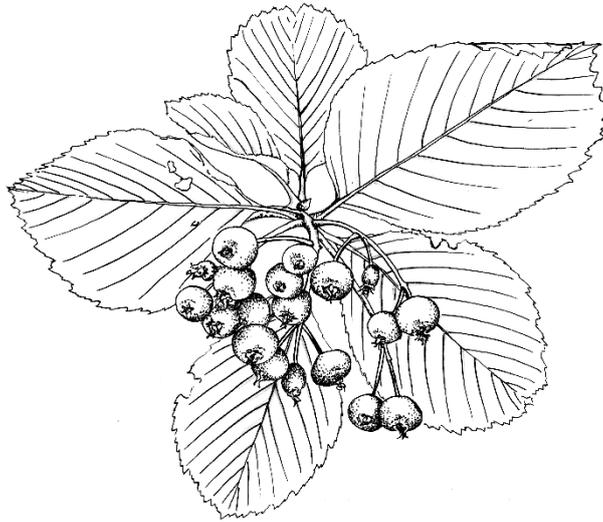


UNIVERSITÄT  
BAYREUTH



## MASTERARBEIT

# Die morphologische und karyologische Diversität der *Sorbus aria* s.l. auf der Nördlichen und Mittleren Frankenalb



Verfasserin  
**Lea Friederike Schott**

angestrebter akademischer Grad  
Master of Science

An der Fakultät II Biologie-Chemie-Geowissenschaften Fachgruppe Biologie

Im Studiengang „Biodiversität & Ökologie“  
Matrikelnummer: 1277078

Erstprüfer: PD Dr. Gregor Aas  
Zweitprüfer: Prof. Dr. Sigrid Liede-Schumann

Bayreuth, März 2015

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	II
Abstract .....	III
1. Einleitung.....	1
1.1. Allgemeines.....	1
1.2. Die Blattmorphologie der <i>Sorbus aria</i> s.l. ....	5
1.3. Natur- und Artenschutz.....	7
1.4. Ziel der Masterarbeit.....	8
2. Material und Methoden.....	9
2.1. Untersuchungsgebiet.....	9
2.2. Probenahme.....	11
2.3. Blattmorphologische Untersuchung.....	13
2.4. Karyologische Untersuchung.....	17
2.5. Statistische Auswertung .....	21
3. Ergebnisse .....	24
3.1. Durchflusszytometrie .....	24
3.2. Morphologie.....	27
3.3. Bestimmungsschlüssel von <i>Sorbus aria</i> s.l. auf der Nördlichen und Mittleren Frankenalb nach blattmorphologischen Merkmalen .....	45
3.4. Morphologie versus Microsatelliten .....	48
4. Diskussion .....	49
5. Zusammenfassung.....	56
Literaturverzeichnis .....	59
Abbildungsverzeichnis.....	63
Tabellenverzeichnis.....	65
Anhang.....	- 1 -
Eigenständigkeitserklärung zur Masterarbeit.....	- 11 -

# Morphological and caryological diversity of *Sorbus aria* s.l. on the Franconian Jura

## Abstract

The submediterranean floral element *Sorbus* L. (European rowan and Whitebeam) belongs to the rose family (Rosaceae). Due to characteristic reproduction mechanisms such as hybridization and apomixis it is considered as a morphologically diverse genus. Therefore, it is often dealt as species aggregate. One of those aggregates, *S. aria* s.l. consists of diploid, triploid and tetraploid individuals. *S. aria* s.l. favours bright and calcareous habitats. Especially on the Franconian Jura (Northern Bavaria, Germany) it forms an important part of the landscape and can be primarily found at forest edges and in sparse pine forests. The aim of this study is to examine the current morphological consistency and the correlation of morphology and karyology of *S. pannonica* Kárpáti, a micro species within the *S. aria* s.l. Hence, 87 individuals of 18 *S. aria* s.l. populations between Bayreuth and Bamberg (Northern Franconian Jura) as well as near Regensburg (Middle Franconian Jura) have been sampled. 19 morphological leaf traits of 261 leaves and the ploidy level of 49 of the 87 individuals have been assessed. The morphological traits have been measured via WinFOLIA, a computer image analysis system. The ploidy level has been measured by using flow cytometry. A cluster analysis, based on the 19 morphological leaf traits, revealed a diversity of seven morphologically distinct groups, which are correlated with ploidy level. There is one diploid *S. aria* s.str. group with large and thin leaves and a high number of leaf veins, one triploid *S. pannonica* x *S. aria* s.str. group with well-marked lobes, which might conform with *S. austriaca* (Beck) Hedl. and one tetraploid *S. danubialis* group with small leaves and a low number of leaf veins. Additionally, there are four different *S. pannonica* groups, which differ particularly regarding leaf size, lobe angle and leaf thickness and seem to occur in Hungary, too. Such high plasticity of the *S. pannonica* can be potentially explained by facultative apomixis or the existence of several different clones. For future conservation projects one should primarily consider to preserve habitats of known high diversity of *Sorbus aria* s.l. Especially, the cultivation of the woods and the hoofed game management need to be changed. The density of tree individuals should be reduced in order to provide adequate light for the natural regeneration. This seems to be a good way to sustain the ongoing evolutionary processes of *S. aria* s.l.

## 5. Zusammenfassung

Die strauch- bis baumförmige Gattung *Sorbus* L. (Mehl- und Vogelbeeren) zählt zur Familie der *Rosaceae* (Rosengewächse). Innerhalb dieser Gattung existieren diverse untereinander sehr ähnliche morphologische Formen, die sich durch komplexe Reproduktionsmechanismen, wie Hybridisierung, Rückkreuzungen und Apomixis erklären lassen. Aufgrund dieses unübersichtlichen Formenreichtums, wird *Sorbus* L. oft nur als Artenaggregate bearbeitet.

Eines dieser Artenaggregate ist *Sorbus aria* s.l. Es besteht aus diploiden, triploiden und tetraploiden Individuen. *Sorbus aria* s.l. bevorzugt lichte Lebensräume mit kalkreichen Böden. Diese finden man besonders auf der Frankenalb (Nordbayern, Deutschland) vor. Hier ist *Sorbus aria* s.l. stellenweise landschaftsprägend und in erster Linie an Waldmänteln und in lichten Kiefernwäldern zu finden.

Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt vor allem auf der mutmaßlich obligat apomiktischen *Sorbus pannonica* Kárpáti, eine Kleinart innerhalb der *Sorbus aria* s.l. Zwischen den Städten Lichtenfels und Eichstätt gilt sie als morphologisch und karyologisch einheitlich.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die morphologische und karyologische Einheit der *Sorbus pannonica* Kárpáti zu untersuchen und ob eine Korrelation zwischen morphologischen Parametern und Karyologie existiert.

Dafür wurden insgesamt 87 Individuen von 18 Populationen zwischen Bayreuth und Bamberg (Nördliche Frankenalb) sowie bei Regensburg (Mittlere Frankenalb) beprobt. Folgende 19 morphologische Parameter von insgesamt 261 Blättern wurden mittels WinFOLIA, einem Bild-Analyse-System, gemessen: Blattumfang (cm), Blattfläche (cm<sup>2</sup>), Blattlänge (cm), Blattbreite (cm), Position der max. Blattbreite (%), Verhältnis max. Blattlänge zu max. Blattbreite, Formkoeffizient, Winkel der Blattbasis (°), Winkel der Blattspitze (°), Position des max. Einschnitts links des Blattes (%), Position des max. Einschnitts rechts des Blattes (%), Anzahl der Zähne, mittlere Zahnhöhe (cm), Zahnbreite (cm), Anzahl Lappen, Lappenhöhe (cm) sowie Lappenbreite (cm). Des Weiteren wurde die Anzahl der Blattnerven gezählt und die spez. Trockenmasse aus Blattfläche (cm<sup>2</sup>) und Trockenmasse (g) berechnet. Der Ploidiegrad von 49 der 87 beprobten Individuen wurde mittels Durchflusszytometrie ermittelt.

Die morphologischen Daten wurden mit dem Kolgomorov-Smirnov Anpassungstest auf Normalverteilung und mittels bivariater Korrelationsanalyse nach Spearman auf lineare Zusammenhänge getestet. Eine Clusteranalyse (Proximitätsmaß: Euklidische Distanz), beruhend auf der Variation aller morphologischer Parameter wurde durchgeführt. Um Unterschiede zwischen den Gruppen der Clusteranalyse feststellen zu können, wurde für die normalverteilten Parameter eine Einfaktorielle ANOVA mit Varianzhomogenitätstest nach Levène und einem Post-hoc Test mit Bonferroni-Korrektur durchgeführt. Die nicht-normalverteilten Parameter wurden mittels Kruskal-Wallis Rangsummentest mit nachfolgendem paarweisen Mann-Whitney-U Test geprüft. Ein Test auf prozentuale Ähnlichkeit (similarity percentage, SIMPER) identifizierte die Parameter, die am stärksten für die Gruppenbildung in der Clusteranalyse verantwortlich sind.

Die Clusteranalyse konnte sieben morphologisch distinkte Gruppen aufdecken, die mit dem Ploidiegrad korreliert sind:

Die diploide *Sorbus aria* s.str. Gruppe mit großen, dünnen lanzettlichen Blättern und einer hohen Anzahl an Blattnerven, eine triploide *Sorbus pannonica* x *Sorbus aria* s.str. Gruppe mit ausgeprägten Lappen, die am ehesten der *S. austriaca* (Beck) Hedl. entspricht und eine tetraploide *Sorbus danubialis* mit kleinen, derben rhombischen Blättern und einer geringen Anzahl an Blattnerven. Des Weiteren gibt es vier tetraploide *Sorbus pannonica* Gruppen, die sich hauptsächlich durch Blattgröße, Winkel der Blattspitze und Blattdicke unterscheiden. Damit ist *S. pannonica* morphologisch nicht einheitlich. Diese hohe Plastizität der *S. pannonica* kann wahrscheinlich auf fakultative Apomixis oder auf die Existenz von mehreren unterschiedlichen Klonen zurückzuführen sein.

Aktuelle Untersuchungen in Ungarn beschränken sich auf morphologische Vergleiche. Die karyologische Situation der *S. aria* s.l. in Ungarn ist daher gänzlich unbekannt. Es konnte allerdings bestätigt werden, dass einige der in dieser Arbeit untersuchten *S. pannonica* Individuen dessen entsprechen, was in Ungarn als *S. graeca* bezeichnet wird.

Die Diversität der *S. aria* s.l. auf der Frankenalb kann nur erhalten werden, wenn der aktuelle Waldumbau hin zur *Fagus sylvatica* L. in Lebensräumen mit hoher *Sorbus aria* s.l. Diversität verhindert wird. Innerhalb dieser Lebensräume sollte die Individuendichte von anderen Laubbäumen reduziert werden, um für eine ausreichende Lichtversorgung für *S. aria* s.l. und damit für eine gute Naturverjüngung zu sorgen. Auch die Kontrolle des Schalenwildbestands scheint ein wichtiger Faktor zu sein.

So kann *S. aria* s.l. auch in Zukunft ein landschaftsprägendes Element der Frankenalb bleiben.