

## Zusammenfassung

Natürliche Variation spielt eine zentrale Rolle in der Evolution der Artenvielfalt. Innerhalb einzelner Arten bildet sie die Grundlage für natürliche Selektion und ermöglicht Evolution angesichts sich verändernder Umweltbedingungen. Die durch Selektion vorangetriebene Veränderung von Populationen hinsichtlich einer besseren Anpassung an die herrschenden Umweltbedingungen wird als Adaptation bezeichnet. Gut angepasste Phänotypen zeichnen sich durch eine höhere reproduktive Fitness aus, die je nach Umgebung auf spezifisch ausgeprägten evolutionären Merkmalen basiert.

Einer der bedeutendsten Schritte in der Entwicklungsgeschichte von Pflanzen ist der Blühbeginn, welcher die Reproduktion einleitet. Dieser Vorgang muss präzise auf die Umwelt abgestimmt sein um den Fortpflanzungserfolg zu gewährleisten, der unmittelbar mit biologischer Fitness verknüpft ist. Man geht daher davon aus, dass Variation im Zeitpunkt der Blüte sowohl zwischen verschiedenen Arten als auch innerhalb einer Art Anpassung an regionale Umweltbedingungen widerspiegelt.

Das Verbreitungsgebiet der mehrjährigen Pflanze *Arabis alpina* (Brassicaceae) erstreckt sich von den Alpen bis in arktische Regionen, mit besonderer Häufung in den Europäischen Alpen und Skandinavien. Diese weite Verbreitung ermöglicht die Erforschung von Adaptation in unterschiedlichen geographischen Größenordnungen unter besonderer Berücksichtigung gradueller Veränderung von Umweltparametern. Darüber hinaus kann untersucht werden, inwiefern parallele Evolution durch Selektion in ähnlicher Umwelt vergleichbare genetische und phänotypische Muster hervorbringt.

In der vorliegenden Arbeit wurde kleinräumige natürliche Variation im Blühbeginn erfasst, das Ausmaß und die geographische Verteilung der natürlichen Variation beschrieben und deren genetische Ursache untersucht. In einer Region in den Französischen Alpen wurden Unterschiede im Blühbeginn von *A. alpina* sowohl zwischen als auch innerhalb einzelner Populationen festgestellt. Der typische Blühzeitpunkt war ebenso kennzeichnend für einzelne Populationen wie dessen Variationsbreite. Eine am Col du Galibier gelegene Population stach durch besonders frühe Blüte und eine klare räumliche Trennung zwischen Pflanzen mit unterschiedlichem Blühbeginn hervor, die sich dadurch auszeichnete, dass Früh- und Spätblüher jeweils am entgegengesetzten Ende eines Bergrückens wuchsen. Diese beiden Regionen unterschieden sich in der Länge der Wachstumsperiode und in den Monatsmindesttemperaturen, was darauf hindeutet dass abrupte Änderungen der Umweltbedingungen zur räumlichen Abgrenzung im Blühbeginn beitragen. Die zugrundeliegende neutrale genetische Populationsstruktur verlief parallel zur Verteilung der Blühtypen, was auf eine gemeinsame Rolle von eingeschränktem Genfluss, hohen Selbstungsraten und starkem ortsabhängigen Selektionsdruck auf bestimmte Blühzeitphänotypen schließen lässt. Dem Blühzeitunterschied lag ein QTL auf dem oberen Arm von Chromosom 8 zugrunde, der die Region des *PERPETUAL FLOWERING 1* (*PEP1*) Gens beihaltete. Dieses Gen codiert für einen bedeutenden Blührepressor in der Vernalisierungsantwort. Genetische Analysen

legten nahe, dass *PEP1* für die frühe Blüte von Pflanzen aus der Galibier Population verantwortlich ist, doch konnte keine ursächliche Veränderung des Gens festgestellt werden.

Die hier vorgestellten Ergebnisse verdeutlichen, dass auch innerhalb einzelner *A. alpina* Populationen erhebliche Blühzeitvariation möglich ist und dass diese vermutlich aus dem Wechselspiel von verschiedenartigen Umweltbedingungen und genetischer Variation hervorgeht. Das hier vorgestellte biologische System kann zum Verständnis der Anpassung auf kleinstem Raume beitragen und Rückschlüsse auf die Rolle dieser Mechanismen in der Evolution ermöglichen.