

Evolution und genetische Diversität von *Linum leonii*

Die Familie der Linaceae

Die weltweit verbreitete Familie der Linaceae lässt sich in zwei gut definierte Unterfamilien, die Linoideae und die Hugonioideae unterteilen, wobei in der vorliegenden Arbeit besonderes Augenmerk auf die erstgenannte gerichtet werden soll. Die Linoideae umfassen acht Gattungen mit etwa 200 Arten, wobei *Linum* mit etwa 180 Arten die mit Abstand größte Gattung ist. Die übrigen Gattungen umfassen nur wenige Arten bzw. sind in vier Fällen monotypisch. In Abbildung 1 ist ein Stammbaum der Linoideae abgebildet, der auf der Grundlage von molekularbiologischen Daten ermittelt wurde (ITS- und rbcL-Sequenzen). Als Außengruppe wurde ein Vertreter der Hugonioideae (*Hugonia*) gewählt. Basal stehen in diesem Stammbaum die drei asiatisch verbreiteten Gattungen *Anisadenia*, *Reinwardtia* und *Tirpitzia*. Die Gattung *Linum* bildet keine monophyletische Gruppe. Dies bedeutet, dass wenn man alle Arten der Gattung Lein auf einen gemeinsamen Vorfahren zurückführen möchte, auch die Vertreter der Gattungen *Radiola*, *Hesperolinon*, *Cliococca* und *Sclerolinon* in diese Gruppierung einbezogen werden müssen. Die Vertreter von *Linum* s.l. sind nahezu weltweit anzutreffen. Aufgrund von morphologischen Merkmalen wird die Gattung *Linum* zurzeit noch in fünf Sektionen aufgeteilt: *Cathartolinum*, *Dasylinum*, *Linopsis*, *Linum* und *Syllinum*. Für die weiterführenden Untersuchungen, auf die hier näher eingegangen werden soll, wurden einige Vertreter von *Linum* Sect. *Linum* herangezogen.

Das Phänomen der Heterostylie

Ein besonderes morphologisches Merkmal welches viele Vertreter der Linaceae besitzen ist die so genannte Heterostylie. Heterostyle Arten haben Blüten von zweierlei Art. Man unterscheidet kurzgriffelige und langgriffelige Blüten (Abb. 2). Kurzgriffelige Blüten zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Narben deutlich von den Antheren überragt werden, während in langgriffeligen Blüten die Narben eindeutig die Staubbeutel überragen. Diese beiden Typen weisen demnach ein reziprokes Verhältnis von Griffel- und Filamentlänge auf. Neben heterostylen Arten gibt es innerhalb der Linaceae auch homostyle Arten, die diese Art von Dimorphismus nicht besitzen. Interessanterweise sind heterostyle Arten ausschließlich altweltlich verbreitet, kommen aber in *Linum* in allen Sektionen außer in der monotypischen Sect. *Cathartolinum* vor.

Diese morphologische Besonderheit korreliert mit dem Fortpflanzungssystem der Pflanzen. Homostyle Arten zeichnen sich dadurch aus, dass sie selbstkompatibel sind, d.h. Pollen einer Blüte ist in der Lage, auf Narben derselben

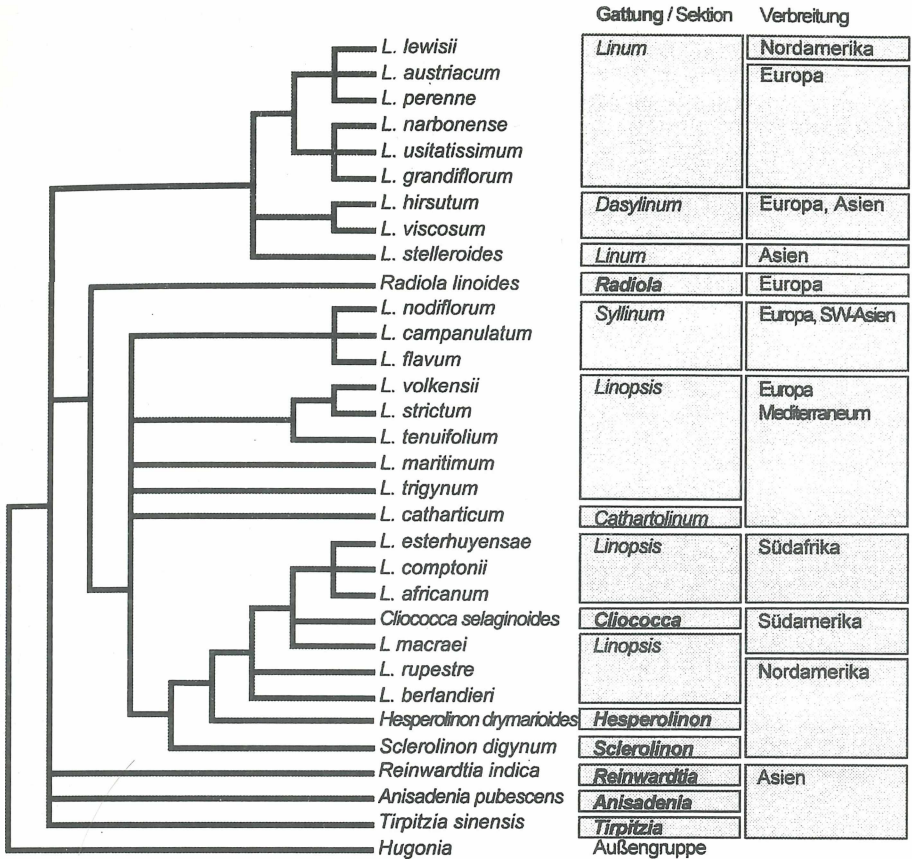


Abb. 1.: Konsensbaum einer Maximum Parsimony Analyse von 32 rbcL-Sequenzen.

Pflanze zu keimen, und schließlich zur Ausbildung von Früchten bzw. Samen zu führen. Heterostyle Arten hingegen sind selbstinkompatibel. Dies bedeutet, dass Pollen einer Pflanze nicht auf Narben derselben Pflanze keimt. Heterostyle Arten weisen bezüglich dieses Mechanismus noch eine Besonderheit auf, da nicht nur Pollen der selben Pflanze nicht auskeimt, sondern die Pflanzen in der Lage sind, zu erkennen, ob der Pollen von einem langgriffeligen oder einem kurzgriffeligen Individuum stammt. Generell kann nur Pollen der anderen Blütenform auf den Narben einer Blüte keimen.

Linum perenne L. und Linum leonii F.W. Schultz

Interessant ist in diesem Zusammenhang das Artenpaar *Linum perenne* (Ausdauernder Lein) / *Linum leonii* (Lothringer Lein). Beide Arten sind sich morphologisch sehr ähnlich, unterscheiden sich allerdings hinsichtlich ihres Fortpflanzungssystems. Daher wurden diese beiden Arten herangezogen, um zu untersuchen, wie die Homostylie aus der Heterostylie entstanden ist, und wie sich die genetische Vielfalt von Arten mit unterschiedlichen Fortpflanzungssystemen unterscheidet.

Beide Arten gehören der *Linum perenne* Gruppe an, zu der eine Reihe von blau-blühenden Leinarten gehören, die in Europa, Asien und Nordamerika verbreitet sind. Charakterisiert ist die *Linum perenne* Gruppe durch das Vorhandensein von fünf Kelchblättern, die sich in der Größe unterscheiden und drei deutliche Nerven aufweisen, sowie durch die kopfig geformten Narben der Fruchtblätter (OCKENDON 1971).

Linum leonii hat ein sehr begrenztes Vorkommen, die Art wird lediglich in Zentral- und Ostfrankreich, sowie in Mittel- und Süddeutschland angetroffen. Sie erreicht in der Regel nur eine recht geringe Wuchshöhe von etwa 5-10 cm und blüht zwischen Mai und Juli. Anzutreffen ist der Lothringer Lein auf mäßig trockenen bis trockenen, kalkreichen, nährstoffarmen Böden. Für die Untersuchung wurden zwei Populationen herangezogen, eine aus der Südeifel und eine aus dem Taubertal. Bei der Population aus der Eifel (Dockendorf, südwestlich von Bitburg) handelt es sich um eine sehr kleine Population, die im Frühsommer 2004 aus lediglich sechs Pflanzen bestand. Anzutreffen ist diese Population an den unteren Hängen des Bedhard, in den so genannten Scharren, die durch ihren lockeren Bewuchs oder sogar teilweise Vegetationslosigkeit auffallen. Ursache für die kahlen Hänge ist zum einen der Untergrund, welcher aus Mergel besteht, und zum anderen die Rodung weiter Bereiche im frühen Mittelalter bzw. das Vorhandensein von Weidetieren.

Die zweite untersuchte Population wächst im Naturschutzgebiet Apfelberg, etwa drei km nordwestlich von Hochhausen, und liegt im westlichsten Ausläufer des mainfränkischen Trockengebietes. Lothringer Lein wächst hier auf einem sehr ariden Trockenrasen. *Linum leonii* gilt als stark gefährdet und ist durch die Bundesartenschutzverordnung besonders geschützt.

Die zweite untersuchte Art, *Linum perenne* ssp. *perenne* kommt in Deutschland nur sehr selten vor. Man findet sie vor allem in Mittel- und Osteuropa und Westsibirien. Im Gegensatz zum Lothringer Lein erreicht der Ausdauernde Lein eine Höhe von bis zu 80 cm und blüht vorwiegend im Juni und Juli. Die bisher genauer untersuchte Population wächst am „Weißen Berg“ bei Darmstadt und Pfungstadt. In diesem Gebiet findet man Flugsanddünen, Kiefernwälder und Steppenrasen. *Linum perenne* ist durch die Bundesartenschutzverordnung als vom Aussterben bedroht gekennzeichnet und ist wie *Linum leonii* besonders geschützt.

Abgesehen von ihrer Wuchshöhe, die je nach Standort sehr stark variieren kann, sehen sich die beiden Arten zum verwechseln ähnlich. Sicheres Un-

terscheidungsmerkmal ist hier die Blütenmorphologie. Während *Linum leonii* homostyle Blüten besitzt (Abb. 2), sind die von *Linum perenne* heterostyl.

Genetische Analyse

Um eine Aussage über die genetische Diversität der beiden Arten machen zu können, wurde eine so genannte AFLP-Analyse (**A**mplified **F**ragment **L**ength **P**olymorphism) vorgenommen. Mit Hilfe dieses Verfahrens wird eine relativ große Zahl von verschiedenen großen, undefinierten DNA-Abschnitten vervielfältigt, und die auf diese Weise erhaltenen Fragmente von verschiedenen Individuen werden miteinander verglichen. Aus diesem Vergleich ergibt sich, ob ein bestimmtes DNA-Stück in einem Individuum vorhanden ist oder nicht. Auf dieser Grundlage können verschiedene Werte berechnet werden, mit deren Hilfe z.B. Aussagen über die genetische Vielfalt getroffen werden können. Aus der AFLP-Untersuchung unserer drei Populationen ergaben sich 202 Fragmente, wovon je nach Art und Standort eine unterschiedliche Zahl polymorph war (Tab. 1).

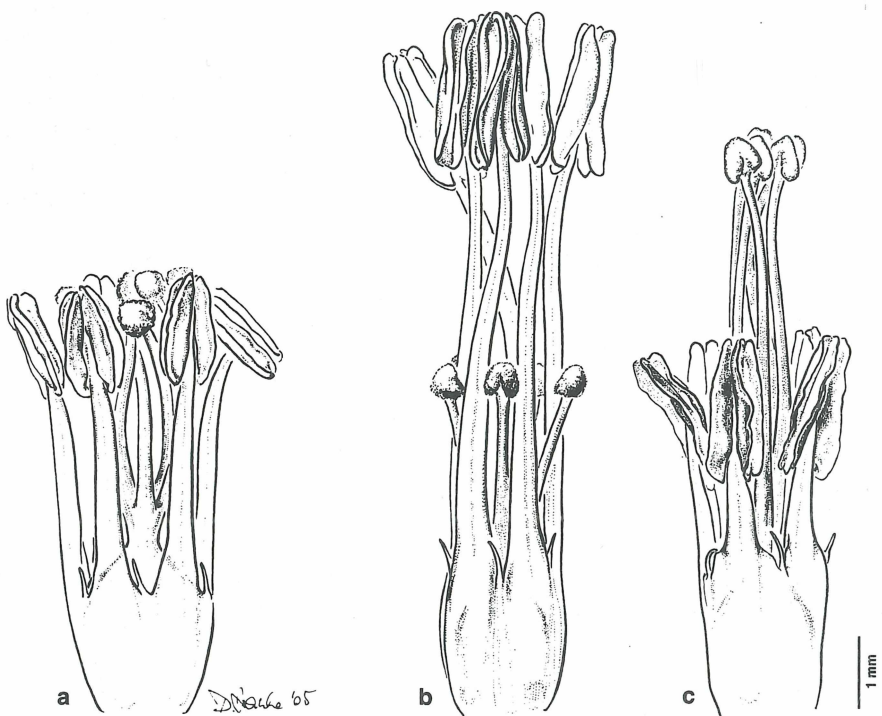


Abb. 2.: Blick auf den Staubblattkreis und die Fruchtblätter nach Entfernung der Kelch- und Kronblätter. a) *L. leonii*, homostyl, b) *L. perenne* ssp. *perenne*, Kurzgriffel, c) *L. perenne* ssp. *perenne*, Langgriffel.

Tab. 1: Genetische Vielfalt der untersuchten Lein Populationen. N: Anzahl untersuchter Individuen, S: Shannon's Information Index, H: Nei's Gendiversität

Art	Population	N	Anzahl polymorpher Fragmente	S	H
<i>L. leonii</i>	Apfelberg	20	78 (38,61 %)	0,1903	0,1267
<i>L. leonii</i>	Dockendorf	5	25 (12,38 %)	0,0585	0,0376
<i>L. perenne ssp. perenne</i>	Darmstadt	19	184 (78,30 %)	0,3685	0,2431

Betrachtet man die ermittelten Werte (Tab. 1), so wird deutlich, dass *Linum perenne* eine größere genetische Diversität besitzt als *Linum leonii* (höhere Zahl polymorpher Fragmente, höherer Shannon Index und Nei's Gendiversität). Dieser Unterschied hat zwei Ursachen. Der Vergleich der zwei *L. leonii* Populationen macht deutlich, dass genetische Diversität von der Populationsgröße abhängt, denn in der sehr kleinen Dockendorfer Population ist die genetische Variabilität sehr reduziert. Der Unterschied zwischen *L. leonii* und *L. perenne ssp. perenne* hingegen, ist auf die Selbstbefruchtung von *L. leonii* zurückzuführen. Dieses Fehlen an Vielfalt, wie sie beim Lothringer Lein zu beobachten ist, v.a. in der Dockendorfer Population, kann zur Folge haben, dass die Population schlechter auf Veränderungen in ihrer Umwelt reagieren kann, oder dass Gene mit negativen Auswirkungen in einer Population akkumulieren (Inzuchtdepression). Daher ist es von besonderer Wichtigkeit, auch in Zukunft eine bestimmte Populationsgröße aufrechtzuerhalten, da nur so die genetische Vielfalt gewahrt werden kann.

Im hier beschriebenen Projekt werden auch Kreuzungsexperimente durchgeführt, mit deren Hilfe herausgefunden werden soll, welche genetischen Mechanismen für die Entstehung von Homostylie aus Heterostylie verantwortlich sind.

Literatur

OCKENDON, D.J. (1971). Biosystematic studies in the *Linum perenne* group. *New Phytologist*, 67, 787-813.

Anschrift der Verfasser:

Miriam Repplinger und Joachim W. Kadereit, Institut für Spezielle Botanik und Botanischer Garten, Johannes Gutenberg-Universität, D-55099 Mainz

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Faunistische und Floristische Mitteilungen aus dem »Taubergrund«](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Repplinger Miriam, Kadereit Joachim W.

Artikel/Article: [Evolution und genetische Diversität von *Linum leonii* 1-5](#)