© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at
Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich **142** (2005): 17–25

# Positive Wechselwirkungen zwischen Polsterpflanzen und *Persicaria vivipara* (Polygonaceae) in den österreichischen Alpen

Martin Burger, Herbert Fojtlin, Eva Maria Mayr, Peter Pany, Eva Maria Sehr & Gerald M. Schneeweiss

Positive Interaktionen zwischen Pflanzen (Facilitation) spielen unter extremen Standortbedingungen (z. B. alpine Ökosysteme) eine wichtige Rolle bei der Erklärung von Vegetationsmustern. In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, am Beispiel von *Persicaria vivipara* (Polygonaceae) Belege für eine solche positive Beeinflussung durch verschiedene Wuchsformen zu finden. Dazu wurden in zwei Höhenstufen (oberalpin, unteralpin) die Arten im Umkreis von 0,5 Metern rund um ein *Persicaria*-Individuum erhoben und die Abstände zu verschiedenen Wuchsformentypen (Dichtpolster, Lockerpolster, Horstgras, Nicht-Horstgras, Rosettenstaude, Nicht-Rosettenstaude, Teppichstrauch) gemessen und anschließend statistisch ausgewertet. Dabei war zu beobachten, dass alle erhobenen Kennwerte darauf hindeuten, dass in der oberalpinen Höhenstufe *P. vivipara* von Facilitation durch Dichtpölster bildende Arten, vor allem *Silene exscapa* und *Saponaria pumila* (Caryophyllaceae), profitiert. Die Wuchsform des Dichtpolsters dürfte für das Wachstum von Pflanzen gegenüber der Umgebung verbesserte Bedingungen bieten. Bezüglich anderer Wuchsformen, die potentiell ebenfalls eine günstigere Wachstumssituation schaffen könnten (Teppichsträucher, Lockerpolster), waren die Ergebnisse nicht eindeutig.

**Burger M., Fojtlin H., Mayr E. M., Pany P., Sehr E. M. & Schneeweiss G. M., 2005: Positive interactions (facilitation) between cushion-plants and *Persicaria vivipara* (Polygonaceae) in the Austrian Alps.**
Positive interdependency among plants (facilitation) is an important factor under harsh environmental conditions, co-determining vegetation patterns. This study investigates the importance of facilitation for an alpine plant, *Persicaria vivipara* (Polygonaceae), by statistically analyzing the distance of representative growth-form types (dense cushion, lax cushion, tussock grass, non-tussock grass, rosette herbs, non-rosette herbs, creeping shrubs) to individuals of *Persicaria* in two altitudinal zones (lower alpine, upper alpine). All estimated parameters indicate that *Persicaria* benefits from facilitation by dense cushions, *Silene exscapa* and *Saponaria pumila* (Caryophyllaceae). The growth-form of dense cushion appears to improve the conditions for plant-growth compared to the surrounding area. For other growth-forms, which might be expected to improve the environmental conditions (e.g., lax cushions), the results were ambiguous.

**Keywords:** *Persicaria vivipara*, facilitation, alpine plants, cushion-plants, *Silene exscapa*.

## Einleitung

Schon seit längerem gibt es ein reges Interesse an der Erforschung positiver Wechselwirkungen (Facilitation) zwischen Pflanzen und den Umweltbedingungen, die solche Interaktionen fördern (Hunter & Aarssen 1988, Wilson & Agnew 1992, Bertness & Callaway 1994, Callaway 1995, Arroyo et al. 2003). Diverse Untersuchungen geben Anlass zur Annahme, dass die Intensität positiver Wechselwirkungen zwischen Pflanzenarten in Lebensräumen mit geringer Produktion und vermehrtem abiotischem Stress, wie etwa in der alpinen und subnivalen Höhenstufe, ansteigt (Choler et al. 2001, Callaway et al. 2002, Franks 2003). In einer breit angelegten Studie konnten Callaway et al. (2002) zeigen, dass Wachstum, Biomasse und Reproduktion von alpinen Pflanzen größer sind, wenn sie in Gesellschaft anderer wachsen.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at


In einer unserer Arbeit vorangegangenen Studie (BARDY et al. 2003) konnte durch die quantitative Untersuchung der Begleitarten ein gehäuftes gemeinsames Vorkommen von *Persicaria vivipara* (Polygonaceae) mit anderen Arten belegt werden. Besonders in der oberalpinen Höhenstufe wurde dabei eine häufige Vergesellschaftung von *P. vivipara* mit Dicht- und Lockerpolster bildenden Arten (*Silene exscapa*, *Primula minima*) beobachtet, was als Hinweis auf Facilitation gedeutet wurde. In der vorliegenden Studie, die auf diesen Ergebnissen aufbaut, wurden die Abstände zu Vertretern verschiedener Wuchsformentypen erhoben, um die Hypothese zu testen, dass Wuchsformen, die für Facilitation eine Rolle spielen, in der oberalpinen Höhenstufe geringere räumliche Distanzen zu *P. vivipara* zeigen als in der unteralpinen Höhenstufe.

## Material und Methoden

Unsere Untersuchungen über das Facilitation-Verhalten von *Persicaria vivipara*, einer zirkumpolar verbreiteten Art, fanden in der ersten Juliwoche 2004 in der Großfragant in den Hohen Tauern (Goldberggruppe, Kärnten, Österreich) statt. Die Aufnahmeflächen liegen in der näheren Umgebung der Sadnig-Scharte (12°59' E, 46°56' N; 2484 m.s.m.) über silikatischem Glimmerschiefer. Die unteralpinen Flächen liegen im Agrostion schraderianae in einer schneebetonten Mulde, die oberalpinen Flächen im Übergangsbereich des Caricion curvulae zum Androsacion alpinae. Diese Flächen sind zum Großteil deckungsgleich mit den von BARDY et al. (2003) untersuchten.

Insgesamt wurden sieben Wuchsformen erhoben, deren Definition sich an einer für den Untersuchungszweck vereinfachten Wuchsformen-Typologie von KÄSTNER & KARRER (1995) anlehnt. Die Begleitarten (Taxonomie und Nomenklatur folgen ADLER et al. 1994) wurden diesen Wuchsformen wie folgt zugeordnet: Horstgras (*Carex curvula*, *Deschampsia cespitosa*, *Nardus stricta*, *Oreochloa disticha*), Nicht-Horstgras (*Poa alpina, Poa laxa, Avenula versicolor*), Dichtpolster (*Saponaria pumila*, *Silene exscapa*), Lockerpolster (*Primula minima*, *Saxifraga moschata*, *Saxifraga bryoides*), Teppichstrauch (*Loiseleuria procumbens*, *Salix herbacea*, *Salix reticulata*, *Salix retusa*), Rosettenstaude (*Leontodon helveticus*, *Crepis aurea*, *Hieracium alpinum*, *Homogyne alpina*, *Draba fladnizensis*, *Primula glutinosa*, *Leucanthemopsis alpina*, *Phyteuma globulariifolium*) und Nicht-Rosettenstaude (*Alchemilla vulgaris* agg., *Campanula scheuchzeri*, *Persicaria vivipara*, *Huperzia selago*, *Ligusticum mutellina*, *Lloydia serotina*, *Potentilla aurea*, *Pulsatilla alpina subsp. austriaca*). Als Rosettenstauden wurden nur solche Arten kodiert, deren Grundblätter meist nicht oder kaum gestielt sind (Ausnahme: *Homogyne alpina*) und gleichzeitig mehr oder minder deutlich dem Substrat anliegen. Deshalb umfasst die Kategorie der Nicht-Rosettenstauden auch Arten, die zwar morphologisch Rosetten besitzen, deren Grundblätter aber lang gestielt sind und nicht deutlich dem Substrat anliegen. Nicht berücksichtigt wurden Zwergsträucher (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. gaultherioides*) und Annuelle (*Euphrasia minima*), da diese in beiden Höhenstufen in weniger als 10% der Aufnahmen vorkommen.

Insgesamt wurden in der unteralpinen Stufe 176 und in der oberalpinen 108 Flächen erhoben. Diese Flächen wurden kreisförmig (mit einem Radius von 0,5 Meter) um eine *Persicaria*-Pflanze im Zentrum angelegt, wobei sich einzelne Flächen überlappen. Als Messgröße wurde der Abstand von dem jeweiligen *Persicaria*-Individuum zum nächsten Vertreter einer Wuchsform (unabhängig von dessen taxonomischer Zugehörigkeit) mit einer Genauigkeit von 1 cm gemessen. Die gemessenen Abstandswerte wurden in

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at


Abstandsklassen (Akl.) gruppiert, die wie folgt definiert sind: Akl. 1: <1 cm; Akl. 2: 1–5 cm; Akl. 3: 6–10 cm; Akl. 4 bis Akl. 11 in analogen 5 cm Intervallen.

Die untersuchten Wuchsformen wurden anhand ihrer Verteilung in den Abstandsklassen gruppiert (mit besonderer Berücksichtigung der Abstandsklassen 1 bis 4, d. i. 0–15 cm), wobei Unterschiede in der relativen Häufigkeit in einer bestimmten Abstandsklasse zwischen ober- und unteralpiner Stufe mit dem Chi-Quadrat-Test (in SPSS 11.0) auf Signifikanz getestet wurden (Zöfel 1992).

Bei Wuchsformen, die an Facilitation beteiligt sind, sollten folgende Muster zu erwarten sein:

1. Der mittlere Abstand zu *Persicaria* ist in der oberalpinen Stufe geringer als in der unteralpinen Stufe. Unterschiede in den Abstandsmittelwerten wurden sowohl mit Welch's ANOVA auf Signifikanz getestet, da in keinem der Fälle Homogenität der Varianz (getestet mit Levene's Test) gegeben war (SPSS 11.0). Außerdem wurde der Mann-Whitney-Test durchgeführt, da die Daten nicht normalverteilt sind (getestet mit dem Shapiro-Wilkes-Test; SPSS 11.0).

2. Die betreffende Wuchsform ist in der oberalpinen Stufe häufiger die räumlich nächste Wuchsform (das ist in den meisten Fällen Abstandsklasse 1) als in der unteralpinen Stufe. Unterschiede in der Verteilung der Anteile der einzelnen Wuchsformen als nächste Wuchsform zwischen den Höhenstufen wurden mit dem Chi-Quadrat-Test (in SPSS 11.0) getestet.

## Ergebnisse

Anhand der Verteilung in den geringen Abstandsklassen (Abstandsklassen 1 bis 4) können die untersuchten Wuchsformen in folgende drei Gruppen unterteilt werden (Abb. 1):

(i) in der oberalpinen Stufe signifikant häufiger als in der unteralpinen Stufe: Dichtpolster (Abb. 1A), Lockerpolster;

(ii) in der unteralpinen Stufe signifikant häufiger als in der oberalpinen Stufe: Nicht-Horstgras (Abb. 1B), Rosettenstaude, Nicht-Rosettenstaude;

(iii) keine durchgehend signifikanten Unterschiede in der Abstandsklassenverteilung zwischen den beiden Höhenstufen: Horstgras (Abb. 1C), Teppichstrauch.

Die Analyse der Anteile der jeweiligen Wuchsform an der nächsten Wuchsform ergibt ein ähnliches Muster (Abb. 2): Dicht- und Lockerpolster stellen in der oberalpinen Stufe signifikant häufiger die nächste Wuchsform als in der unteralpinen, während umgekehrt Nicht-Horstgras, Rosettenstaude und Nicht-Rosettenstaude in der unteralpinen signifikant häufiger diese Rolle besitzen. Horstgras und Teppichstrauch zeigen diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede.

Die Mittelwerte der Distanz von *Persicaria*-Individuen zu Vertretern der verschiedenen Wuchsformen in den beiden Höhenstufen sind mit Ausnahme der Lockerpolster bei allen Wuchsformen signifikant verschieden, wobei Ausläufergras, Rosettenstaude und Nicht-Rosettenstauden in der unteralpinen Stufe, Dichtpolster, Lockerpolster, Horstgras und Teppichstrauch in der oberalpinen Stufe durchschnittlich geringere Abstände zeigen (Abb. 3, Tab. 1). Mit Ausnahme der Lockerpolster zeigt auch der Mann-Whitney-Test bei allen Wuchsformen signifikante Unterschiede zwischen den beiden Höhenstufen (Tab. 1).

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

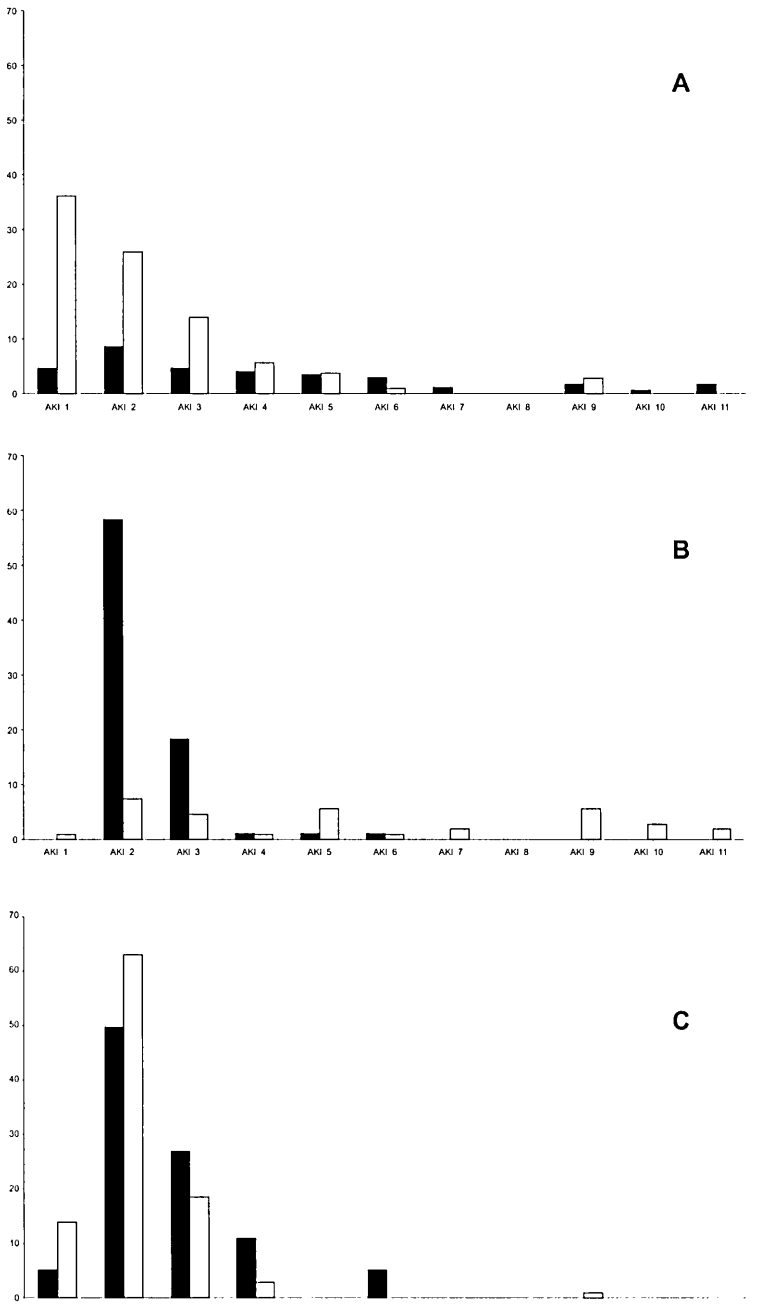



Abb. 1: Abstandsklassenverteilung repräsentativer Wuchsformen in der unteralpinen (schwarzer Balken) und oberalpinen Stufe (weißer Balken): (A) Dichtpolster, (B) Nicht-Horstgras, (C) Horstgras. – Distribution in distance classes of representative growth forms in the lower (black bars) and upper alpine zone (white bars): (A) dense cushions, (B) non-tussock grass, (C) tussock grass.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

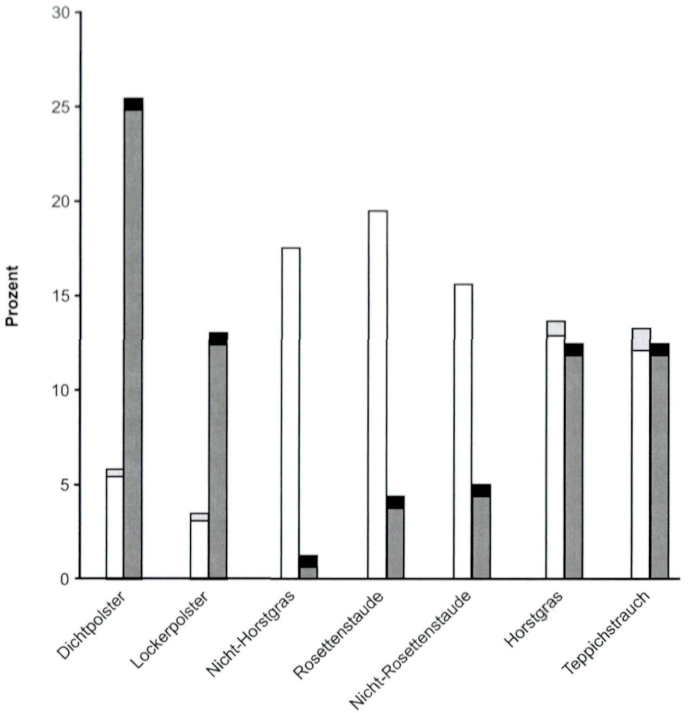




Abb. 2: Anteile der jeweiligen Wuchsform an der Gesamtheit der räumlich nächsten Wuchsformen in der unteralpinen (linker Balken: weiß – Abstand < 1 cm; hellgrau – Abstand > 1 cm) und oberalpinen Stufe (rechter Balken: dunkelgrau – Abstand < 1 cm; schwarz – Abstand > 1 cm). – Fraction of each growth form of the set of spatially closest growth forms in the lower alpine (left bars: white – distance < 1 cm; light grey – distance > 1 cm) and upper alpine zone (right bars: dark grey – distance < 1 cm; black – distance > 1 cm).

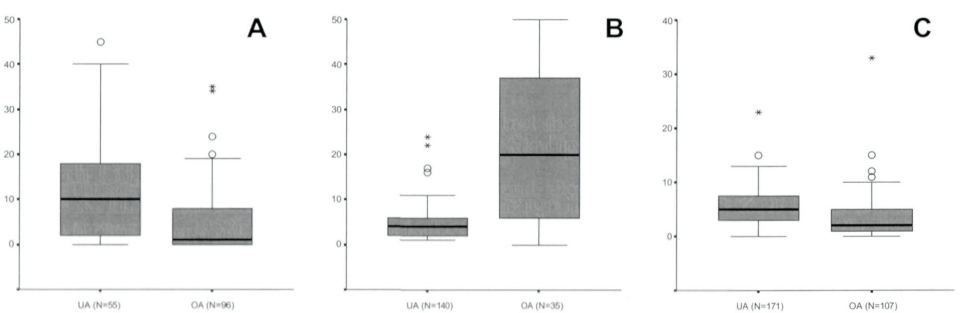



Abb. 3: Räumliche Distanzen repräsentativer Wuchsformen zu *Persicaria vivipara* in der unteralpinen (UA) und oberalpinen Stufe (OA): (A) Dichtpolster, (B) Nicht-Horstgras, (C) Horstgras. Zur Boxplotdarstellung: Box inkludiert 50% der Fälle und Median (horizontale Linie), Balken reicht vom kleinsten bis zum größten Beobachtungswert, der kein Ausreißer ist; ° Ausreißer, * Extremwert. – Spatial distances to *Persicaria vivipara* of representative growth forms in the lower alpine (UA) and upper alpine zone (OA): (A) dense cushions, (B) non-tussock grass, (C) tussock grass. Boxplots: Box includes 50% of cases and the median (horizontal line), bar spans from the smallest to the largest observed value, that is not an outlier; ° outlier, * extreme value.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at


Tab. 1: Mittelwerte der Distanzen ± Standardabweichung/Medianwerte der einzelnen Wuchsformen zu *Persicaria*-Individuen und Signifikanz der Unterschiede zwischen den beiden Höhenstufen (Welch's ANOVA/Mann-Whitney-Test). – Mean values ± standard deviation/median values of the spatial distances of the investigated growth forms to individuals of *Persicaria* and significance of differences between the altitudinal zones (Welch ANOVA/Mann-Whitney-test).

| Wuchsform | Unteralpine Stufe | Oberalpine Stufe | P-Werte |
|---|---|---|---|
| Dichtpolster | 11,89 ± 11,29 /10 | 5,06 ± 7,74 / 1 | < 0,001 / < 0,001 |
| Lockerpolster | 4,48 ± 3,26 / 5 | 4,95 ± 5,60 / 3 | 0,570 / 0,377 |
| Nicht-Horstgras | 4,48 ± 3,86 / 4 | 21,31 ± 15,95 / 20 | < 0,001 / < 0,001 |
| Rosettenstaude | 4,97 ± 4,63 / 3 | 11,63 ± 11,03 / 8 | < 0,001 / < 0,001 |
| Nicht-Rosettenstaude | 3,83 ± 3,05 / 3 | 8,91 ± 8,04 / 6 | < 0,001 / < 0,001 |
| Horstgras | 6,31 ± 5,45 / 5 | 3,74 ± 4,20 / 2 | < 0,001 / < 0,001 |
| Teppichstrauch | 5,11 ± 6,47 / 3 | 3,00 ± 4,09 / 2 | 0,006 / 0,003 |

## Diskussion

Unter Facilitation versteht man die Förderung des Wachstums einer Art durch andere Arten. Dabei wird das Umfeld so verändert, dass es sich positiv auf die begünstigte Art auswirkt (VANDERMEER 1989). Arten, die Facilitation ermöglichen, agieren oft als „nurse plants" (NUNEZ et al. 1999, CHOLER et al. 2001, CALLAWAY et al. 2002). Aufgrund ihrer speziellen Struktur und Widerstandsfähigkeit in lebensfeindlichen Gebieten schaffen sie geeignete Bedingungen wie Windstille und damit verbunden höhere Temperatur und Luftfeuchtigkeit, die das Leben und Überleben von empfindlicheren Arten erst ermöglichen. Besonders Polsterwuchs erlaubt das Ausgleichen von Wärme- und Feuchtigkeitsextremen in einer Umgebung mit außergewöhnlichen Wind-, Strahlungs- und Temperaturverhältnissen (REISIGL & KELLER 1987, KIKVIDZE & NAKHUTSRISHVILI 1998, NUNEZ et al. 1999, ARROYO et al. 2003, BRANCALEONI et al. 2003, WELPMANN 2003).

Tab. 2: Potentielle Bedeutung der untersuchten Wuchsformen für Facilitation von *Persicaria vivipara* abgeleitet aus den erhobenen Kennwerten (1: Wuchsform in der oberalpinen Stufe räumlich näher als in der unteralpinen Stufe; 2: Wuchsform stellt in der oberalpinen Stufe häufiger die räumlich nächste Wuchsform; 3: Abstände der Wuchsform in der oberalpinen Stufe geringer als in der unteralpinen Stufe): +: trifft zu; –: trifft nicht zu; ohne Eintrag: kein signifikanter Unterschied. – Putative importance of the investigated growth forms for facilitation of *Persicaria vivipara* deduced from the collected parameters (1: the specific growth form is in the upper alpine zone spatially closer than in the lower alpine zone; 2: the specific growth form constitutes in the upper alpine zone more often the closest growth form than in the lower alpine zone; 3: the spatial distance of a specific growth form in the upper alpine zone is smaller than in the lower alpine zone): +: true; –: false; no entry: no significant difference.

| Wuchsform | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Dichtpolster | + | + | + |
| Lockerpolster | + | + | |
| Nicht-Horstgras | – | – | – |
| Rosettenstaude | – | – | – |
| Nicht-Rosettenstaude | – | – | – |
| Horstgras | | | + |
| Teppichstrauch | | | + |

Von Wuchsformen, die an Facilitation beteiligt sind, würde man bezüglich der erhobenen Kennwerte folgende Muster erwarten (siehe Tab. 2): (i) die betreffende Wuchsform ist

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at


in der oberalpinen Stufe in geringen Abstandsklassen häufiger als in der unteralpinen Stufe; (ii) die betreffende Wuchsform stellt in der oberalpinen Stufe häufiger die nächste Wuchsform als in der unteralpinen Stufe; (iii) der mittlere Abstand zur begünstigten Art ist in der oberalpinen Stufe geringer als in der unteralpinen Stufe.

Alle drei Parameter treffen auf die Wuchsform des Dichtpolsters zu, der offenbar am deutlichsten an Facilitation in der oberalpinen Stufe beteiligt ist. Dichtpolster wie *Saponaria pumila* und *Silene exscapa* haben als einzige Wuchsform ihr Häufigkeitsmaximum in der Abstandsklasse 1 der oberalpinen Stufe und bilden somit die häufigste nächstgelegene Wuchsform zu *Persicaria vivipara*. Das Abundanzmaximum von Polsterpflanzen in der oberalpinen Stufe lässt sich auf deren gute Angepasstheit an extreme Bedingungen sowie die verringerte Konkurrenz in diesem Lebensraum zurückführen. Die ausladenden Polster von *Silene exscapa* sind im Untersuchungsgebiet sehr häufig und zeichnen sich durch ihren kompakten Wuchs aus, wodurch sie begünstigte Mikrohabitate schaffen (Reisigl & Keller 1987, Carlsson & Callaghan 1991, Anderson & Bliss 1998, Brancaleoni et al. 2003). Wie auch Arroyo et. al. (2003) an analogen Lebensgemeinschaften in den Anden gezeigt haben, eignen sich in extremen Lebensräumen vor allem polsterwüchsige Arten für positive Interaktionen.

Ähnliche, das Vorkommen bestimmter Arten begünstigende Mikrohabitate könnten auch von Lockerpölstern und Teppichsträuchern gebildet werden, die erhobenen Kenndaten sind diesbezüglich allerdings nicht schlüssig. So sind Lockerpölster zwar in der oberalpinen Stufe in niedrigen Abstandsklassen relativ häufiger und kommen hier auch häufiger als nächste Wuchsform vor, bezüglich der Mittelwerte der Abstände gibt es allerdings keine Unterschiede zwischen den Höhenstufen. Umgekehrt zeigen Teppichsträucher zwar signifikant verschiedene Mittelwerte der Abstände, aber bezüglich der Abstandsklassen keine auf Facilitation hindeutenden Unterschiede. Dieses Ergebnis kann auf Grund einer zu geringen Datenmenge (zu wenige Aufnahmeflächen) zustande gekommen sein, die nicht ausreicht, ein vorhandenes, aber schwaches Signal zu erkennen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass die größere räumliche Nähe zwischen *Persicaria* und den in den beiden Wuchsformen enthaltenen Arten Ausdruck einer gemeinsamen Facilitation durch Dichtpölster ist – wie von Bardy et al. (2003) etwa für *Primula minima* vermutet –, deren Interaktionen deshalb vermehrt durch Konkurrenz geprägt sein könnten. Eine dritte Möglichkeit besteht darin, dass nicht alle der in der selben Wuchsformenkategorie zusammengefassten Arten an Facilitation beteiligt sind, sodass für die Wuchsform im gesamten kein deutliches Signal gefunden worden ist, wenngleich einzelne Arten möglicherweise an einer solchen beteiligt sind. Eine weitere Differenzierung innerhalb der Wuchsformen oder überhaupt auf Artniveau könnte diese Frage klären helfen.

Obwohl Horstgräser ein ähnliches Signal besitzen wie Teppichsträucher (siehe Tab. 2), sind sie aufgrund des dichten, andere Arten beinahe ausschließenden Wuchses kaum für Facilitation geeignet. Dieses Muster ist möglicherweise allein auf das in der oberalpinen Stufe wesentlich häufigere Vorkommen von Arten dieser Wuchsform im Vergleich zur unteralpinen Stufe zurückzuführen. Eine ähnliche Argumentation (größere Nähe durch größere Abundanz) mag auf jene Wuchsformen zutreffen, die in der unteralpinen Stufe räumlich näher zu *Persicaria* sind (Nicht-Horstgräser, Rosettenstauden, Nicht-Rosettenstauden). Insgesamt ist zu erwarten, dass Arten höherer Abundanz mit größerer Wahrscheinlichkeit räumlich näher an *Persicaria*-Individuen wachsen, was zu Verzerrungen der Ergebnisse führen könnte. Gewichtung der gemessenen Abstände könnte diesem Umstand Rechnung tragen, die Berechnung des Gewichtungsfaktors ist aller-

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at


dings nicht trivial. Deckung allein ist hier sicher nicht ausreichend: so haben horstwüchsige Gräser sicher eine andere räumliche Verteilung als Ausläufergräser, selbst bei gleicher Deckung. Obwohl ursprünglich die Deckungen der einzelnen Wuchsformen miterhoben worden sind, haben wir deshalb in der Endauswertung wegen der genannten Probleme von deren Einbeziehung abgesehen. Abundanzabhängige Effekte sind aber kaum so groß, um eine Interpretation der Daten gänzlich zu verunmöglichen.

Unsere Ergebnisse bestätigen die Studie von BARDY et al. (2003) insofern, als die häufige gemeinsame Vergesellschaftung von *Persicaria vivipara* mit *Silene exscapa* (und *Saponaria pumila*) tatsächlich als Facilitation interpretiert werden kann. Ob ähnliche Tendenzen bei anderen Wuchsformen, z. B. den Lockerpölstern, auch auf Facilitation oder sekundär durch gemeinsame Begünstigung durch Dichtpölster zustandekommen, kann erst durch weitere Untersuchungen abgeklärt werden.

## Literatur

ADLER W., OSWALD K. & FISCHER R., 1994: Exkursionsflora von Österreich. Eugen Ulmer, Stuttgart und Wien.

ANDERSON D. G. & BLISS L. C., 1998: Association of plant distribution patterns and microenvironments on patterned ground in a polar desert, Devon Island, N. W. T., Canada. Arctic Alpine Res. 30, 97–107.

ARROYO M. T. K., CAVIERES L. A., PEÑALOZA A. & ARROYO-KALIN M. A., 2003: Positive associations between the cushion plant *Azorella monantha* (Apiaceae) and alpine plant species in the Chilean Patagonian Andes. Plant Ecol. 169, 121–129.

BARDY K., HILPOLD A., HOCHWALLNER H., KLAPPERT Ö., KNECHTEL S., LEHMWALD V., SCHÖNSWETTER P. & SCHNEEWEISS G. M., 2003: Positive Interaktionen (Facilitation) bei alpinen Pflanzen am Beispiel von *Persicaria vivipara*. Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 140, 35–41.

BERTNESS M. & CALLAWAY R. M., 1994. Positive interactions in communities. Trends Ecol. Evol. 9, 191–193.

BRANCALEONI L., STRELIN J. & GERDOL R., 2003: Relationships between geomorphology and vegetation patterns in subantarctic Andean tundra of Tierra del Fuego. Polar Biol. 26, 404–410.

CALLAWAY R. M., 1995: Positive interactions among plants. Bot. Review 61, 306–349.

CALLAWAY R. M., BROOKER R. W., CHOLER P., KIKVIDZE Z., LORTIE C. J., MICHALET R., PAOLINI L., PUGNAIRE F. I., NEWINGHAM B., ASCHEHOUG E. T., ARMAS C., KIKODZE D. & COOK B. J., 2002: Positive interactions among alpine plants increase with stress. Nature 417, 844–848.

CARLSSON B. A. & CALLAGHAN T. V., 1991: Positive plant interactions in Tundra vegetation and the importance of shelter. J. Ecol. 79, 973–983.

CHOLER P., MICHALET R. & CALLAWAY R. M., 2001: Facilitation and competition on gradients in alpine plant communities. Ecol. 82, 3295–3308.

FRANKS S. J., 2003: Competitive and facilitative interactions within and between two species of coastal dune perennials. Can. J. Bot. 81, 330–337.

HUNTER A. F. & AARSSEN L. W., 1988: Plants helping plants. BioScience 38, 34–40.

KÄSTNER A. & KARRER G., 1995: Übersicht der Wuchsformentypen als Grundlage für deren Erfassung in der „Flora von Österreich". Fl. Austr. Novit. 3, 1–51.

KIKVIDZE Z. & NAKHUTSRISHVILI G., 1998: Facilitation in subnival vegetation patches. J. Vegetation Sci. 9, 297–302.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at


NUNEZ C. L., AIZEN M. A. & EZCURRA C., 1999: Species association and nurse plant effects in patches of high Andean vegetation. J. Vegetation Sci. 10, 357–364.

REISIGL H. & KELLER R., 1987: Alpenpflanzen in Lebensraum. Gustav Fischer, Stuttgart.

VANDERMEER J., 1989: The ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge.

WELPMANN M., 2003: Bodentemperaturmessungen und -simulationen im Lötschental (Schweizer Alpen). Dissertation Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn.

WILSON J. B. & AGNEW A. D. Q., 1992: Positive-feedback switches in plant-communities. Adv. Ecol. Res. 23, 263–336.

ZÖFEL P., 1992: Statistik in der Praxis (3. Aufl.). Gustav Fischer, Stuttgart.

**Manuskript eingelangt:** 2005 04 14

**Anschrift:**
Martin BURGER, Mag. Peter PANY, Mag. Dr. Gerald M. SCHNEEWEISS, Department für Biogeographie, Fakultätszentrum Botanik, Universität Wien, Rennweg 14, A-1030 Wien, Österreich.
Mag. Eva Maria MAYR, Mag. Eva Maria SEHR, Department für Palynologie und Strukturelle Botanik, Fakultätszentrum Botanik, Universität Wien, Rennweg 14, A-1030 Wien, Österreich.
Herbert FOJTLIN, Department für Naturschutzbiologie, Vegetations- und Landschaftsökologie, Fakultätszentrum für Ökologie, Althanstrasse 14, A-1090 Wien, Österreich.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Frueher: Verh.des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: 142

Autor(en)/Author(s): Burger Martin, Sehr Eva Maria, Schneeweiß Gerald M., Fojtlin Herbert, Pany Peter

Artikel/Article: Positive Wechselwirkungen zwischen Polsterpflanzen und Persicaria vivipara (Polygonaceae) in den österreichischen Alpen 17-25