

# Invasive potential of herbaceous Asteraceae in mountainous regions

## an experimental approach

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Poll, Myriam

**Publication date:**

2007

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005524122>

**Rights / license:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Diss. ETH No. 17526

**Invasive potential  
of herbaceous Asteraceae in mountainous regions:  
an experimental approach**

A dissertation submitted to the

SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH

For the degree of

DOCTOR OF SCIENCES

presented by

MYRIAM POLL

Diplom-Biologin, Universität Bielefeld

born June 8, 1976

citizen of Germany

accepted on the recommendation of

Prof. Peter J. Edwards, examiner

Dr. Hansjörg Dietz, co-examiner

Dr. Thomas Steinlein, co-examiner

2007

---

## Summary

1. Despite intensive research in the rapidly expanding field of invasion biology, our understanding of the processes underlying plant invasions and our ability to predict future invasions remain weak. One reason for this may be that most studies investigate individual factors or processes in isolation, without considering how their importance may vary under differing conditions and in relation to other factors. Environmental gradients such as those associated with changing altitude offer excellent opportunities to investigate how the importance of factors influencing invasion success (propagule pressure, biotic interactions, adaptation and phenotypic plasticity) change under varying conditions. Comparative studies performed along an environmental gradient appear to be a particularly promising approach; for example, by making comparisons among plants of different origins in both the native and introduced ranges, it may be possible to identify the factors that limit or promote invasions in the introduced range. In this thesis, mountains were used as a model system to investigate the factors influencing the distribution of eight Asteraceae forbs along altitudinal gradients in their native and introduced ranges.

2. A transplant experiment in the Wallowa Mountains (OR, USA) and the Swiss Alps (Valais), in which seed of different origins was sown at a range of altitudes, revealed that for most species the recruitment of seedlings was possible up to similar altitudes in both the native and introduced ranges. However, in one of the ranges (Swiss Alps) but not in the other, recruitment was strongly reduced or prevented at higher altitudes in the absence of disturbance, most likely because of differences in vegetation density. Our results suggest that over extensive environmental (altitudinal) gradients, more stressful abiotic conditions do not necessarily constrain invasion by alien plants (at least at the recruitment stage) to a smaller range of conditions than in their native range. In fact, greater abundance of the species in the introduced area could be due to escape from a restricting factor in the native range, in our case from competition.

3. In a common garden experiment along an altitudinal gradient in the Swiss Alps, we observed similar altitudinal ranges for entering the reproductive stage among the different origins, both in terms of range origin (native/introduced) and altitude. Interspecific competition reduced plant performance at all altitudes, and for two species also reduced the maximum altitude at which plants reached reproductive maturity. There was no consistent evidence for increased competitive ability in plants from the introduced range.

---

However, plants originating from high altitudes showed reduced growth and reproduction at low altitude compared to plants of low origin, but performed similarly at high altitude, indicating a loss of phenotypic plasticity. The results suggest that invasive Asteraceae forbs possess high phenotypic flexibility and are not strongly limited by the harsher abiotic conditions at higher altitudes; however, the status of origin (native/introduced) and, to a lesser degree, local adaptation to specific positions along the environmental gradients in the introduced area may also influence the invasiveness of the species.

4. Overall, this study shows that within a relatively short period invasive species may come to occupy a similar environmental range in the introduced range as they do in their native area. That this is possible appears to be due mainly to the high phenotypic flexibility of invasive species, though invasiveness may vary according to the provenance of plants (region and altitude). The results also indicate that the spread of invasive species along altitudinal gradients is mainly constrained by competitive interactions with native plants.

5. Finally, this thesis demonstrates how integrating studies performed at different spatial scales can improve our understanding of the mechanisms of plant invasion. In particular, this study reveals how the factors influencing an invasion can change in importance along an environmental gradient, due to changing interactions with other factors and changes in mechanisms.

---

## Zusammenfassung

1. Trotz intensiver Forschung im Bereich der Invasionsbiologie, sind die Mechanismen, die dem Invasionsprozess unterliegen, noch nicht ausreichend geklärt und die Fähigkeit zur Generalisierung noch eingeschränkt. Dies ist zum Teil dadurch begründet, dass viele Untersuchungen sich auf nur wenige, den Invasionsprozess beeinflussende Faktoren oder Prozesse, beschränken, aber nicht untersuchen wie sie sich unter verschiedenen Umweltbedingungen auswirken. Umweltgradienten, wie zum Beispiel Höhengradienten, bieten sich an, um die Bedeutung verschiedener Faktoren für den Invasionsprozess unter variablen Bedingungen zu untersuchen (z.B. Samenverbreitung, biotische Interaktionen, genetische Anpassungen, phänotypische Plastizität). Dabei sind vergleichende Ansätze zwischen dem nativen und dem neuen Verbreitungsgebiet besonders von Nutzen, da sie die natürliche Verbreitung als Bezugspunkt verwenden und somit Veränderungen im neuen Gebiet aufzeigen können. In dieser Arbeit nutzen wir Gebirge als Modellsysteme, um die Verbreitung von invasiven Pflanzenarten entlang von Umweltgradienten (in diesem Fall den Höhengradienten) im nativen und invasiven Gebiet zu untersuchen. Da invasive Arten an einem Punkt entlang des Höhengradienten ihre Verbreitungsgrenze erreichen, erlaubt das Modellsystem die Analyse von Faktoren, welche die Verbreitung von invasiven Arten bestimmen. In dieser Studie untersuchen wir Faktoren, die das Invasionsmuster von acht Staudenarten aus der Familie Asteraceae in ihrem heimischen und invasiven Areal, in den Schweizer Alpen (Wallis) und den Wallowa Mountains (OR, USA) beeinflussen, um ein vertieftes mechanistisches Verständnis des Invasionsprozesses zu erlangen.

2. In einem Feldexperiment in den Wallowa Mountains (USA) und dem Wallis (Schweiz), in dem Samen von insgesamt acht Arten im nativen und invasiven Verbreitungsgebiet entlang von Höhengradienten verpflanzt wurden, wurde festgestellt dass die Keimung und Etablierung in beiden Gebieten bis zu ähnlichen Höhen (m a.s.l.) möglich ist. Unterschiedlich war jedoch der Einfluss von Störungen auf die Keimlingsetablierung zwischen beiden Gebieten, was vermutlich mit der unterschiedlichen Vegetationsdichte zusammenhängt. Die Untersuchung zeigt, dass ungünstige abiotische Faktoren die Verbreitung invasiver Arten (zumindest die Keimung und Etablierung) nicht sonderlich einschränken müssen. Von größerer Bedeutung für unterschiedliche Verbreitungsmuster zwischen nativen und invasiven Gebiet scheinen vor allem Unterschiede von einschränkenden Faktoren, wie zum Beispiel biotischer Interaktionen (Konkurrenz), zu sein.

---

3. In einem Freilandexperiment mit drei Versuchsgärten entlang eines Höhengradienten im Wallis (Schweiz), in dem Pflanzen nativer und invasiver Herkunft von unterschiedlichen Höhen unter gleichen Bedingungen gezogen wurden, unterschieden sich Pflanzen verschiedener Herkünfte (nativ, invasiv) nicht in der erreichten Höhenstufe (in Bezug reproduktiven Status). Allerdings schränkte interspezifische Konkurrenz mit heimischen Arten diese Höhenverbreitung (in Bezug auf Reproduktion) in einigen Fällen ein. Entgegen der Erwartungen, zeigten Pflanzen aus dem invasiven Verbreitungsgebiet kein generell größeres Wachstum und größere Reproduktion auf. Allerdings waren die Ergebnisse artspezifisch verschieden. Es fanden sich Hinweise auf Anpassungen in Pflanzen von verschiedenen Höhen, allerdings fanden sich Unterschiede nur unter gemäßigten Umweltbedingungen auf der niedrigsten Höhenstufe. Insgesamt zeigen unsere Resultate, dass die Verbreitung invasiver Asteraceen nicht sonderlich durch ungünstige abiotische Faktoren eingeschränkt wird, was zum Grossteil auf ihre hohe Toleranz verschiedenster Umweltbedingungen (general purpose genotype) zurückzuführen ist. Darüber hinaus, bestimmen Unterschiede zwischen Herkunft (nativ, invasiv) und in geringerem Masse Anpassungen an Höhe das Ausmaß an Invasivität der Arten.

4. Insgesamt zeigt diese Studie, dass invasive Arten in relativ kurzer Zeit (nach Einfuhr) in ihrem neuen Areal ähnliche Höhenverbreitungen erreichen können wie in ihrem nativen Gebiet. Dies wurde besonders auf die hohe Toleranz der Arten in Bezug auf abiotische Umweltbedingungen zurückgeführt (general purpose genotype). Weiterhin zeigte sich, dass besonders interspezifische Konkurrenz in der Lage ist, die Höhenverbreitung der untersuchten Arten einzuschränken. Darüber hinaus zeigte sich, dass Unterschiede zwischen nativem und neuem Gebiet in Bezug auf biotische Interaktionen (z.B. Konkurrenz), zu unterschiedlichen Ausbreitungsintensität von invasiven Arten beitragen können.

5. Mit unserer Fallstudie über invasive Arten entlang von Höhengradienten zeigen wir, wie eine Kombination von kleinräumigen Experimenten und Analysen auf Landschaftsebene dazu benutzt werden kann, ein besseres Verständnis von Invasionsprozessen zu entwickeln. Dies ist insbesondere von Interesse, da sich die Faktoren, die den Invasionsprozess beeinflussen je nach Betrachtungsausschnitt variieren können.