Council of Canada: 119-169.
- LANDOLT E., 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel, 64: 1-208.
- LANG G., 1970: Florengeschichte und mediterran-mitteleuropäische Florenbeziehungen. Feddes Repert. 81: 315-335.
- LASEN C., 1995: Note sintassonomiche e corologiche sui prati aridi del massiccio del Grappa. Fitosociologia 30: 181-199.
- LONATI M., 2006: Le comunità a *Genista radiata* (L.) Scop. var. *sericopetala* Buchegger delle Alpi occidentali italiane. Fitosociologia 43 (2): 97-110.
- MARIANGELA G. & MONTANARI C., 1983: A study and vegetation mapping on the top of Mount Aiona (Ligurian Apennines). Arch. Bot. Biogeogr. Ital. 59: 105-131.
- MATHON C. C., 1948: *Genista radiata* Scop. dans la Montagne de Lure (Basses-Alpes). Bull. Soc. Bot. France 95: 254-256.
- MAYER E., 1970: Zur Kenntnis der südosteuropäischen Cytisanthus Sippen. Glas. republ. zavoda za zastitu periode, Prirodnjackog 3: 37-47.
- MEUSEL H., 1968: Über Wuchsform und Verbreitung von *Atractylis humilis* L. und verwandten Arten. Coll. Bot. 7 (2): 799-816.
- MEUSEL H., JÄGER E. & WEINERT E., 1965: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Text und Karten, G. Fischer, Jena.
- MINGHETTI P., 2003: Le pinete a *Pinus sylvestris* del Trentino-Alto Adige (Alpi italiane): tipologia, ecologia e corologia. Braun-Blanquetia 33: 1-95.
- PARDO C., CUBAS P. & TAHIRI H., 2004: Molecular phylogeny and systematic of *Genista* (Leguminosae) and related genera based on nucleotide sequences of nrDNA (ITS region) and cpDNA (trnL-trnF intergenic spacer). Plant Syst. Evol. 244: 93-119.
- PEDROTTI F., 1970: Tre nuove associazioni erbacee di substrati calcarei in Trentino. Studi Trent. Sci. Nat. 47: 252-263.

- PEDROTTI F., 1994: Guida all'escursione della Società Italiana di Fitosociologia in Trentino (1.-5. luglio 1994). Dip. Botanica ed Ecologia, Camerino, 151 pp.
- PEDROTTI F. & MINGHETTI P., 1994: Le Marocche di Dro. In: Pedrotti F. (Hsg.): Guida all'escursione della Società Italiana di Fitosociologia in Trentino (1.-5. luglio 1994). Dip. Botanica ed Ecologia, Camerino: 29-65.
- PEER T., 1982: *Ostrya carpinifolia*-Gesellschaften in Südtirol. Stud. Geobot. 2: 59-68.
- PEER T., 1983: Zum Vorkommen von *Genista radiata* (L.) Scop. in Südtirol. Ber. Bayr. Bot. Ges. 54: 127-134.
- PEER T., 1984: Verbreitung und Gesellschaftsanschluss von *Genista radiata* (L.) Scop. in Südtirol (Italien). Acta Bot. Croat. 43: 301-306.
- PEER T., 1993: Die Föhrenwälder in Südtirol in ihren räumlichen und ökologischen Beziehungen. Diss. Bot. 196: 191-208.
- PEER T., 1995: Die natürliche Pflanzendecke Südtirols. Begleittext zur Karte der natürlichen Vegetation 1:200 000. Autonome Provinz Bozen/Südtirol, Amt für Landschaftsplanung, Abt. Landschafts- und Naturschutz, Bozen, 32 pp.
- PIGNATTI S., 1961: Die Bedeutung der Polyploidie in den Pflanzengesellschaften. Mitt. ostalp.-dinar. pflanzensoz. Arbeitsgem. 1: 57-62.
- PIGNATTI S., 1978: Evolutionary trends in Mediterranean flora and vegetation. Vegetatio 37:175-185.
- PILS G., 1988: Gegenwart und Vergangenheit in den Arealgrenzen Österreichischer Gefäßpflanzen. Linzer biol. Beitr. 20:283-311.
- PILS G., 1995: Die Bedeutung des Konkurrenzfaktors bei der Stabilisierung historischer Arealgrenzen. Linzer biol. Beitr. 27: 119-149.
- PITSCHMANN H. & REISIGL H., 1965: Flora der Südalpen. Vom Gardasee zum Comersee. G. Fischer, Stuttgart, 299 pp.
- POLDINI L., 1977: *Lembotropis emeriflorus* (Rchb.) Skalicka anche nelle Alpi Carniche. Plant Biosyst. 11: 63-70.
- POLDINI L., 1982: *Ostrya carpinifolia* -reiche Wälder und Gebüsche von Julisch-Venezien (NO-Italien) und Nachbargebieten. Stud. Geobot. 2: 69-122.
- POLDINI L., 1984: Eine neue Waldkiefernengesellschaft auf Flussgeschiebe der Südostalpen. Acta Bot. Croat. 43: 235-242.
- POLDINI L., ORIOLO G. & FRANCESCATO C., 2004: Mountain pine scrubs and heaths with Ericaceae in the south-eastern Alps. Plant Biosyst. 138: 53-85.
- POLDINI L. & VIDALI M., 1999: Kombinationsspiele unter Schwarzföhre, Weißkiefer, Hopfenbuche und Mannaesche in den Südalpen. Wiss. Mitt. Niederösterreich. Landesmuseum 12: 105-136.
- REISIGL H., 1964: Von der Pflanzenwelt des Monte Baldo. Jb. Ver. Schutz Alpenpfl. und -tiere 29: 133-145.
- REISIGL H., 1996: Insubrien und das Gardaseegebiet. Vegetation, Florengeschichte, Endemismus. Annali dei Musei Civici di Rovereto 11, suppl. 2: 9-25.
- RITTER-STUDNIČKA H., 1967: Reliktgesellschaften auf Dolomitböden in Bosnien und Hercegovina. Vegetatio 15: 190-212.
- RIZZI-LONGO L. & FEOLI-CHIAPELLA L., 1994: Contribution to the systematics of *Genista* L. Sect. *Spartocarpus* Spach (Genistaceae, Fabaceae) with emphasis on palynological data. Stud. Geobot. 14: 41-62.
- ROTHMALER W., 1944: Die Gliederung der Gattung *Cytisus* L. Feddes Repert. 53: 137-150.
- STEVANOVIĆ V., VUKOJIČIĆ S., ŠINŽAR-SEKULIĆ J., LAZAREVIĆ M., TOMOVIĆ G. & TAN K., 2009. Distribution and diversity of arctic-alpine species in the Balkans. Plant Syst. Evol. 283: 219-235.
- SUC J. P., 1984: Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. Nature 307: 429-432.
- TER BRAAK C. J. F. & ŠMILAUER P., 2002: CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca, New York, USA (www.canoco.com).
- THOMPSON J. D., 2005: Plant evolution in the Mediterranean. Oxford University Press, 293 pp.

- WEBERLING F., 1998: Die Infloreszenzen. Typologie und Stellung im Aufbau des Vegetationskörpers. Bd. II/2. G. Fischer, Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm: 295-298.
- WERNER P., 1994: Die Flora. Erkenne die Natur im Wallis. Pillet, Marigny, 259 pp.
- WRABER T., 1961a: Termofilna združba gabrovca in omelike v Bohinju (Cytisantho-Ostryetum Wraber ass. nova). Razprave Diss. 6: 7-50.
- WRABER T., 1961b: Das Cytisantho-Ostryetum, eine neue thermophile Gebüschgesellschaft aus Bohinj in den Ostjulischen Alpen. Mitt. ostalp.-dinar. pflanzensoz. Arbeitsgem. 1: 45-50.
- WRABER T., 1979: Die Schwarzföhrenvegetation des Koritnica-Tales (Julische Alpen). Biol. Vestn. 27 (2): 199-204.
- WYDLER H., 1857: Morphologische Mitteilungen. Flora 40: 147-149.
- WYDLER H., 1860: Kleinere Beiträge zur Kenntnis einheimischer Gewächse. Flora 43: 29-30.

Adresse der Autoren:

Ao. Univ. Prof. Dr. Thomas Peer
Universität Salzburg
FB Organismische Biologie
Hellbrunnerstraße 34
A-5020 Salzburg, Österreich
thomas.peer@sbg.ac.at

Univ. Doz. Dr. Isolde Hagemann
Katteweg 15A
D-14129 Berlin, Deutschland
hagemann-frankfurt@t-online.de

eingereicht: 24.08.2011

angenommen: 12.10.2011