



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Pollenmorphologische Untersuchungen an  
ausgewählten endemischen Alpenpflanzen“

verfasst von

Christina Oberndorfer

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 406 445

Studienrichtung lt. Studienblatt: Lehramtsstudium UF Mathematik und UF Biologie und  
Umweltkunde

Betreuerin / Betreuer: ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Reinhard Zetter



*In der Ruhe liegt  
die Kraft!*

*eine Arbeit, die mich an meine tolle Studienzeit mit vielen  
lieben Menschen erinnern soll*



## Danksagung

Besonders in der Planungsphase stand mir Frau Professor Luise Ehrendorfer-Schratt hilfreich zur Seite und dafür möchte ich mich sehr herzlich bedanken.

Vielen Dank an Herrn Professor Reinhard Zetter, der mir in der Themenwahl jede Freiheit gelassen hat und mich in meiner Arbeit sehr unterstützt hat. Die Diplomarbeitszeit hat mir nicht nur großen Spaß gemacht, weil ich die Arbeit sehr spannend fand, sondern auch, weil mir das gesamte Kollegium sehr ans Herz gewachsen ist. Danke an meine Mitkämpfer im Diplomandenkammerl, die mir jeder Zeit mit Rat und Tat zur Seite standen und immer ein Späßchen auf Lager hatten. Die Zeit wäre auch nicht so lustig gewesen, wenn ich nicht so tolle Freunde hätte. Danke an unsere spitzen Diplomarbeitsschreiberinnenrunde! Das haben wir gut gemacht und ich freue mich schon, wenn nach einander die Korken knallen!

Vielen Dank auch an meine Sandkastenfreundin Martina, die mich bei einer meiner Touren begleitete und fleißig Pflänzchen einsackte und protokollierte. Ich hoffe, du hast die Lust am Wandern nicht verloren ;).

Auch zuhause in Oberösterreich viel mir die Arbeit nicht allzu schwer, weil meine Cousine Lisa und ich schon wissen, wie man sich Lerndates versüßt (Schokolade und Kuchen ☺).

*DANKÉ an meine Familie, die mich schon 24 Jahre in jeder Hinsicht unterstützt. Daheim ist's schon am schönsten, aber jetzt geht's noch schnell nach Innsbruck, and after all: back to the roots! (hoffentlich ☺)*



## Abstract

The study of endemic taxa and Endemism has a long history and has been of great interest to human beings for a long time. The word "endemic" was first used in literature by Candolle 1820. Endemics are plants or animals that are restricted to a specific geographic area. Usually they are small restricted taxa. 748 (sub-)endemic plant and animal species have been identified in Austria. The extinction of Austrian endemic taxa would mean a worldwide extinction. For this reason, Austria has a major responsibility for its endemic plants and animals and any research on these *diamonds* contributes to their protection. With this thesis the pollen grains of 17 (sub-) endemic Austrian alpine plants (species and subspecies) were examined by light and scanning electron microscopy and detailed descriptions are given.

## Zusammenfassung

Endemismus ist ein Phänomen, das den Menschen schon lange beschäftigt. Bereits 1820 wurde der Begriff „endemisch“ zum ersten Mal in der Literatur von Candolle verwendet. Als Endemiten werden in der Biologie Pflanzen und Tiere bezeichnet, die auf ein bestimmtes Areal beschränkt sind. Es handelt sich um kleinräumig verbreitete Taxa. In Österreich kommen 748 (sub-)endemische Pflanzen- und Tierarten vor. Ein Aussterben eines österreichischen Endemiten bedeutet ein weltweites Aussterben. Die Erforschung der Endemiten ist von großer Bedeutung und trägt zu deren Schutz bei. Mit dieser Arbeit wurde eine pollenmorphologische Untersuchung von 17 in Österreich (sub-)endemischen Alpenpflanzen durchgeführt. Der Pollen dieser Taxa wurde lichtmikroskopisch wie auch rasterelektronenmikroskopisch untersucht, dargestellt und es wurden detaillierte Beschreibungen der Pollenkörner durchgeführt.



# INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung.....	1
2 Endemismus.....	2
2.1 Begriffserklärung und Kategorien.....	2
2.2 Wie kommt es zum Phänomen Endemismus?.....	4
2.3 Verteilung von Endemiten.....	5
2.3.1 Endemismus weltweit.....	5
2.3.2 Endemismus in Europa.....	7
2.3.3 Endemismus in den Alpen.....	7
2.3.4 Endemismus in Österreich.....	8
3 Endemitensteckbriefe.....	11
4 Material und Methode.....	26
5 Terminologie.....	29
6 Ergebnisse – Pollenbeschreibungen.....	32
7 Diskussion.....	38
8 Literaturverzeichnis.....	40
9 Tafeln I-IX.....	43
10 Lebenslauf.....	63



## 1 Einleitung

Der Wissenschaftszweig, der sich mit der Untersuchung von Sporen und Pollenkörnern (und anderen Palynomorphen) beschäftigt, wird Palynologie genannt. Sporen und Pollenkörner sind Verbreitungs- und Reproduktionseinheiten von Landpflanzen und werden in Sporangien oder Antheren gebildet. Die Wand der Sporen und Pollenkörner besteht aus zwei Abschnitten. Innen liegt die Intine, die aus Zellulose und Pektin besteht. Der äußere Abschnitt wird als Exine bezeichnet und ist zum größten Teil aus Sporopollenin aufgebaut. So unterschiedlich die einzelnen Pflanzen aussehen, so vielgestaltig ist auch der Pollen. Die Unterschiede können zum Beispiel in Form und Größe der Pollenkörner und in Struktur beziehungsweise Skulpturgestaltung der Exine liegen. Bestimmte Merkmale der Sporen- und Pollenmorphologie sind taxonomisch von großer Bedeutung (Hesse, et al., 2009).

Die Palynologie ist einerseits eine Grundlagenforschung und andererseits für viele andere Wissenschaften eine Hilfswissenschaft. In der forensischen Palynologie wird zum Beispiel versucht mit Hilfe von Pollenkörnern Kriminalfälle zu klären. Die Ergebnisse der Palynologie sind wichtig für systematische Arbeiten, Paläontologie, Biostratigraphie oder Vegetationskunde.

Viele Gattungen und Arten sind lichtmikroskopisch bereits erfasst, doch fehlen rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen, die eine genauere Untersuchung ermöglichen. Die vorliegende Arbeit beinhaltet eine pollenmorphologische Analyse von 17 Taxa, von denen lichtmikroskopische wie auch rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen und detaillierte Beschreibungen gemacht wurden. Die Arbeit wurde im Rahmen „in Österreich endemische Alpenpflanzen“ durchgeführt. Im Folgenden soll ein theoretischer Überblick zum Thema Endemismus gegeben werden. Die ausgewählten Endemiten werden in Steckbriefen charakterisiert und der Kern dieser Arbeit steckt in den Pollenbeschreibungen sowie den erstellten Tafeln.

## 2 Endemismus

### 2.1 Begriffserklärung und Kategorien

Das Wort „endemisch“ und davon abgeleitet Endemit und Endemismus stammt vom altgriechischen *éndemos* und heißt so viel wie „einheimisch“. Das Endemismus- Konzept hat eine lange Geschichte und der Begriff wurde erstmals 1820 von Candolle eingeführt, also lange vor zum Beispiel „natürliche Selektion“ durch Darwin (Rabitsch & Essl, 2009).

Cowling (2001) schreibt: „*Endemic taxa are those restricted to a specified geographical area.*“ Korrekterweise wird der Begriff also in Bezug auf ein Gebiet verwendet. In globalem Zusammenhang sind alle Taxa endemisch und es gäbe relativ wenig zu diesem Thema zu sagen. In den meisten Forschungsarbeiten werden Endemiten als jene Taxa bezeichnet, die nur ein relativ kleines Verbreitungsareal haben (Cowling, 2001). Taxa, die fast überall auf der Erde vorkommen, bezeichnet man als Kosmopoliten (griech. *kósmos* = Welt, *polítes* = Bürger) (Langer & Sauerbier, 1997).

Das Endemismus- Konzept lässt sich unter verschiedenen Gesichtspunkten beleuchten. Cowling (2001) kategorisiert Endemiten nach ihrem räumlichen Verteilungsmuster, nach ihrem abgeleiteten evolutionären Alter und nach der lokalen Abundanz.

#### A) räumliche Verteilung

In diesem Zusammenhang werden Endemiten üblicherweise in vier verschiedenen Kontexten von räumlicher Verbreitung kategorisiert: eingeschränktes Verbreitungsgebiet, Biotop, biogeographische Region und politisches Gebiet (Cowling, 2001). In der Zusammenstellung von Rabitsch & Essl (2009) wurde der politische Kontext gewählt und es wurden (Unter-)Arten, die nur innerhalb der Republik Österreich (und geringfügig außerhalb) vorkommen, bearbeitet.

*Achillea clusiana* TAUSCH 1821 kommt ausschließlich in den nordöstlichen Kalkalpen vor. Sie ist ein Endemit der nordöstlichen Kalkalpen (Fischer, et al., 2008). Für die Beantwortung der Frage, wann ein Taxon als Endemit gilt, ist also nach der genannten Definition die Größe des Areals entscheidend. Für die unterschiedlichen taxonomischen Rangordnungen gelten klarerweise unterschiedliche Richtlinien. Allgemein gültige festgelegte Schwellenwerte für die unterschiedlichen taxonomischen Rangordnungen gibt es nicht. Nach Rabitsch & Essl (2009) ergibt eine Auswertung der Literatur für die

meist verwendete Obergrenze für mobile Arten und Unterarten eine Fläche von 50.000km<sup>2</sup>, sodass Arten noch als kleinräumig verbreitet bezeichnet werden dürfen.

In der Biologie wird für Taxa mit engem Areal und enger räumlicher Verteilung auch der Begriff „Stenochore“ verwendet.

#### B) abgeleitetes evolutionäres Alter

In Bezug auf das evolutionäre Alter wird Endemismus als ein zeitliches Phänomen beschrieben. Crowling (2001) beschreibt Englers Schema, das 1882 publiziert wurde:

- Neoendemiten: umfasst Cluster von nahverwandten Arten und Unterarten, die sich vor kurzer Zeit entwickelt haben
- Paläoendemiten: umfasst phylogenetisch hochrangige Taxa, die als evolutionäre Relikte gesehen werden

Paläoendemiten oder „living fossils“ sind also jene Taxa mit langer Geschichte, während der sie bis fast zum Aussterben gebracht wurden. Neoendemiten sind vergleichsweise vor kurzer Zeit entstanden und haben deshalb noch ein eingeschränktes Verbreitungsgebiet (Ferguson, et al., 1997).

Eine allgemein gültige Trennlinie zwischen den beiden Unterscheidungen existiert nicht. Häufig wird die Wende zwischen Tertiär und Quartär (vor circa 1,8 Mio. Jahren) als Schwellenwert verwendet und alle Taxa, die sich während der letzten Eiszeiten entwickelten und heute ein geringes Verbreitungsareal haben, gelten als Neoendemiten (Rabitsch & Essl, 2009).

#### C) lokale Abundanz

In dieser Kategorie steht die absolute Zahl oder der relative Anteil von Endemiten eines Gebietes im Mittelpunkt. Wieder können biogeographische Bezugsgebiete oder nicht natürliche Abgrenzungen von Bezugsräumen gewählt werden (wie zum Beispiel politische Grenzen). In diesem Zusammenhang ist auch der Begriff Subendemiten zu nennen, der allerdings in der Literatur selten zu finden ist. Handelt es sich bei Taxa um „Fast- Endemiten“, so werden sie als Subendemiten bezeichnet. Es sind also all jene, die geringfügig außerhalb des Gebietes vorkommen.

*Primula clusiana* TAUSCH ist ein Subendemit der nordöstlichen Kalkalpen und kommt auch in den Berchtesgadener Alpen vor (Fischer, et al., 2008).

## 2.2 Wie kommt es zum Phänomen Endemismus?

„*Nothing in Biology makes sense, except in the light of evolution.*“ (Theodosius Dobzhansky, 1973) - Und die zahlreichen und komplizierten Gründe, die zum Phänomen des Endemismus führen, findet man, indem man weit in der Erdgeschichte zurück blickt.

Die Reise in die Vergangenheit soll in einem Zeitabschnitt der Erdgeschichte beginnen, den man Pleistozän (Eiszeitalter) nennt. Der Beginn des Pleistozäns war neuesten Datierungen zufolge etwa 2,588 Millionen Jahre vor heute (Cohen & Finney, 2013). Vor dieser Zeit, im Tertiär, herrschte in Europa ein relativ stabiles, subtropisches Klima und immergrüne oder artenreiche, laubwerfende Laubwälder dominierten. Am Ende des Tertiärs, im Pliozän vor 5,3-1,8 Millionen Jahren, verschlechterte sich das Klima und das darauffolgende Pleistozän war durch eine Vielzahl an Kalt- und Warmzeiten (Glaziale und Interglaziale) geprägt (Veit, 2002). Aufgrund der Bildung großer Eismassen auf den Kontinenten sank der Meeresspiegel und flache Gebiete von oft riesiger Fläche vielen trocken (Van Husen, 1987). Von Norden und von den Hochgebirgen sind die Gletscher während der Glaziale immer wieder vorgedrungen. Dies verursachte erhebliche Wanderungen, Fragmentierung und das Aussterben von Populationen (Tribisch & Schönswetter, 2003). Aufgrund der ausgeprägten geographischen und orographischen Gliederung Europas wurden Wanderbewegungen zum Teil verhindert, wodurch die europäische Fauna und Flora stark verarmte (Lang, 1994). Das Eiszeitalter hatte großen Einfluss auf die Zusammensetzung der europäischen Fauna und Flora. Die heutigen Areale vieler Arten sind darauf zurückzuführen (Svenning, et al., 2008).

Besonders stark betroffen waren die Organismen der vergletscherten Gebiete in Nord- und Mitteleuropa. Im Alpenraum werden die vier bekannten Eiszeiten Günz, Mindel, Riss und Würm nach bayerisch- schwäbischen Flüssen benannt. In der Würmeiszeit waren 43% der Fläche von Österreich vergletschert (Van Husen, 1987; Veit, 2002). In dieser Phase lag die klimatische Schneegrenze 1000-1500m tiefer als heute (Veit, 2002). Eisfreie Gebiete lagen in den südlichen Ostalpen, den östlichen Zentralalpen und am nordöstlichen Alpenostrand (Van Husen, 1987; Tribisch & Schönswetter, 2003; Tribisch, 2004). Sie waren Zufluchtsorte, Refugialgebiete, für viele Tiere und Pflanzen und so auch

für die heutigen Endemiten. Ein Refugium ist ein ökologisch stabiles, geographisches Gebiet, das während kalten/warmen und feuchten/trockenen Perioden des Quartärs Habitate zur Verfügung stellte, sodass Populationen mehr oder weniger in situ überleben konnten. Ein Refugium war in allen Stadien des Quartärs mehr oder weniger immer an derselben Stelle, zum Beispiel in hohen Gebirgszügen, die nie vollständig vergletschert waren. In diesen Refugien fand lokale Migration als Antwort auf Klimaschwankungen vertikal statt. Innerhalb eines Refugiums mussten ähnliche klimatische und edaphische Konditionen herrschen, um das Überleben von Populationen zu sichern. Gipfel, die über den Eisschildern herausragten werden Nunatakker genannt und nach der Nunatakker Hypothese stellen sie wichtige Refugialräume dar. Aufgrund der hohen Habitatdiversität konnten warme und kalte sowie trockene und feuchte Perioden leichter abgepuffert werden (Tribsch & Schönswetter, 2003). In den Tiefländern fanden nur wenige (Organismen) Endemiten Zuflucht, obwohl diese Gebiete nie vergletschert waren. Offenbar waren die wiederholten ökologischen Veränderungen zu extrem (Tribsch, 2004).

Die Eiszeiten haben dazu beigetragen, dass ursprünglich zusammenhängende Areale getrennt wurden. Evolutionäre Vorgänge wurden aufgrund von Selektionsdruck beschleunigt und es kam zur Sippendifferenzierung (Lang, 1994; Schönswetter, et al., 2005). Der erneute Kontakt von verwandten Taxa führte zu Hybridisierung und zu Allopolyploidisierung, was die Weiterentwicklung einer Ausgangssippe in zwei getrennte Sippen (Vikariismus) begünstigte. Manche konnten sich postglazial nur mehr wenig ausbreiten und es kam zur Ausbildung von Endemiten (Lang, 1994).

## 2.3 Verteilung von Endemiten

### 2.3.1 Endemismus weltweit

Endemismus ist ein weltweites Phänomen. Die globale Verteilung der Endemiten ist allerdings nicht zufällig. Nach der *Rapoport's Rule* nimmt die durchschnittliche Größe von Arealen mit der geographischen Breite zu. Diese Regel gilt für die meisten taxonomischen Gruppen und demnach sind Endemiten in polnahen Gebieten deutlich seltener als in äquatorialen Regionen (Cowling, 2001). Mit zunehmender geographischer Breite waren vergangene Klimaschwankungen deutlicher und stärker ausgeprägt, was als Grund für dieses Phänomen gesehen wird (Jansson, 2003). Auf den Kontinenten der

Südhemisphäre gibt es allerdings viele Verbreitungsmuster von Taxa, die mit der *Rapoport's Rule* nicht konform gehen (Cowling, 2001).

Viele Endemiten- Hotspots liegen auf den Kontinenten der Südhalbkugel, was wohl mit ihrer langen Isolation zusammenhängt (Zoller, 2005). Außerdem waren die Gebiete der dortigen mittleren und höheren Breitengrade im Pleistozän nie vergletschert (Cowling, 2001).

Ausgesprochen hoch ist der Anteil an endemischen Taxa in geographisch isolierten Gebieten wie alten Gebirgen oder Seen und Inseln (Jansson, 2003). Große kontinentale Inseln, wie Madagaskar, Neukaledonien und Neuseeland, beheimaten die größte Anzahl an endemischen Taxa (besonders an höheren Pflanzen). Kontinentale Inseln sind typischerweise reich an Paläoendemiten, während einige Taxa in ozeanischen Inseln, wie den Kanaren und Hawaii, eine umfangreiche adaptive Radiation durchlaufen haben (Cowling, 2001).

Neuseeland ist eine 70 Millionen Jahre alte Insel und 1.640km vom nächsten Festland (Australien) entfernt. Aufgrund der isolierten Lage und der Ausdehnung dieser Insel über 14 Breitengrade hat sich eine enorme Artenvielfalt entwickelt. Der Endemitenanteil an höheren Pflanzen in Neuseeland beträgt 81,9%. Madagaskar mit einem Endemitenanteil an höheren Pflanzen von 60-80% ist 180 Millionen Jahre alt und 410km vom Festland entfernt. Inselendemiten zeigen eine hohe Anfälligkeit auf anthropogenen Einfluss, wie etwa Lebensraumzerstörung oder Einbringung fremder Organismen (Neobiota), da es ihnen an Anpassungen fehlt. Sie sind weltweit an erster Stelle der ausgestorbenen Tier- und Pflanzenarten (Rabitsch & Essl, 2009).

Geologisch alte Seen können ebenfalls als „Inseln“ betrachtet werden und manche sind als Endemitenzentren von großer Bedeutung. Im Baikalsee und Tanganjikasee leben sogar endemische Familien. Der Viktoriasee in Ostafrika mit seinen circa 99% endemischen Buntbarscharten ist ein klassisches Beispiel für adaptive Radiation (Rabitsch & Essl, 2009).

### 2.3.2 Endemismus in Europa

In Europa liegen die Endemiten- Hotspots in den Mittelmeergebieten und in Hochgebirgen wie Alpen, Karpaten und Pyrenäen. Der übrige europäische Kontinent ist arm an endemischen Taxa. Je weiter man in den Norden kommt, umso geringer wird die Anzahl kleinräumig verbreiteter Taxa. Besonders in den Tieflagen sind Endemiten selten (Rabitsch & Essl, 2009).

Besonders reich an endemischen Taxa sind die Kanarischen Inseln mit 511 endemischen Farn- und Blütenpflanzen, was circa 48% der dort heimischen Flora entspricht. Es handelt sich um Inseln vulkanischen Ursprungs mit einer Vielzahl an tertiären Reliktendemiten aber auch Neoendemiten, die auf adaptive Radiation zurückzuführen sind. Auch die Azoren und Madeira beheimaten viele Endemiten (Rabitsch & Essl, 2009).

### 2.3.3 Endemismus in den Alpen

Die Fläche der Alpen beträgt in etwa 181.500km<sup>2</sup> und circa 113.000km<sup>2</sup> liegen über 2.000m Seehöhe. Der höchste Berg der Alpen ist der Mont Blanc mit 4.807m Seehöhe und liegt in den Westalpen. Wien befindet sich am Fuße der Alpen und der rund 1.000km lange Alpenbogen erstreckt sich vom Wiener Becken bis zum Apenin. Teile dieses Gebirgszuges liegen in Österreich, Schweiz, Deutschland, Frankreich, Lichtenstein, Italien sowie Slowenien (Veit, 2002).

Eine ausführliche Arbeit zu Endemiten der Alpen wurde von Pawlowski im Jahre 1970 verfasst. Dieser Quelle folgend gibt es circa 450 Alpen(sub-)endemiten und der Anteil an der gesamten Alpenflora beträgt 7-8%. Nur zehn Arten kommen in den Zentralalpen vor. Den gesamten Alpenraum besiedeln 70 Endemiten, die man panalpische Endemiten nennt (Langer & Sauerbier, 1997).

Tribsch & Schönswetter (2003) führten zu 288 in den Ostalpen endemischen Gefäßpflanzen Untersuchungen über deren Verteilung durch. Es konnten sieben Endemitenzentren identifiziert werden, die als eiszeitliche Refugien gelten. Von den 288 endemischen Gefäßpflanzen der Ostalpen (Tribsch & Schönswetter, 2003) sind 103 davon endemisch in Österreich (Essl, et al., 2009). Für den gesamten Alpenraum konnten neun Refugialgebiete entlang der südwestlichen, südlichen, östlichen und nördlichen Ränder der Alpen definiert werden (Schönswetter, et al., 2005).

#### 2.3.4 Endemismus in Österreich

Österreich ist ein Binnenstaat in Zentraleuropa mit einer Größe von 83.858km<sup>2</sup>. Zweidrittel des Landes werden von Bergregionen der Alpen dominiert, weshalb umgangssprachlich auch von einer „Alpenrepublik“ gesprochen wird. Die niedrigen nördlichen und südlichen Gebiete der österreichischen Alpen werden von Kalkstein und Dolomit aufgebaut, wohingegen in den höheren Zentralalpen Silikatgestein dominiert. Die höchste Erhebung der Alpen mit 3.797m Seehöhe ist der Großglockner in den Hohen Tauern und der tiefste Punkt mit 115m liegt im Neusiedlerseegebiet. 35% der Landesfläche liegen über einer Seehöhe von 1000m und 0,5% sind vergletschert. Die mittlere Jahresniederschlagsmenge liegt je nach Region zwischen 500 und 2500mm und die mittlere Jahrestemperatur variiert von 5°C bis 10°C (Essl, et al., 2009).

Österreich beheimatet 748 (sub-)endemische Taxa aus der Tier- und Pflanzenwelt. In Tabelle 1 werden die Verteilung der (Sub-)Endemiten auf die taxonomischen Großgruppen und der prozentuelle Anteil an der Gesamtartenzahl der jeweiligen Gruppe aufgelistet.

2.950 Gefäßpflanzen sind in Österreich bekannt. Zählt man wie etwa in Fischer, et al. (2008) die Kleinarten der Gattungen *Rubus*, *Ranunculus auricomus*- Gruppe und *Hieracium* dazu, so kommt man auf eine Zahl von 3.428 Farn- und Blütenpflanzen. Davon sind 151 Taxa (Arten und Unterarten) österreichische Endemiten. Darunter befinden sich auch apomiktische und autogame Formenkreise. Unter den Algen und Moosen wurden keine Endemiten festgestellt. Unter den Flechten sind 16 Taxa wahrscheinliche Endemiten. In der Organismengruppe der Pilze sind keine Endemiten bekannt. In der Tierwelt wurden bei einem Bearbeitungsgrad von zweidrittel 575 österreichische Endemiten festgestellt (Rabitsch & Essl, 2009).

Tabelle 1: Artenzahlen von in Österreich taxonomischen Großgruppen mit jeweiliger Endemitenanzahl und dementsprechendem Anteil (vgl. Rabitsch & Essl, 2009).

<b>Taxon</b>	<b>Artenzahl in Ö</b>	<b><u>Endemiten</u></b>	<b>Anteil in %</b>
<b>Pflanzen</b>	<b>11.500</b>	<b>167</b>	<b>1,4</b>
Algen	5.000	0	0
Moose	1.050	0	0
Gefäßpflanzen	2.950/3.428	151	5,1/4,4
Flechten	2.500	16	0,6
<b>Pilze</b>	<b>~10.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Tiere</b>	<b>~45.870</b>	<b>581</b>	<b>1,3</b>
Schnecken	414	80	19,3
Insekten	~37.000	345	0,9

Essl, et al. (2009) haben sich mit dem Verteilungsmuster und der Nischenbreite von endemischen Pflanzen in Österreich genauer befasst. Die Verteilung der Endemiten auf die einzelnen Bundesländer ist sehr unterschiedlich. Den Großteil findet man in der Steiermark, Kärnten und Niederösterreich. Auch die Höhenverteilung unterliegt einem deutlichen Gradienten, wobei die meisten endemischen Gefäßpflanzen in der subalpinen bis unteralpinen Höhenstufe vorkommen. Ihre maximale Artenzahl erreichen Endemiten im Allgemeinen in deutlich höher gelegenen Gebieten als die übrigen Tiere und Pflanzen in Österreich. Bezüglich edaphischer Vorlieben sind die meisten Endemiten an Karbonatstandorte gebunden und nur wenige Arten besiedeln silikatischen Untergrund. Das hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass die Refugien der Ostalpen aus Karbonatgesteinen bestehen und generell über karbonatischem Ausgangsgestein eine höhere Artendiversität vorhanden ist (Schönswetter, et al., 2005). Außerdem weisen silikatische Gebirge weniger Felsspalten, Höhlen und Klüfte auf, wodurch nur wenige Mikroklimata zum Überleben entstehen können (Langer & Sauerbier, 1997).

Bevorzugte Biotope in den Hochlagen sind Fels- und Schuttstandorte und Hochgebirgsrasen. Die höchste Zahl an endemischen Taxa einer Gattung findet man in artenreichen Gattungen, in denen Alpenpflanzen dominieren. So sind die Gattungen *Campanula*, *Dianthus*, *Draba*, *Festuca* und *Saxifraga* zu nennen. Es gibt allerdings auch große Gattungen, die keine endemischen Taxa beinhalten, wie zum Beispiel *Allium*, *Carex* oder *Viola* (Essl, et al., 2009).

### 3 Endemitensteckbriefe

Die nun folgenden Endemitensteckbriefe beinhalten den Endemietyp (Endemit, Subendemit), das Vorkommen (geographisch sowie Höhenstufe) mit Verbreitungskarten und ihre bevorzugte Habitatbindung. Die einzelnen (Unter-)Arten werden kurz beschrieben und der Gefährdungsgrad wird angegeben. Die Verbreitungskarten stammen aus Rabitsch & Essl (2009) und wurden freundlicherweise von Herrn Rabitsch digital zur Verfügung gestellt.

#### *Achillea clusiana* TAUSCH 1821

*Achillea clusiana* (Clusius-Schafgarbe) ist in den nordöstlichen Kalkalpen endemisch. Diese Art ist vom Schneeberg bis zur Prielgruppe im Toten Gebirge verbreitet und ist außerdem im Hölleengebirge vertreten. Das nördlichste Vorkommen befindet sich am Ötscher und die südlichsten liegen in den Eisenerzer-Alpen (Rabitsch & Essl, 2009).

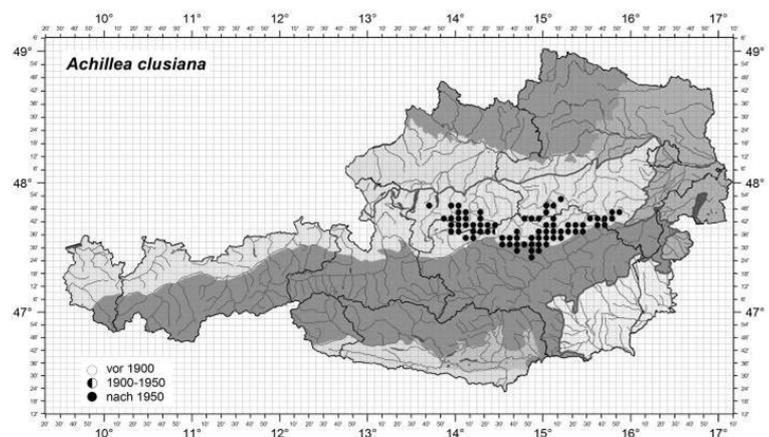


Abb. 1: Verbreitungskarte von *Achillea clusiana* (Rabitsch & Essl, 2009).

*Achillea clusiana* tritt (montan)- subalpin- alpin auf. Nach der Floristischen Kartierung Österreichs 2006 liegen die meisten Funde zwischen 1600 und 1900m Seehöhe (Rabitsch & Essl, 2009). Sie bevorzugt Karbonatschneeböden, Karbonatschneetälchen, Steinrasen und feuchte, feinerdereiche Felsschuttböden (Fischer, et al., 2008).

Die Clusius-Schafgarbe zählt zur Familie der Asteraceae, die mit ungefähr 1.629 Gattungen und mehr als 23.600 Arten die größte Familie der Blütenpflanzen ist (Panero & Crozier, 2012). Die immergrüne, mehrjährige Halbrossettenstaude erreicht eine Wuchshöhe zwischen 10 und 30cm und bildet dichte, kleine Teppiche. Sie blüht im Juli und August und ist stark aromatisch (Fischer, et al., 2008).

Früher wurde *Achillea clusiana* als Unterart von *Achillea atrata* aufgefasst (*Achillea atrata* subsp. *clusiana* (TAUSCH) HEIMERL 1884). Flavonoiduntersuchungen und auch

morphologische Daten bestätigen ihren Artstatus (Valant- Vetschera & Wollenweber, 1996).

In Österreich ist die Clusius- Schafgarbe nicht gefährdet (Nikelfeld & Schratt-Ehrendorfer, 1999).

### *Biscutella laevigata* L. subsp. *austriaca* (JORD.) MACH. - LAUR. 1926

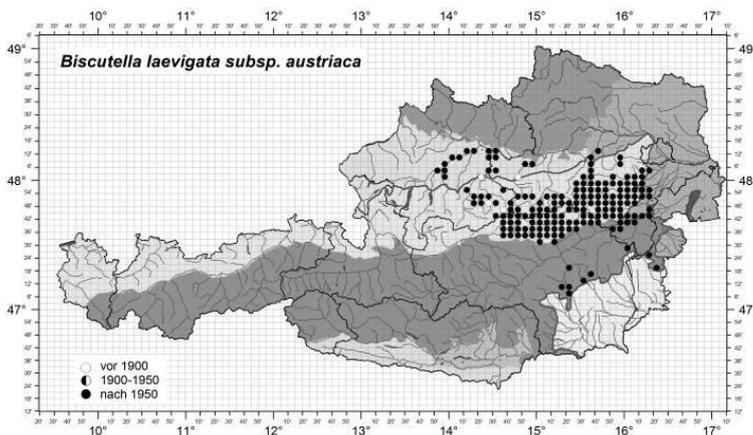


Abb. 2: Verbreitungskarte von *B. laevigata* subsp. *austriaca* (Rabitsch & Essl, 2009).

Abgesehen von diesem geschlossenen Areal gibt es noch Vorkommen entlang der alpenbürtigen Flüsse ins nördliche Alpenvorland sowie am Alpenostrand südlich von Wien. Sie ist ebenfalls in den Serpentinegebieten im Burgenland zu finden (Rabitsch & Essl, 2009).

Das Österreichische Glatt- Brillenschötchen kommt collin bis alpin vor. Es ist karbonatliebend und aufgrund der großen Höhenamplitude ist *Biscutella laevigata* subsp. *austriaca* auf sehr unterschiedlichen Karbonatstandorten zu finden. In der collinen Stufe besiedelt sie vor allem Flussschotter und steinige Magerrasen. (Sub)montan ist sie in Dolomitföhrenwäldern und alpin in Schutthalden und Magerrasen zu finden. Blühend findet man sie je nach Höhenlage zwischen Mai und September (Fischer, et al., 2008).

*Biscutella laevigata* ist eine sehr polymorphe Art. In Österreich kommen drei Unterarten vor und in Deutschland gibt es fünf weitere Unterarten. Die subsp. *laevigata* schließt westlich an das Areal von subsp. *austriaca* an und vikariiert mit ihr (Fischer, et al., 2008).

*Biscutella laevigata* subsp. *austriaca* (Österreichisches Glattbrillenschötchen) ist ein Endemit der nordöstlichen Kalkalpen. Das Zentrum liegt im Bereich zwischen Ennstaler Alpen und Alpenostrand. Abgesehen von diesem geschlossenen Areal gibt es noch Vorkommen entlang der alpenbürtigen Flüsse ins nördliche Alpenvorland sowie am

*Biscutella laevigata* subsp. *laevigata* ist auf das gesamte Österreich bezogen nicht gefährdet, allerdings besteht eine regionale Gefährdung im nördlichen Alpenvorland sowie im Pannonikum (Nikelfeld & Schratt- Ehrendorfer, 1999).

### *Campanula pulla* L. 1753

*Campanula pulla* (Dunkle Glockenblume, Österreichische Glockenblume) kommt ausschließlich in Österreich in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark, Kärnten und Salzburg vor und ist daher in Österreich endemisch. Ihre Hauptverbreitung liegt in den nordöstlichen Kalkalpen, wo sie von

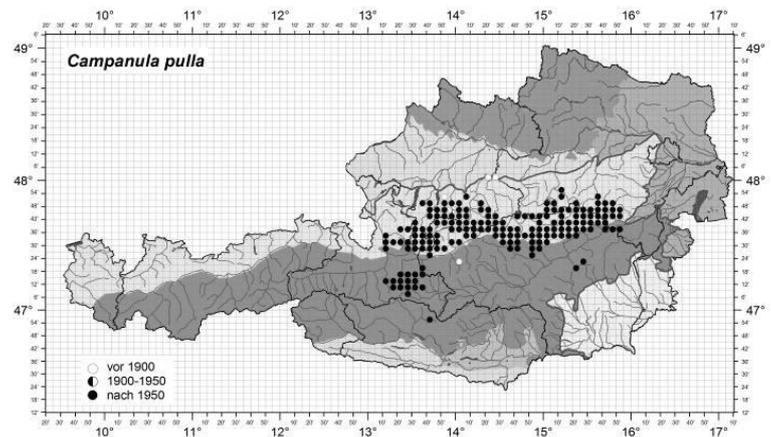


Abb. 3: Verbreitungskarte von *Campanula pulla* (Rabitsch & Essl, 2009).

Rax und Schneeberg bis zum Tennengebirge vorkommt. In den Zentralalpen ist sie nur in den Radstädter Tauern häufiger anzutreffen. In Kärnten kommt sie sehr selten im Nockgebiet vor (Rabitsch & Essl, 2009).

Die Dunkle/ Österreichische Glockenblume kommt (submontan-) subalpin- alpin vor. Es handelt sich um eine kalkstete Pflanze, die feuchte Fels- und Felsschuttfluren sowie Schneeböden und Schneetälchen besiedelt. *Campanula pulla* ist ein Hemikryptophyt und blüht zwischen Juni und August (Fischer, et al., 2008).

Die Blüten dieser Glockenblume stehen einzeln und nicken. Die Krone ist charakteristisch dunkel blauviolett gefärbt und das erste Fünftel der Länge ist in fünf breite, dreieckige Zipfel unterteilt. Die unteren und mittleren Stängelblätter sind eiförmig, wohingegen die oberen eine lanzettliche Form haben (Aichele & Schwegler, 1995).

*Campanula pulla* ist österreichweit ungefährdet (Nikelfeld & Schratt- Ehrendorfer, 1999).

## *Cerastium carinthiacum* subsp. *carinthiacum* VEST

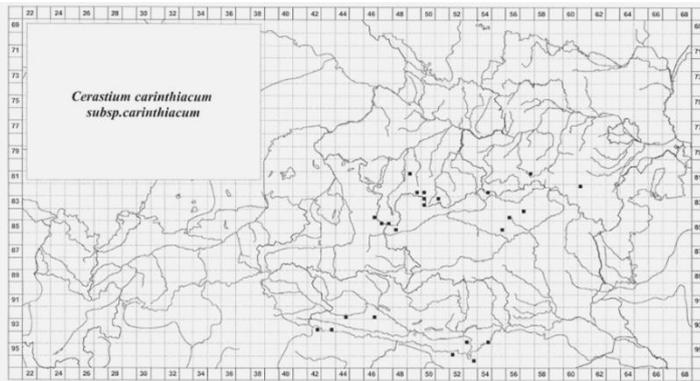


Abb. 4: Verbreitungskarte von *C. carinthiacum* subsp. *carinthiacum* (Floristische Kartierung 2006, zur Verfügung gestellt von Schratt- Ehrendorfer, L.).

*Cerastium carinthiacum* subsp. *carinthiacum* (Eigentl. Kärntner Hornkraut), zur Familie der Caryophyllaceae zählend, ist in Österreich disjunkt in den südlichen und nördlichen Kalkalpen sowie selten an Kalkstandorten der Zentralalpen zu finden. Sie kommt in allen Bundesländern außer Wien, Burgenland und Vorarlberg vor. Das Vorkommen in

Nordtirol ist allerdings fragwürdig. Außerdem wächst sie in Nordwest- Slowenien und Südtirol. Der Arealanteil in Österreich beträgt 55-65%. *Cerastium carinthiacum* subsp. *carinthiacum* ist in Österreich nicht (sub-)endemisch, da die Bedingungen (österreichischer Arealanteil mindestens 75%) knapp nicht erfüllt werden (Rabitsch & Essl, 2009). Das Eigentliche Kärntner Hornkraut kann als Endemit der nördlichen und südlichen Kalkalpen angesprochen werden.

Das Eigentliche Kärntner Hornkraut kommt (montan) – subalpin - alpin vor und blüht von Juni bis September. Es ist kalkstet und auf Felsschutt- und Felsfluren sowie in Latschengebüsch zu finden (Fischer, et al., 2008).

Wie alle Nelkengewächse besitzt auch *C. carinthiacum* eine gabelige Verzweigung. Am Ende des Stängels steht jeweils eine weiße, glockenförmige Blüte. Die Kronblätter sind tief herzförmig ausgeschnitten. Der Stängel dieser Pflanze ist liegend oder aufstehend und oft an den untersten Knoten kurzhaarig (Aichele & Schwegler, 1994). Die Art *C. carinthiacum* wird in zwei Unterarten *C. c.* subsp. *austroalpinum* (Südliches Kärntner Hornkraut) und *C. c.* subsp. *carinthiacum* unterteilt, wobei die taxonomische Abtrennung problematisch ist (Rabitsch & Essl, 2009).

*C. carinthiacum* ist in Österreich nicht gefährdet (Nikelfeld & Schratt- Ehrendorfer, 1999).

## *Dianthus alpinus* L. 1753

*Dianthus alpinus* (Ostalpen- Nelke) ist ein österreichischer Endemit und kommt vor allem in den nordöstlichen Kalkalpen vor. Im Westen ist sie bis zur Traun und im Osten bis zu Rax und Schneeberg verbreitet. Aus den Zentralalpen kennt man sie aus dem Semmeringgebiet und aus den Eisenerzer Alpen (Rabitsch & Essl, 2009).

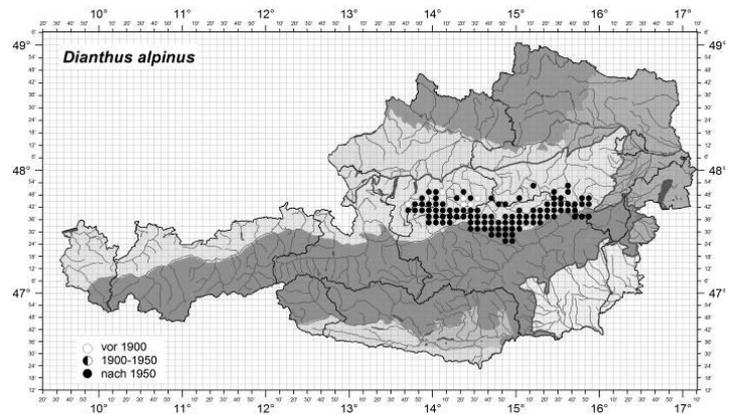


Abb. 5: Verbreitungskarte von *Dianthus alpinus* (Rabitsch & Essl, 2009).

Die Ostalpen- Nelke kommt (subalpin-) alpin vor. Sie ist eine kalkstete Pflanze und ihr Hauptvorkommen hat sie in steinigen Hochgebirgs- Karbonatrasen. Je nach Höhenlage blüht sie von Juni bis Anfang September (Fischer, et al., 2008).

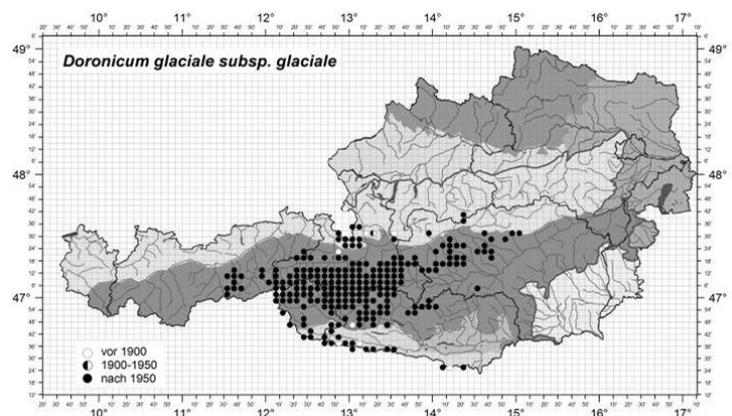
Mit ihren im Durchmesser 2 - 3cm großen, dunkelrosa bis purpurroten Blüten ist sie eine sehr attraktive Pflanze aus der Familie der Caryophyllaceae. Die Kronblätter sind am Schlund weiß gesprenkelt und vorne unregelmäßig tief gezahnt. Ihr Wuchs ist polsterartig (Aichele & Schwegler, 1994). *Dianthus alpinus* vikariiert mit der in den Ostalpen endemischen *Dianthus glacialis* (Gletscher- Nelke) (Fischer, et al., 2008).

Österreichweit ist *D. alpinus* ungefährdet (Nikelfeld & Schratt- Ehrendorfer, 1999).

## *Doronicum glaciale* (WULF.) NYMAN subsp. *calcareum* (VIERH.) HEGI 1928

Die Sippe *Doronicum glaciale* subsp. *calcareum*, zu Deutsch Kalkgamswurz, ist ein Endemit der nordöstlichen Kalkalpen. Das Vorkommen erstreckt sich vom Schneeberg bis hin zum Eibenstein.

Abb. 6: Verbreitungskarte von *D. glaciale* subsp. *glaciale* (Rabitsch & Essl, 2009).



Dazwischen auf Rax, Schneealpe, Veitsch und Gippel kommt sie in höheren Lagen durchgehend vor. Die Nordwestgrenze des Areals befindet sich am Ötscher und ein isoliertes Vorkommen ist am Hochlantsch (Grazer Bergland) zu finden. (Rabitsch & Essl, 2009)

Die Kalk- Gamswurz kommt subalpin- alpin häufig vor, sie ist kalkstet und besiedelt felsige, steinige und frische Weiderasen und Ruhschutt (Fischer, et al., 2008). Sie ist ebenfalls in Karbonatschneetälchen und – schneeböden zu finden (Rabitsch & Essl, 2009). *Doronicum glaciale* subsp. *calcareum* wird bis zu 30cm hoch und blüht von Juni bis August. Sie vikariiert mit der in den Ostalpen endemischen Unterart *D. g.* subsp. *glaciale* (Fischer, et al., 2008).

In Österreich ist die untersuchte Sippe ungefährdet (Nikelfeld & Schratt- Ehrendorfer, 1999).

### *Galium noricum* EHRENDF. 1953

*Galium noricum* (Norisches Labkraut) ist in den nordöstlichen Kalkalpen von Reichenhall bis zum Schneeberg häufig sowie in den Zentralalpen selten zu finden. Das Vorkommen außerhalb von Österreich ist geographisch sehr begrenzt.

Das Norische Labkraut kommt im Dinarischen Gebirge Sloweniens und Kroatiens und

in den Südalpen Sloweniens selten vor. Sehr selten ist auch das Auftreten in den Berchtesgadener Alpen (Rabitsch & Essl, 2009). *Galium noricum* ist somit in Österreich ein Subendemit.

Die Pflanze zählt zur Familie der Rubiaceae und kommt subalpin- alpin vor. Sie ist kalkliebend und bevorzugte Biotope sind steinige Magerrasen, Gesteinsfluren (Fischer, et al., 2008) sowie Karbonatschneetälchen und –schneeböden (Rabitsch & Essl, 2009). Sie ist oft in Gipfelregionen zu finden. Die Wuchshöhe dieser hemikryptophyten Pflanze

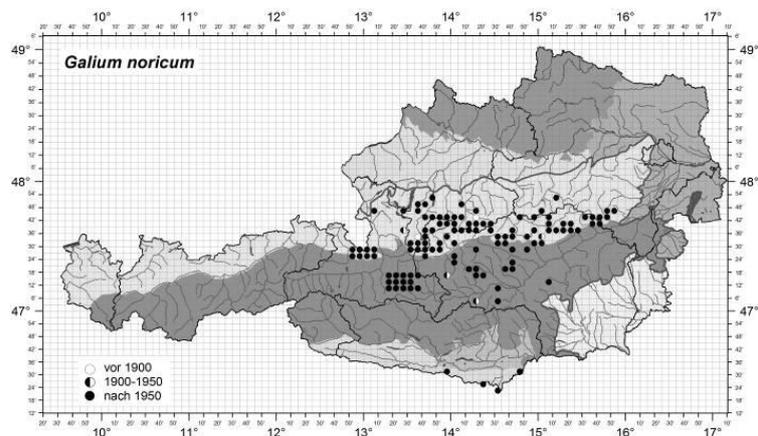


Abb. 7: Verbreitungskarte von *Galium noricum* (Rabitsch & Essl, 2009).

beträgt 2 - 10cm. Wichtige Bestimmungsmerkmale sind die spitzen, nicht grannenartigen Zipfel der weißlichgelben Kronblätter und die beim Trocknen schwarz werdenden Laubblätter. Das Norische Labkraut blüht von Juli bis September (Fischer, et al., 2008).

*Galium noricum* ist eine der sechs Kleinarten, die man heute zum Formenkreis *Galium baldense* Spreng. s. lat. zusammenfasst. Das Norische Labkraut wurde lange mit *Galium baldense* Spreng. (eine weitere Kleinart dieses Formenkreises) zusammengeworfen. Für eine Unterteilung sprechen die unterschiedlichen Verbreitungsgebiete, morphologische Unterschiede und hauptsächlich die unterschiedlichen Chromosomenzahlen (Ehrendorfer, 1953).

*Galium noricum* steht nicht auf der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen (Nikelfeld & Schrott- Ehrendorfer, 1999).

### *Heracleum austriacum* L. 1753 subsp. *austriacum*

*Heracleum austriacum* subsp. *austriacum* (Weiße Österreichische Bärenklau) ist ein Subendemit der nördlichen Ostalpen (Fischer, et al., 2008). Die Sippe kommt in den Nordalpen in einem kompakten Areal vor. Im Westen ist sie bis zu den Loferer und Leoganger Steinbergen zu finden. In den Bundesländern Niederösterreich,

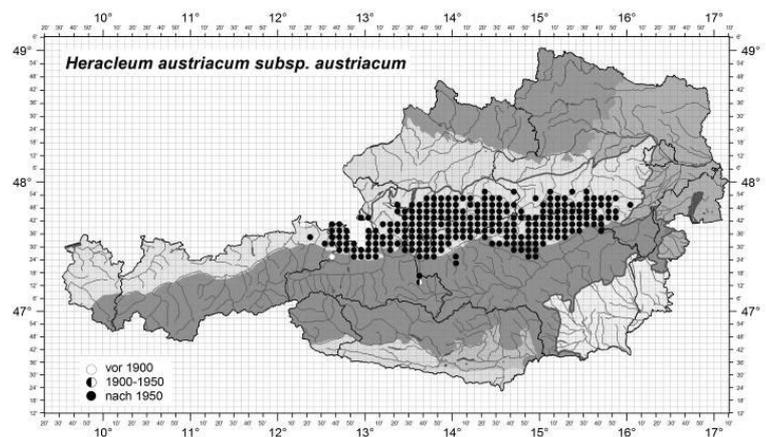


Abb. 8: Verbreitungskarte von *H. austriacum* subsp. *austriacum* (Rabitsch & Essl, 2009).

Oberösterreich und Steiermark kommt der Weiße Österreichische Bärenklau in den Kalkalpen und Kalkvoralpen häufig vor. In den Zentralalpen ist er selten. In Deutschland kommt *Heracleum austriacum* subsp. *austriacum* in den Berchtesgadener und Chiemgauer Alpen vor und auch in der Schweiz ist die Sippe vertreten (Rabitsch & Essl, 2009).

Der Weiße Österreichische Bärenklau kommt (untermontan)- obermontan- subalpin vor (Fischer, et al., 2008). Meist wächst die Pflanze zwischen 1000 und 1800m Seehöhe, ist

aber vereinzelt auch auf 600m Seehöhe zu finden (Käsermann, 2001). Es handelt sich um eine kalkliebende Pflanze, die hauptsächlich Steinschuttrasen, lichte Gebüsche und Hochstaudenfluren der Hochlagen besiedelt (Fischer, et al., 2008).

Der Stängeldurchmesser dieses Bärenklaus aus der Familie der Apiaceae ist am Grund nicht länger als 3 – 4mm, was auch ein entscheidendes Unterscheidungsmerkmal zu *H. sphondylium* (Wiesen- Bärenklau) ist. *H. a. subsp. austriacum* ist ein Hemikryptophyt und blüht im Juli und August (Fischer, et al., 2008). Meist wird die Pflanze von Käfern und Fliegen bestäubt (Käsermann, 2001).

Die rosa oder rot gefärbte Unterart *H. a. subsp. siifolium* ist ein Endemit der Südost-Alpen und kommt auch noch in Slowenien und Italien vor (Fischer, et al., 2008).

*Heracleum austriacum subsp. austriacum* steht auf der Roten Liste der Schweiz (Käsermann, 2001). In Österreich besteht keine Gefährdung (Nikelfeld & Schratte-Ehrendorfer, 1999).

### *Leucanthemum atratum* (JACQ.) DC. 1838

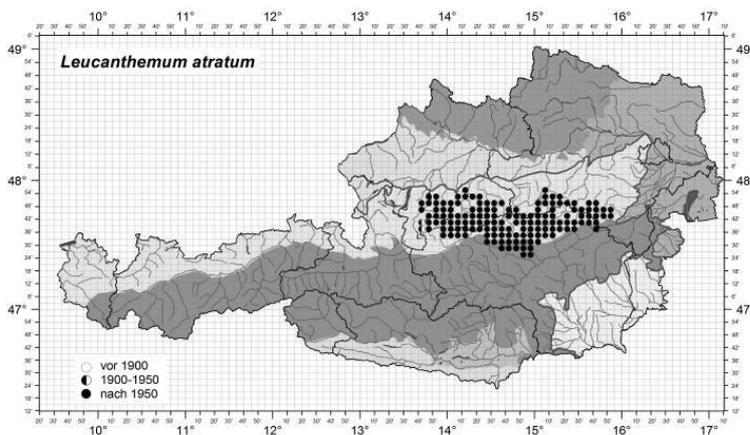


Abb. 9: Verbreitungskarte von *Leucanthemum atratum* (Rabitsch & Essl, 2009).

Das Areal von *Leucanthemum atratum* (Schwarzrand – Margarite) verläuft von Schneeberg und Rax bis fast zur Traun. Die Kalkvoralpen bilden im Norden und der Südrand der nördlichen Kalkalpen (Ennstaler-, Eisenerzer Alpen) bildet im Süden die Arealgrenze.

*Leucanthemum atratum* ist somit in den nordöstlichen Kalkalpen endemisch (Rabitsch & Essl, 2009).

Die Schwarzrand- Margarite kommt subalpin bis alpin vor. Nach der Floristischen Kartierung Österreichs 2006 konnte sie auch auf 370m in der Steyrerschluft bei Leonstein gefunden werden. Die Art ist an Kalk gebunden und bevorzugte Biotope sind Gesteinsfluren und Ruhschutt sowie Schuttschneeböden (Fischer, et al., 2008).

Für *Leucanthemum atratum* besteht in Österreich keine Gefährdung (Nikelfeld & Schratt-Ehrendorfer, 1999).

### *Melampyrum subalpinum* (JURATZKA) KERN. 1863

*Melampyrum subalpinum* (Alpenostrand Wachtelweizen) kommt in Österreich im östlichsten Teil der Kalkalpen in der Steiermark und in Niederösterreich sowie im Semmering-Gebiet vor. Sie ist weiters in Süd- und Ostböhmen und Westmähren in Tschechien und in Záhorie in der Slowakei zu finden. Die Verbreitung bezieht sich auf die Gesamtart *M. subalpinum*. Sie ist ein österreichischer Subendemit (Rabitsch & Essl, 2009).

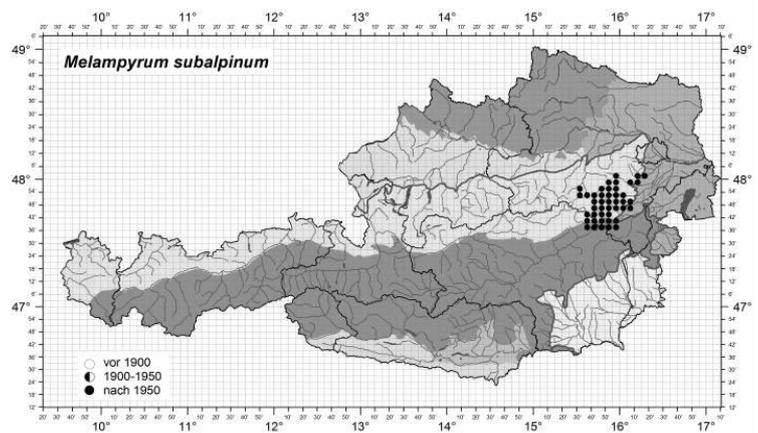


Abb. 10: Verbreitungskarte von *Melampyrum subalpinum* (Rabitsch & Essl, 2009).

*M. subalpinum* kommt collin bis montan vor allem in trockenen, lichten Wäldern und Waldrändern vor. Sie blüht von (Mai-) Juni- August (September) und wird zwischen 15 und 50cm hoch (Fischer, et al., 2008).

Die österreichische Population von *M. subalpinum* ist hoch variabel und ihre Erforschung wurde in der Vergangenheit von vielen Problemen begleitet. Mit der Untersuchung von Štech, M. (2006) erscheint die Systematik in neuem Licht. Dabei wird deutlich, dass *M. bohemicum* und die in Österreich vorkommenden schmalblättrigen Populationen von *M. subalpinum* s. l. derselben Sippe entsprechen. Die starke Variabilität von *M. subalpinum* wird dieser Arbeit nach durch Introgression von *M. nemorosum* hervorgerufen (Štech, 2006).

*M. subalpinum* (inkl. *M. angustissimum*) ist in Österreich potentiell (wegen Seltenheit) gefährdet (Nikelfeld & Schratt-Ehrendorfer, 1999).

## *Minuartia austriaca* (JACQ.) HAYEK

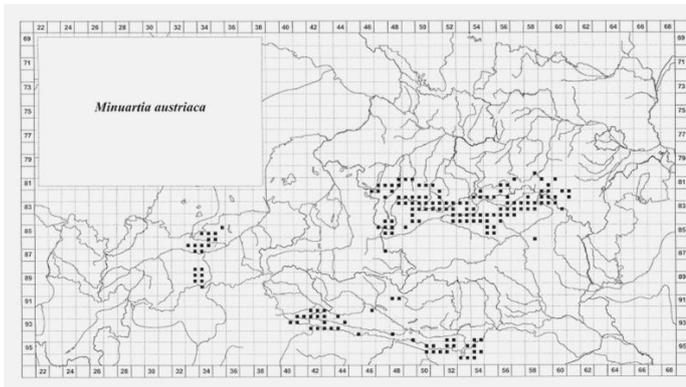


Abb. 11: Verbreitungskarte von *Minuartia austriaca* (Floristische Kartierung Österreichs 2006, zur Verfügung gestellt von Schratt-Ehrendorfer, L.).

*Minuartia austriaca* (Österreich-Miere) kommt in Österreich zerstreut in Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark, Kärnten, Salzburg und Tirol vor. Das macht einen österreichischen Anteil am Gesamtareal von 60 - 65% aus. Außerhalb von Österreich ist *Minuartia austriaca* in Nordost-Italien und Nord-Slowenien verbreitet.

*Minuartia austriaca* ist kein österreichischer Subendemit, da sie den Schwellenwert von 75% Arealanteil in Österreich knapp nicht erreicht. Sie kann aber als Endemit der nördlichen und südlichen Kalkalpen angesprochen werden (Rabitsch & Essl, 2009).

Die Österreich-Miere kommt montan- subalpin(-alpin) vor und besiedelt Fein- und Grottschuttfuren. Sie ist eine kalkstete Pflanze und die Blühzeit ist von Juni bis August (Fischer, et al., 2008).

Die ausdauernde Pflanze wird 10 - 20cm hoch und bildet lockere Rasen. Die weißen Blüten dieser Pflanze sind endständig und die Kronblätter sind eiförmig-keilig und vorne abgestutzt. Die Kelchblätter sind etwa halb so lang wie die Kronblätter (Aichele & Schwegler, 1994).

*Minuartia austriaca* steht nicht auf der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (Nikelfeld & Schratt-Ehrendorfer, 1999).

## *Noccaea crantzii* K. F. MEYER 1973

*Noccaea crantzii* (Ostalpen- Täschelkraut), im Synonym *Thlaspi alpestre* auct., ist ein Endemit der nordöstlichen Kalkalpen. Das Verbreitungsareal erstreckt sich vom Toten Gebirge und dem Warscheneckstock bis zu Rax, Schneealpe, Schneeberg sowie Sonnwendstein im Osten. Isoliert kommt sie am Hochlantsch im Grazer Bergland vor (Rabitsch & Essl, 2009).

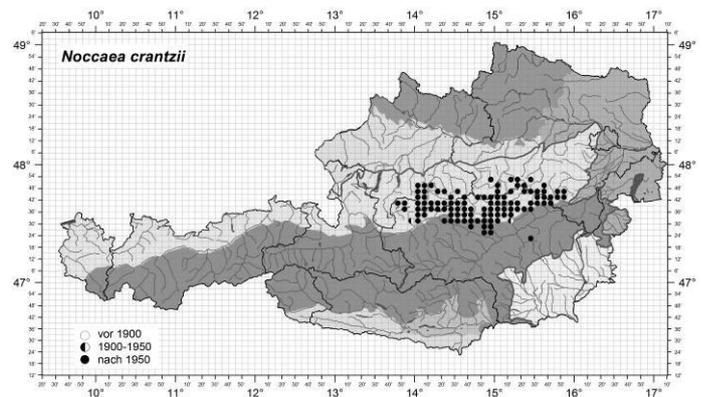


Abb. 12: Verbreitungskarte von *Noccaea crantzii* (Rabitsch & Essl, 2009).

Bezüglich ihrer Höhenverbreitung ist *Noccaea crantzii* subalpin bis alpin zu finden. Sie ist kalkstet und besiedelt steinige, schneereiche Rasen und Schneeböden. Ihre Lebensform entspricht die des Chamaephyten und sie blüht sehr früh nach Ausaperung von Mai bis Juli (Fischer, et al., 2008).

In Österreich gilt *Noccaea crantzii* als ungefährdet (Nikelfeld & Schratt- Ehrendorfer, 1999).

## *Phyteuma globulariifolium* STERNB. & HOPPE 1818 subsp. *globulariifolium*

*Phyteuma globulariifolium* subsp. *globulariifolium* (Östliche Wenigblütige Teufelskralle), die in den Ostalpen verbreitete Unterart, ist von den Seckauer und Seetaler Alpen bis zur Etsch- Brenner- Furche und den Tuxer Alpen zu finden. Im Südosten des Verbreitungsareales kommt sie lückig in den Nockbergen sowie in den Seetaler und Gurktaler Alpen vor.

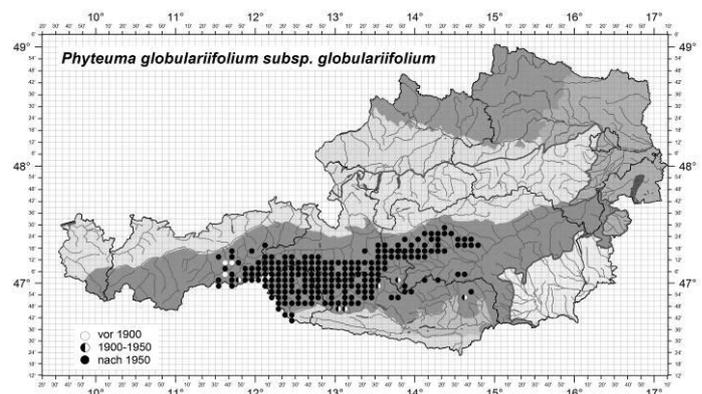


Abb. 13: Verbreitungskarte von *Phyteuma globulariifolium* subsp. *globulariifolium* (Rabitsch & Essl, 2009).

Außerhalb von Österreich besiedelt sie in Südtirol die Provinz Bozen. Sie ist ein österreichischer Subendemit (Rabitsch & Essl, 2009).

Nur wenige Gattungen der Gefäßpflanzen sind in Europa endemisch und die meisten bestehen auch nur aus wenigen Arten. Eine Ausnahme stellt die Gattung *Phyteuma* dar, die mit 25 - 30 Arten ausschließlich in Europa vorkommt. Besonders in den Alpen ist sie sehr mannigfaltig vertreten (Schneeweiss, 2006).

Die Östliche Wenigblütige Teufelskralle ist auf windexponierten Magerrasen, Fels- und Schuttfuren und Krummseggenrasen zu finden. Sie braucht sauren Boden und kommt daher besonders über Silikat, aber auch über Kalkglimmerschiefer, vor. Sie ist subalpin bis subnival zu finden und blüht von Juli bis September (Fischer, et al., 2008). Die Arten der Gattung *Phyteuma* aus der Familie der Campanulaceae besitzen mehrere Blüten in einer kugeligen Ähre. Das Köpfchen der Östlich Wenigblütigen Teufelskralle ist 4 - 12 blütig. Die Kronen sind dunkel blauviolette und röhrenförmig (Aichele & Schwegler, 1995).

Die subsp. *pedemontanum* ist in den Westalpen verbreitet und morphologisch nur sehr schwer von dem untersuchten österreichischen Subendemiten zu unterscheiden. Neuesten Untersuchungen zufolge sind sie genetisch eindeutig getrennte Sippen (Schönswetter, et al., 2002) und auch Fischer et al. (2008) akzeptieren beide Unterarten. *Phyteuma globulariifolium* subsp. *globulariifolium* ist in Österreich nicht gefährdet (Nikelfeld & Schratt- Ehrendorfer, 1999).

### *Primula clusiana* TAUSCH 1821

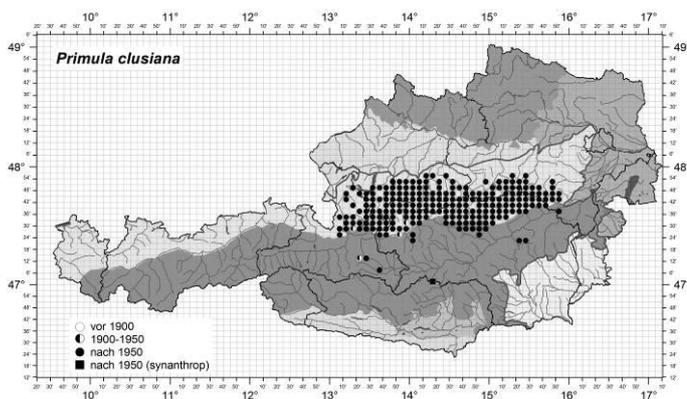


Abb. 14: Verbreitungskarte von *Primula clusiana* (Rabitsch & Essl, 2009).

Die Hauptverbreitung von *Primula clusiana* (Clusius- Primel) liegt in den nordöstlichen Kalkalpen mit der Westgrenze im Bereich des Hochkönigs und die Ostgrenze bilden Rax und Schneeberg. In den Zentralalpen ist die Art selten. *Primula clusiana* ist ein österreichischer Subendemit, der außerhalb von Österreich noch in den Berchtesgadener Alpen in Südost- Bayern zu finden ist (Rabitsch & Essl, 2009).

Diese Primel (Primulaceae) besitzt eine große Höhenamplitude. Sie kommt montan bis alpin vor und ist an feuchte Felsfluren, Schneeböden und feuchte Rasen gebunden. Je nach Höhenlage und Exposition kann man sie zwischen Mai und Juli blühend finden (Fischer, et al., 2008). Sie kann also als ausgesprochener Frühblüher angesprochen werden.

Österreichweit ist *Primula clusiana* ungefährdet (Nikelfeld & Schratt- Ehrendorfer, 1999).

### *Pulsatilla alpina* (L.) DELARBRE subsp. *schneebergensis* D. M. MOSER 2003

*Pulsatilla alpina* subsp. *schneebergensis* (Nordöstliche Alpen- Küchenschelle) ist ein Endemit der nordöstlichen Kalkalpen (Fischer, et al., 2008), der schwerpunktmäßig zwischen Schneeberg und Totem Gebirge vorkommt. In den Zentralalpen kommt er nur vereinzelt im Grazer Bergland vor (Rabitsch & Essl, 2009). Die Westgrenze dieser Sippe ist noch nicht vollständig bekannt, möglicherweise handelt es sich auch um einen Ostalpenendemiten (mündl. Mitteilung Schratt- Ehrendorfer, L.).

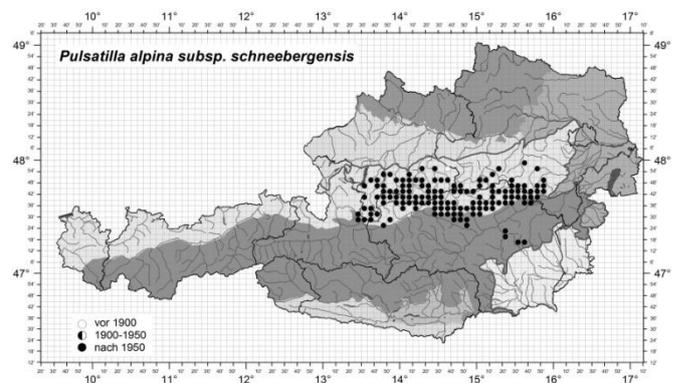


Abb. 15: Verbreitungskarte von *Pulsatilla alpina* subsp. *schneebergensis* (Rabitsch & Essl, 2009).

Die Nordöstliche Alpen- Küchenschelle kommt (obermontan-) subalpin- alpin vor und blüht von (Mai-)Juni bis Juli. Bezüglich ihrer Biotopbindung sind vor allem mäßig trockene und mäßig nährstoffreiche Hochgebirgs- Karbonatrasen zu nennen (Fischer, et al., 2008).

Die 2003 durchgeführten Herbarstudien von Moser Daniel ergaben eine Unterscheidung der Alpen- Küchenschelle in sieben Unterarten. Subsp. *schneebergensis* wurde dabei neu beschrieben (Moser, 2003).

Die Sippe ist österreichweit ungefährdet (Nikelfeld & Schratt- Ehrendorfer, 1999).

## *Saponaria pumila* JANCH. EX HAYEK 1907

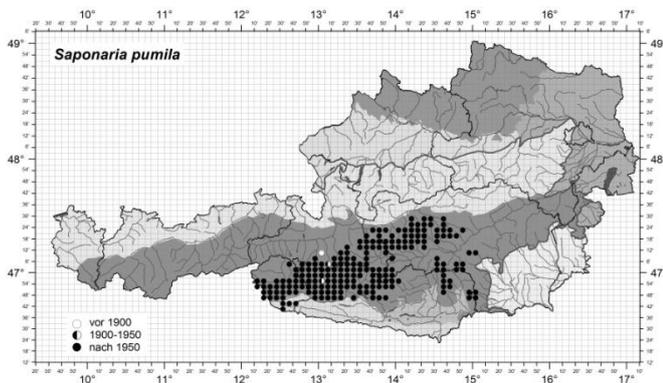


Abb. 16: Verbreitungskarte von *Saponaria pumila* (Rabitsch & Essl, 2009).

*Saponaria pumila* (Zwerg- Seifenkraut) ist ein österreichischer Subendemit und in den östlichen Zentralalpen zu finden. Das Verbreitungsgebiet erstreckt sich vom Defereggengebirge bis zu Sau-, Kor-, Stub- und Gleinalpe. Sie kommt außerdem in Italien und in den Fogarascher Alpen (Gebirgszug der Südkarpaten) in Rumänien vor (Rabitsch & Essl, 2009).

Die Verbreitung von *Saponaria pumila* liegt in den (subalpinen-)alpinen Höhenlagen (Fischer, et al., 2008). Nach Tribsch, et al. (2002) findet man sie hauptsächlich zwischen 1800 und 2800m Seehöhe. Sie ist eine der wenigen kalkfeindlichen Endemiten und besiedelt bodensaure Felschutthalden, steinige und trockene Magerrasen und Windkantengesellschaften wie zum Beispiel offene Gamsheideteppiche. Es handelt sich um einen Chamaephyten mit Blütezeit im August und September (Fischer, et al., 2008).

*Saponaria pumila* ist eine ausdauernde Pflanze, die dichte, großflächige und niedrige Polster bildet. Die Blüten dieser Pflanze sind groß und dunkelrosafarbig und der Kelch ist von ballonartiger Form. Typisch für Vertreter der Familie der Caryophyllaceae, und so auch für *Saponaria pumila*, ist das Phänomen der Proterandrie (Vormännlichkeit) (Tribsch, et al., 2002).

In der Untersuchung von Tribsch, et al. (2002) lag das Hauptinteresse in der Lokalisation der glazialen Refugien von *Saponaria pumila* während der letzten Eiszeit. Es handelt sich um eine Art, die innerhalb ihrer Gattung taxonomisch isolierte ist und sie dürfte in zumindest drei Refugialräumen die Würm- Eiszeit in den Alpen überdauert haben. Es werden Gebiete vermutet, die nahe am Rand der maximalen Vereisung liegen, zum Beispiel am südöstlichen Alpenrand oder in den Hohen Tauern.

In Österreich ist *Saponaria pumila* ungefährdet (Nikelfeld & Schratt- Ehrendorfer, 1999).

## *Soldanella austriaca* VIERH. 1904

*Soldanella austriaca* (Österreichische Soldanelle) ist in Österreich ein Subendemit und kommt im Osten von Rax und Schneeberg bis weiter im Westen am Loser im Toten Gebirge vor. Die Grenze im Süden bilden die Ennstaler Alpen, Eisenerzer Alpen und der Hochschwab. Die Nordgrenze reicht entlang der Kalkhochalpen vom Semmeringgebiet bis zum Toten Gebirge. Von diesem geschlossenen nordostalpinen Verbreitungsareal kommt *Soldanella austriaca* isoliert im Bereich der Steirischen Kalkspitze vor und außerhalb von Österreich liegt eine Fundstelle am Sonntagshorn (Chiemgauer Alpen) (Rabitsch & Essl, 2009).

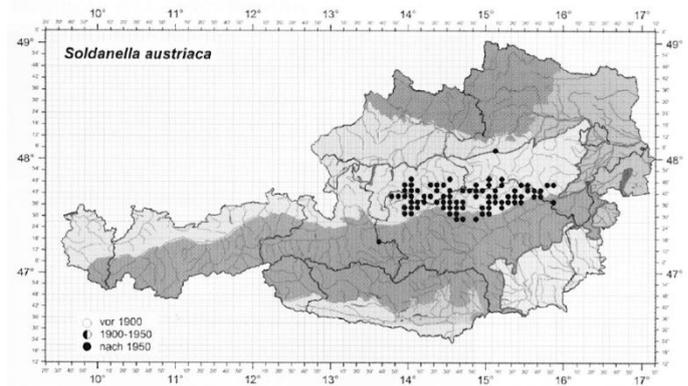


Abb. 17: Verbreitungskarte von *Soldanella austriaca* (Rabitsch & Essl, 2009).

Die Österreichische Soldanelle kommt alpin vor (Fischer, et al., 2008). Nach der Floristischen Kartierung Österreichs 2006 gibt es auch ein ungewöhnlich tiefes Vorkommen dieser Pflanze auf etwa 300m in der Erlaufschlucht bei Purgstall (Rabitsch & Essl, 2009). Sie ist kalkstet und besonders in Schneetälchen und Schneeböden zu finden. *Soldanella austriaca* ist vom Typ des Hemikryptophyten, die Blütezeit ist von Mai bis Juli und sie wird 2 - 10cm hoch (Fischer, et al., 2008).

*Soldanella austriaca* ist ein Primelgewächs und nächst verwandt mit *Soldanella minima*. Manche Autoren (Zhang & Kadereit, 2004) führen sie als Unterart von *Soldanella minima* an. In Fischer, et al. (2008) wird sie als eigenständige Art geführt und die Unterscheidung liegt in den kürzeren Drüsenhaaren sowie den drüsenhaarigen Blütenstielen.

In Österreich gilt *Soldanella austriaca* als nicht gefährdet (Nikelfeld & Schratte-Ehrendorfer, 1999).

## 4 Material und Methode

### Artenauswahl

Die Auswahl der Arten erfolgte in Zusammenarbeit mit Frau Ass.-Prof. Dr. Schratt-Ehrendorfer. Zur Hilfe stand das Buch „Endemiten – Kostbarkeiten in Österreichs Tier- und Pflanzenwelt“ von Rabitsch & Essl (2009). Es wurde darauf geachtet, dass die Pflanzen in den jeweiligen Begehungsorten nicht gefährdet und leicht zugänglich sind und die Gefahr der Verwechslung möglichst gering ist. Ein weiterer Faktor, der die Artenauswahl einschränkte, war die fortgeschrittene Entwicklung der Alpenflora zum Sammlungsstart. So fielen einige mögliche (Sub-)Endemiten im Vorfeld aus, da sie schon verblüht waren.

### Touren und Besammlung

1. Tour: 09.-10.07.13, Schneealpe; Steiermark
2. Tour: 08.08.13, Rax, Preiner Gscheid – Karl- Ludwig- Haus; Steiermark
3. Tour: 12.08.13, Rax, Preiner Gscheid – Karl- Ludwig- Haus; Steiermark
4. Tour: 15.-16.08.13, Großfragant, Sadnig Scharte, Aufstieg Hoher Sadnig; Kärnten

Für Herbarbelege wurden vollständige Pflanzen in Plastiksäcken verpackt und anschließend wurden sie getrocknet. Für die Pollenanalyse wurden jeweils einige Blütenköpfe in Papiersäcken aufbewahrt.

### Materialliste

Insgesamt wurden 17 Taxa gesammelt und bearbeitet:

<b>Taxa</b>	<b>Familie</b>	<b>Fundort</b>
<i>Achillea clusiana</i>	Asteraceae	Schneealpe
<i>Biscutella laevigata</i> subsp. <i>austriaca</i>	Brassicaceae	Rax
<i>Campanula pulla</i>	Campanulaceae	Rax, Anmerkung: bestimmt von Walter Gutermann <i>Campanula</i> (cf. <i>pulla</i> )

<i>Cerastium carinthiacum</i> subsp. <i>carinthiacum</i>	Caryophyllaceae	Rax
<i>Dianthus alpinus</i>	Caryophyllaceae	Rax
<i>Doronicum glaciale</i> subsp. <i>calcareum</i>	Asteraceae	Rax
<i>Galium noricum</i>	Rubiaceae	Schneealpe
<i>Heracleum austriacum</i> subsp. <i>austriacum</i>	Apiaceae	Schneealpe
<i>Leucanthemum atratum</i>	Asteraceae	Rax
<i>Melampyrum subalpinum</i>	Orobanchaceae	Schneealpe
<i>Minuartia austriaca</i>	Caryophyllaceae	Rax
<i>Noccaea crantzii</i>	Brassicaceae	Schneealpe
<i>Phyteuma globulariifolium</i> subsp. <i>globulariifolium</i>	Campanulaceae	Hoher Sadnig
<i>Primula clusiana</i>	Primulaceae	Schneealpe
<i>Pulsatilla alpina</i> subsp. <i>schneebergensis</i>	Ranunculaceae	Schneealpe
<i>Saponaria pumila</i>	Caryophyllaceae	Hoher Sadnig
<i>Soldanella austriaca</i>	Primulaceae	Schneealpe

### **Lichtmikroskopische & rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen**

Auf einen Objektträger mit einem Tropfen Acetolysegemisch (9 Teile Essigsäureanhydrid + 1 Teil konzentrierte Schwefelsäure) wurden Antheren der jeweiligen Blüten mit einer Nadel zerkleinert. Durch Erhitzen über einem Teelicht wurde einerseits die Exine gefärbt und andererseits konnte der Zellinhalt, der aus den Aperturen entwich, beseitigt werden. Einige Pollenkörner dieser Probe wurden anschließend mit Hilfe eines Mikromanipulators (Präparationsnadel mit aufgeklebtem Haar) auf einen neuen Objektträger in einen Tropfen Glycerin transferiert. So wurden die Pollenkörner aus dem Acetolysegemisch isoliert und davon befreit. Danach wurden

die Pollenkörner unter dem Lichtmikroskop mit 60facher Objektivvergrößerung fotografiert (Samsung Digimax V70). Für die rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen wurden Pollenkörner auf REM- Stubs übertragen. Mit einer dünnen Pipette wurde dazu ein Tropfen Ethanol auf das Tischchen aufgebracht, in den man die Pollenkörner transferiert. So konnten die Untersuchungsobjekte gereinigt werden und der Alkohol verdampfte bereits nach kurzer Zeit. Der Vorgang wurde mehrmals wiederholt, um eine größere Anzahl von Pollenkörnern auf das Tischchen zu transferieren. Anschließend wurden die Stubs in einem Sputter Coater von BIORAD SC 500 mit Gold besputtert. Die Objekte konnten schließlich mit einem Rasterelektronenmikroskop (JEOL 6400) bei einer Spannung von 10kV untersucht und fotografiert werden.

### **Erstellung der Tafeln**

Die Fotos wurden im Adobe Photoshop 7.0 bearbeitet und auf Tafeln zusammengestellt.

## 5 Terminologie

- Äquator: imaginäre Linie rund um ein Pollenkorn in der Mitte zwischen dem proximalem und distalem Pol; in der Äquatorialansicht ist die Äquatorebene gegen den Beobachter gerichtet
- Apertur: Region der Pollenwand, die sich morphologisch und/ oder anatomisch von der restlichen Pollenwand unterscheidet; Öffnung und dient als Austrittsstelle für den Pollenschlauch; Pollenkörner mit Apertur nennt man aperturat und jene ohne Apertur werden inaperturat genannt
- Aperturmembran: → Exineschicht, die die Apertur bedeckt, sie kann glatt oder skulpturiert sein
- colpat: Pollenkorn mit → Colpi, je nach Anzahl der Colpi spricht man von tricolpat, tetracolpat, usw. ...
- colporat: Pollenkorn mit → Colpori, je nach Anzahl der Colpori spricht man von tricolporat, tetracolporat, usw. ...
- Colporus (Pl.: Colpori): Apertur von verschiedener Größe und Form bestehend aus einem Colpus (Ektoapertur) in Zusammenhang mit einer Endoapertur
- Colpus (Pl.: Colpi): langgezogene Apertur entweder am Äquator oder gleichmäßig am Pollenkorn verteilt
- echinat: Pollenwand mit → Echini; microechinat, wenn Echini kleiner als  $1\mu\text{m}$  sind
- Echinus (Pl.: Echini): freistehende, zugespitzte Elemente länger und/oder breiter als  $1\mu\text{m}$
- endo-: Vorsilbe mit Bedeutung „innen“
- tectat: Pollenkorn mit → Tectum
- Exine: die äußere Schicht der Pollenwand, vor allem aus Sporopollenin aufgebaut und aufgrund dessen sehr resistent gegen Acetolyse; aufgebaut aus → Nexine (innen) und → Sexine (außen)
- Fossula (Pl.: Fossulae): unregelmäßig geformte Furchen auf der Pollenwandoberfläche
- fossulat: Pollenwand mit Fossulae
- Infratectum: Bezeichnung für die Schicht zwischen → Tectum und Footlayer oder Endexine (wenn Footlayer fehlt)
- lalongat: Endoapertur äquatorial gestreckt
- lolongat: Endoapertur meridional gestreckt

- Lumus (Pl.: Lumina): allgemeine Bezeichnung für einen eingeschlossenen Bereich zum Beispiel durch → Muri entstanden
- Monade: Verbreitungseinheit bestehend aus einem einzigen Pollenkorn
- Murus (Pl.: Muri): jene Wand, die zwei Lumina voneinander trennt
- Nexine: innere und nicht ausgestaltete Teil der Exine, sie liegt unter der Sexine; Bezeichnung, die für lichtmikroskopische Aufnahmen verwendet wird
- oblat: bei einem oblaten Pollenkorn ist die Polachse kürzer als der Äquatordurchmesser
- operculat: Apertur mit → Operculum
- Operculum: Deckel; dicke Membran (Exine), die eine Apertur bedeckt
- pantoporat: ein pantoporates Pollenkorn hat Aperturen, die mehr oder weniger regelmäßig auf der Oberfläche verteilt sind
- perforat: Pollenwand mit Löcher kleiner als  $1\mu\text{m}$
- Pol: äußerster proximale und/oder distale Punkt des Pollenkorns; in der Polansicht ist die Polebene gegen den Beobachter gerichtet
- Porus (Pl.: Pori): mehr oder weniger runde Apertur entweder am Äquator oder gleichmäßig am Pollenkorn verteilt
- prolat: bei einem prolaten Pollenkorn ist die Polachse länger als der Äquatordurchmesser
- Rugulae (Sing. Rugula): verlängerte Exineelemente, länger als  $1\mu\text{m}$  und unregelmäßig verteilt
- rugulat: Pollenkorn mit Rugulae
- reticulat: Pollenwand mit → Reticulum
- Reticulum (Pl.: Reticula): durch Exineelemente (Muri) entstehendes netzartiges Muster, die Lumina sind breiter als  $1\mu\text{m}$
- scabrat: Begriff, der nur für lichtmikroskopische Aufnahmen verwendet wird; beschreibt Elemente der Exine, die beliebige Form aufweisen können und von einer Größe sind, die das Lichtmikroskop gerade noch auflösen kann
- Sexine: beschreibt die strukturierte äußere Schicht der Exine, sie liegt auf der Nexine; Bezeichnung, die für lichtmikroskopische Aufnahmen verwendet wird
- sphäroidal: bei einem sphäroidalen Pollenkorn ist die Polachse mehr oder weniger gleich lang wie der Äquatordurchmesser
- tectat: mit → Tectum

- Tectum (Pl.: Tecta): äußere mehr oder weniger durchgehende Schicht der Sexine; je nach Zustand spricht man von eutectat (kontinuierlich), semitectat (unterbrochen) oder atectat (ohne)
- Verruca (Pl.: Verrucae): warzenförmiges Element der Exine, mindestens 1µm breit, breiter als hoch, am oberen Ende abgerundet
- verrucatus: mit Verrucae

## 6 Ergebnisse – Pollenbeschreibungen

Die folgenden Beschreibungen beruhen auf den licht- und rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen der Pollenkörner der genannten Taxa und wurden alphabetisch nach Familien gereiht.

### **Apiaceae**

*Heracleum austriacum* subsp. *austriacum* (Tafel I, A-F)

- Pollenkorn, Monade, prolat, in Äquatorialansicht elliptisch
- Größe: Äquatordurchmesser 18 – 21µm, Länge der Polachse 34 – 37µm
- Keimstellen: tricolporat, Colpus schmal, Endopori lalongat und elliptisch
- Exine (1,8 – 2,0µm), Nexine senkrecht zur Polachse im Bereich der Endoapertur verdickt, Sexine äquatorial verdickt
- Skulptur: im Lichtmikroskop scabrat, im Rasterelektronenmikroskop rugulat, fossulat, perforat, im Polbereich Rugulae verlängert

### **Asteraceae**

*Leucanthemum atratum* (Tafel I, G-L)

- Pollenkorn, Monade, oblat bis sphäroidal, in Äquatorialansicht elliptisch bis circular, in Polansicht triangular, lobat
- Größe: Äquatordurchmessers 29 – 32µm, Länge der Polachse 26 – 29µm
- Keimstellen: tricolporat
- Exine (4,3 – 4,5µm), im Bereich der Mesocolpi Sexine deutlich verdickt, Sexine infratectat
- Skulptur: im Lichtmikroskop echinat, im Rasterelektronenmikroskop echinat, perforat, Perforation von Basis bis zur Hälfte der Echini, Lumina an Basis der Echini größer, Stacheldichte 4 Echini/ 100µm<sup>2</sup>, Länge der Echini 4 – 5µm

*Achillea atrata* (Tafel II, A-F)

- Pollenkorn, Monade, oblat, in Äquatorialansicht elliptisch, in Polansicht triangular konkav
- Größe: Äquatordurchmessers 30 – 33µm, Länge der Polachse 19 - 22µm
- Keimstellen: tricolporat
- im Bereich der Mesocolpi Sexine deutlich verdickt, Sexine infratectat
- Skulptur: im Lichtmikroskop echinat, im Rasterelektronenmikroskop echinat, perforat, Perforation von Basis bis zur Hälfte der Echini, Lumina an Basis der Echini größer, Stacheldichte 5 Echini/ 100µm<sup>2</sup>, Länge der Echini 4 – 5µm

*Doronicum glaciale* subsp. *calcareum* (Tafel II, G-L)

- Pollenkorn, Monade, sphäroidal, in Äquatorialansicht circular, in Polansicht +/- triangular konkav
- Größe: Länge des Durchmessers 37 - 40µm
- Keimstellen: tricolporat
- im Bereich der Mesocolpi Sexine deutlich verdickt, Sexine infratectat
- Skulptur: im Lichtmikroskop echinat, im Rasterelektronenmikroskop echinat, perforat, Perforation von Basis bis zur Hälfte der Echini, Lumina an Basis der Echini größer, Stacheldichte 4 Echini/ 100µm, Länge der Echini 5 - 6µm

**Brassicaceae**

*Biscutella laevigata* subsp. *austriaca* (Tafel III, A-F)

- Pollenkorn, Monade, prolat, in Äquatorialansicht elliptisch, in Polansicht circular bis konkav triangular
- Größe: Äquatordurchmesser 21 – 24µm, Länge der Polachse 25 – 28µm
- Keimstellen: tricolpat, Colpi schmal
- Exine (1,6 – 1,8µm), Nexine etwas dünner als Sexine, Sexine im Mesocolpium leicht verdickt, heterobrachat
- Skulptur: im Lichtmikroskop semitectat, reticulat, im Rasterelektronenmikroskop reticulat, Lumina circular, triangular bis polygonal, Muri mit microverrucater Supraskulptur

*Noccaea crantzii* (Tafel III, G-L)

- Pollenkorn, Monade, oblat bis sphäroidal, in Äquatorialansicht elliptisch bis circular, in Polansicht konkav triangular
- Größe: Äquatordurchmesser 14 – 16µm, Länge der Polachse 12 – 14µm
- Keimstellen: tricolpat, Colpi breit, Colpusmembran microverrucat
- Exine dick (0,8 – 1,0µm), Nexine dünner als Sexine, Sexine im Mesocolpium leicht verdickt
- Skulptur: im Lichtmikroskop psilat, im Rasterelektronenmikroskop microreticulat, Lumina größtenteils länglich, angular, Muri mit microverrucater Supraskulptur

**Campanulaceae**

*Campanula pulla* (Tafel IV, A-F)

- Pollenkorn, Monade, sphäroidal bis oblat, in Äquatorial- und Polansicht circular
- Größe: Durchmesser 30 - 33µm
- Keimstellen: triporat, operculat, Pori circular
- Exine dünn (1,0 – 1,8µm), Nexine dünner als Sexine, im Bereich der Keimstellen Nexine verdickt
- Skulptur: im Lichtmikroskop tectat, echinat, im Rasterelektronenmikroskop echinat, rugulat, fossulat; Basis der Echini durch aufsteigende Rugulae gebildet

*Phyteuma globulariifolium* subsp. *globulariifolium* (Tafel IV, G-L)

- Pollenkorn, Monade, oblat, in Äquatorialansicht elliptisch, in Polansicht circular
- Größe: Äquatordurchmesser 28 - 31µm, Länge der Polachse 25 - 28µm
- Keimstellen: tetraporat, operculat, Pori in Umrissform circular
- Exine dünn (1,0 – 1,8µm), Nexine im Bereich der Pori leicht verdickt
- Skulptur: im Lichtmikroskop scabrat, im Rasterelektronenmikroskop tectat, microechinat, microrugulat bis rugulat, fossulat, perforat

## Caryophyllaceae

### *Cerastium carinthiacum* subsp. *carinthiacum* (Tafel V, A-F)

- Pollenkorn, Monade, sphäroidal, in Umrissform heptagonal- circular
- Größe: Durchmesser 32 - 35µm
- Keimstellen: pantoporat, operculat, Pori in Umrissform circular (Ø ~4µm), Anzahl der Pori 12 - 15
- Exine dick (3,5 - 3,8µm), Nexine dünner als Sexine
- Skulptur: im Lichtmikroskop scabrat, im Rasterelektronenmikroskop microechinat, perforat, Operculum mit echinaten bis microechinaten Inseln

### *Dianthus alpinus* (Tafel V, G-L)

- Pollenkorn, Monade, sphäroidal, in Äquatorial- und Polansicht circular
- Größe: Durchmesser 30 - 35µm
- Keimstellen: pantoporat, operculat, Pori in Umrissform circular (Ø ~3µm), Anzahl der Pori 10 - 13
- Exine dick (2,7 - 2,9µm), Nexine dünner als Sexine
- Skulptur: im Lichtmikroskop scabrat, im Rasterelektronenmikroskop microechinat, perforat, Operculum kompakt mit einer Perforation, microechinat (3-4)

### *Minuartia austriaca* (Tafel VI, A-F)

- Pollenkorn, Monade, sphäroidal, in Äquatorial- und Polansicht circular
- Größe: Durchmesser 25 - 28µm
- Keimstellen: pantoporat, operculat, Pori in Umrissform circular (Ø ~4µm), Anzahl der Pori 12 - 15
- Exine dick (2,2 - 2,4µm), Nexine dünner als Sexine
- Skulptur: im Lichtmikroskop scabrat, im Rasterelektronenmikroskop microechinat, perforat, Operculum mit microechinaten Inseln

### *Saponaria pumila* (Tafel VI, G-L)

- Pollenkorn, Monade, sphäroidal, in Äquatorial- und Polansicht circular
- Größe: Durchmesser 33 – 36µm
- Keimstellen: pantoporat, operculat, Pori in Umrissform circular (Ø ~3,5µm), Anzahl der Pori 12 - 15
- Exine dick (1,9 – 2,2µm), Nexine dünner als Sexine
- Skulptur: im Lichtmikroskop scabrat, im Rasterelektronenmikroskop microechinat, perforat, Operculum mit microechinaten Inseln

## **Orobanchaceae**

### *Melampyrum subalpinum* (Tafel VIII, A-F)

- Pollenkorn, Monade, prolat, in Äquatorialansicht elliptisch, in Polansicht konvex triangular
- Größe: Äquatordurchmesser 12 - 14µm, Länge der Polachse 16 – 18µm
- Keimstellen: tricolpat, Colpi schmal
- Exine (0,8 – 1,0µm) dick, tectat
- Skulptur: im Lichtmikroskop psilat, im Rasterelektronenmikroskop microrugulat, perforat, im Bereich der Colpi zeigt sich eine pseudomicroechinate Skulpturierung

## **Primulaceae**

### *Primula clusiana* (Tafel VII, A-F)

- Pollenkorn, Monade, prolat, in Äquatorialansicht rhombisch bis elliptisch, in Polansicht konvex triangular
- Größe: Äquatordurchmesser 19 – 22µm, Länge der Polachse 21 – 24µm
- Keimstellen: tricolporat, Colpus im Bereich der Äquators breit, zu den Polen spitz zulaufend
- Exine tectat (0,8 – 1,0µm), Nexine dünner als Sexine
- Skulptur: im Lichtmikroskop psilat, im Rasterelektronenmikroskop perforat, in den zentralen Polbereichen weniger Perforation

*Soldanella austriaca* (Tafel VII, G-L)

- Pollenkorn, Monade, prolat, in Äquatorialansicht elliptisch, in Polansicht circular lobat
- Größe: Äquatordurchmesser 15 - 17 $\mu$ m, Länge der Polachse 17 - 19 $\mu$ m
- Keimstellen: tricolporat, Colpus schmal
- Exine dick (0,9 - 1,1 $\mu$ m), Nexine dünner als Sexine, Sexine im Mesocolpiumbereich leicht verdickt
- Skulptur: im Lichtmikroskop psilat, im Rasterelektronenmikroskop microverrucat, microechinat, perforat

**Ranunculaceae**

*Pulsatilla alpina* subsp. *schneebergensis* (Tafel VIII, G-L)

- Pollenkorn, Monade, sphäroidal, in Umrissform circular, fünflappig
- Größe: Äquatordurchmesser 29 - 32 $\mu$ m
- Keimstellen: pantocolpat, Anzahl der Colpi 12 - 15
- Exine (1,8 - 2,0 $\mu$ m)
- Skulptur: im Lichtmikroskop scabrat, im Rasterelektronenmikroskop microechinat, granulat, Skulpturmembran microechinat

**Rubiaceae**

*Galium noricum* (Tafel IX, A-F)

- Pollenkorn, Monade, prolat, in Äquatorialansicht elliptisch, in Polansicht circular, lobat
- Größe: Äquatordurchmesser 15 - 17 $\mu$ m, Länge der Polachse 19 - 21 $\mu$ m
- Keimstellen: hexacolpat, Aperturmembran microechinat
- Exine tectat (1,7 - 1,9 $\mu$ m), Nexine dünner als Sexine
- Skulptur: im Lichtmikroskop psilat, im Rasterelektronenmikroskop microechinat, perforat

## 7 Diskussion

Endemiten haben im Hinblick auf die Biodiversität eine wichtige Bedeutung. Sie sind wie der Untertitel des von Rabitsch & Essl (2009) vorgelegten Buches verrät „Kostbarkeiten in Österreichs Pflanzen- und Tierwelt“. Das Aussterben eines österreichischen Endemiten bedeutet ein weltweites Aussterben dieser Art.

In Mitteleuropa sind 56% der subendemischen und 66% der endemischen Gefäßpflanzen in einer Gefährdungstufe der nationalen Roten Listen. Auf anthropogene Einflüsse reagieren Endemiten besonders sensibel. *Saxifraga oppositifolia* subsp. *amphibia*, ein Steinbrech, der spezialisiert auf die Wasserstandschwankungen des Bodensees war, ist 1978 aufgrund von Lebensraumzerstörung sowie Gewässereutrophierung ausgestorben (Rabitsch & Essl, 2009).

Die meisten Endemiten in Österreich sind nicht gefährdet. Ihre *natürliche Seltenheit* und Änderungen in der Landnutzung sowie der Klimawandel stellen allerdings ernstzunehmende Gefährdungsursachen dar. In der Studie von Dirnböck, et al. (2011) wird gezeigt, dass endemitenreiche Gebiete wie zum Beispiel die nordöstlichen und südlichen Kalkalpen besonders stark von Klimaänderungen betroffen sein werden. In vier verschiedenen Klimawandelszenarien wurde die Verschiebung der Waldgrenze für Österreich modelliert. Die Ergebnisse zeigen, dass jene Bereiche mit der höchsten Anzahl an Endemiten den stärksten Verlust von waldfreien Bereichen einbüßen werden. Bereits beim schwächsten Klimawandelszenarium (ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur von 1,8°C bis 2100) würden 77% der waldfreien Flächen verloren gehen und somit wichtige Lebensräume für Alpenpflanzen und -tiere. Österreichische Endemiten könnten somit zum größten Teil aussterben (Dirnböck, et al., 2011).

Wie in der Einleitung erwähnt liefern pollenmorphologische Untersuchungen wichtige Informationen für Systematiker und andere WissenschaftlerInnen. Mit dieser Arbeit wurden 15 in Österreich endemische Alpenpflanzen und zwei Endemiten der nördlichen und südlichen Kalkalpen lichtmikroskopisch und rasterelektronenmikroskopisch erfasst. Häufig lassen sich Pollenkörner nah verwandter Arten einer Gattung nur schwer unterscheiden, doch können manchmal durchaus Unterschiede festgestellt werden. Spannend wäre nun herauszufinden, ob sich pollenmorphologische Unterschiede zwischen kritischen, verwandten Taxa herausfinden lassen. So wurde zum Beispiel die

Systematik von *Melampyrum subalpinum* kürzlich in ein neues Licht gerückt (Štech, 2006) und es wäre interessant, ob die Ergebnisse durch pollenmorphologische Untersuchungen und Vergleiche gestützt werden können.

Es ist oft von *österreichischen Endemiten* die Rede. Biologisch sinnvoller wäre es Endemiten in Bezug auf ein natürliches Areal anzusprechen. Als Arealgrenzen werden allerdings oft unnatürliche, politische Grenzen verwendet, da naturschutzfachliche Maßnahmen (im Hinblick auf Finanzierung) leichter vorgenommen werden können.

Die Erforschung der Endemiten und jegliche Beiträge dienen zum Schutz dieser Diamanten und Österreich trägt für seine endemischen Tiere und Pflanzen eine besondere Verantwortung.



Abb. 18: oben Sadnig Scharte, u. l. *Saponaria pumila*, u. r. *Phyteuma globulariifolium* subsp. *globulariifolium* (Fotos: Christina Oberndorfer).



Abb. 19: oben Schneerinne auf der Schneealpe, u. l. *Achillea clusiana*, u. r. *Primula clusiana*. (Fotos: Christina Oberndorfer).

## 8 LITERATURVERZEICHNIS

- Aichele, D. & Schwegler, H.- W. 1994. Die Blütenpflanzen Mitteleuropas. Franckh-Kosmos Verlags- GmbH & Co. Stuttgart.
- Aichele, D. & Schwegler, H.- W. 1995. Die Blütenpflanzen Mitteleuropas. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. Stuttgart.
- Cohen, K. M. & Finney, S. 2013. International chronostratigraphic chart. <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2013-01.pdf>(28.4.2013).
- Cowling, R. M. 2001. Endemism. Encyclopedia of Biodeiversity 2. 497-507.
- Dirnböck, T., Essl, F., Rabitsch, W. 2011. Disproportional risk for habitat loss of high-altitude endemic species under climate change. Global Change Biology: 990-996.
- Ehrendorfer, F. 1953. *Galium noricum* Ehrend., eine neue Art der Ostalpen. Österr. Bot. Zeitschr. 100: 670-672.
- Essl, F. et al. 2009. Distribution patterns, range size and niche breadth of Austrian endemic plants. Biological Conservation: 2547-2558.
- Ferguson, D. K., Yusheng, L. & Zetter, R. 1997. The Paleoendemic Plants of East Asia: Evidence from the Fossil Record for Changing Distribution Patterns.
- Fischer, M. A., Oswald, K., Adler, W. 2008. Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Auflage. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen. Linz.
- Hesse, M. et al. 2009. Pollen Terminology. An illustrated handbook. Springer-Verlag. Wien.
- Jansson, R. 2003. Global patterns in endemism explained by past climatic change. Proc. R. Soc. B 270: 583-590.
- Käsermann, C. 2001. *Heracleum austriacum* L. Merkblätter Artenschutz, Bernische Botanische Gesellschaft/ZDSF/SKEW. Bundesanstalt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern.
- Langer, W., Sauerbier, H. 1997. Endemische Pflanzen der Alpen und angrenzender Gebiete. IHW- Verlag. Eching.

- Lang, G. 1994. Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Moser, D. M. 2003. Sippendifferenzierung der *Pulsatilla alpina* (L.) Delarbre im Alpenraum. *Condollea* 58: 45-61.
- Nikelfeld, H., Schrott- Ehrendorfer, L. 1999. Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs. 2. Fassung. In: Niklfeld, H. (Hrsg.). Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2. Auflage. Grüne Reihe des Bundesmin. f. Umwelt, Jugend u. Familie 10: 33-151.
- Panero, J. L. & Crozier, B. S. 2012. Asteraceae. <http://www.tolweb.org/asteraceae> (30.4.2013).
- Rabitsch, W. & Essl, F. (Hrsg.). 2009. Endemiten - Kostbarkeiten in Österreichs Pflanzen- und Tierwelt. Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten & Umweltbundesamt. Klagenfurt.
- Schneeweiss, G. M., 2006. Phylogenie der in Europa heimischen *Phyteuma*. <http://www.oeaw.ac.at/kioes/prob/phyteuma.htm>(25.4.2013).
- Schönswetter, P., Holderegger, R., Tribsch, A. 2005. Molecular evidence for glacial refugia of mountain plants in the European Alps. *Molecular Ecology* 14: 3547-3555.
- Schönswetter, P., Tribsch, A., Nikelfeld, H. 2002. Several Pleistocene refugia detected in the high alpine plant *Phyteuma globulariifolium* Sternb. & Hoppe (Campanulaceae) in the European Alps. *Molecular Ecology* 11: 2637-2647.
- Štech, M. 2006. Was sind *Melampyrum subalpinum*, *M. angustissimum* und *M. bohemicum*? *Neireichia* 4: 221-2234.
- Svenning, J.-C., Normand, S., Skov, F. 2008. Postglacial dispersal limitation of widespread forest plant species in nemoral Europe. *Ecography* 31: 316-326.
- Tribsch, A. 2004. Areas of endemism of vascular plants in the eastern Alps in relation to Pleistocene glaciation. *Journal of Biogeography* 31: 747-760.
- Tribsch, A., Schönswetter, P. 2003. Patterns of endemism and comparative phylogeography confirm palaeoenvironmental evidence for Pleistocene refugia in the Eastern Alps. *Taxon* 52: 477-497.

Tribsch, A., Schönswetter, P., Stuessy, T. F. 2002. *Saponaria pumila* (Caryophyllaceae) and the ice age in the European Alps. *American Journal of Botany* 89: 2024-2033.

Valant- Vetschera, K. M., Wollenweber, E. 1996. Leaf Exudate Flavonoids of *Achillea clusiana* Tausch and related Species. *Biochemical Systematics and Ecology*: 477-478.

Van Husen, D. 1987. Die Ostalpen in den Eiszeiten. Geologische Bundesanstalt. Wien.

Veit, H. 2002. Die Alpen - Geoökologie und Landschaftsentwicklung. Ulmer Verlag. Stuttgart.

Zhang, L. B., Kadereit, J. W. 2004. Nomenclature of *Soldanella* L. (Primulaceae). *Taxon* 53:741-752.

Zoller, H. 2005. Zum Endemismus in der extratropischen Zone der Südhemisphäre, speziell im Dreieck Cape Town - Natal - Namibia. *Bauhinia* 19: 43-66.

## 9 TAFELN I – IX

## TAFEL I

Fig. A – F: *Heracleum austriacum* L. 1753 subsp. *austriacum*

Fig. A: Äquatorialansicht, LM

Fig. B: Äquatorialansicht, REM

Fig. C: Detail Skulptur, REM

Fig. D: Äquatorialansicht, LM

Fig. E: Äquatorialansicht, REM

Fig. F: Detail Skulptur, REM

Fig. G – L: *Leucanthemum atratum* (JACQ.) DC. 1838

Fig. G: Äquatorialansicht, LM

Fig. H: Polansicht, REM

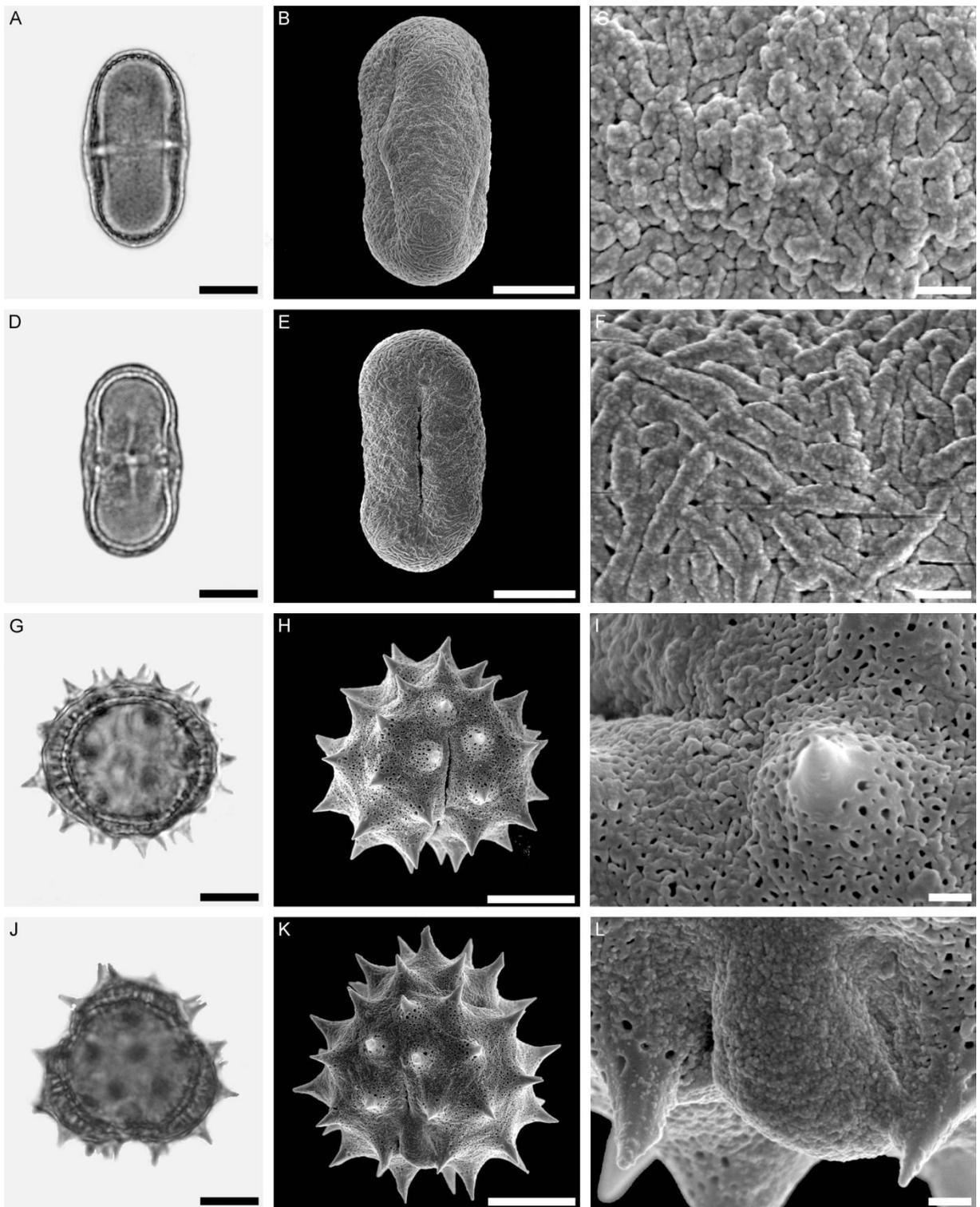
Fig. I: Detail Echinus, REM

Fig. J: Polansicht, LM

Fig. K: Polansicht, REM

Fig. L: Detail Colporus, REM

# TAFEL I



Maßstabballen: 10μm in Fig. A, B, D, E, G, H, J, K

Maßstabballen: 1μm in Fig. C, F, I, L

## TAFEL II

Fig. A – F: *Achillea clusiana* TAUSCH 1821

Fig. A: Äquatorialansicht, LM

Fig. B: Äquatorialansicht, REM

Fig. C: Detail Echinus, REM

Fig. D: Polansicht, LM

Fig. E: Polansicht, REM

Fig. F: Detail Echinus, REM

Fig. G – L: *Doronicum glaciale* (WULF.) NYMAN subsp. *calcareum* (VIERH.) HEGI  
1928

Fig. G: Äquatorialansicht, LM

Fig. H: Äquatorialansicht, REM

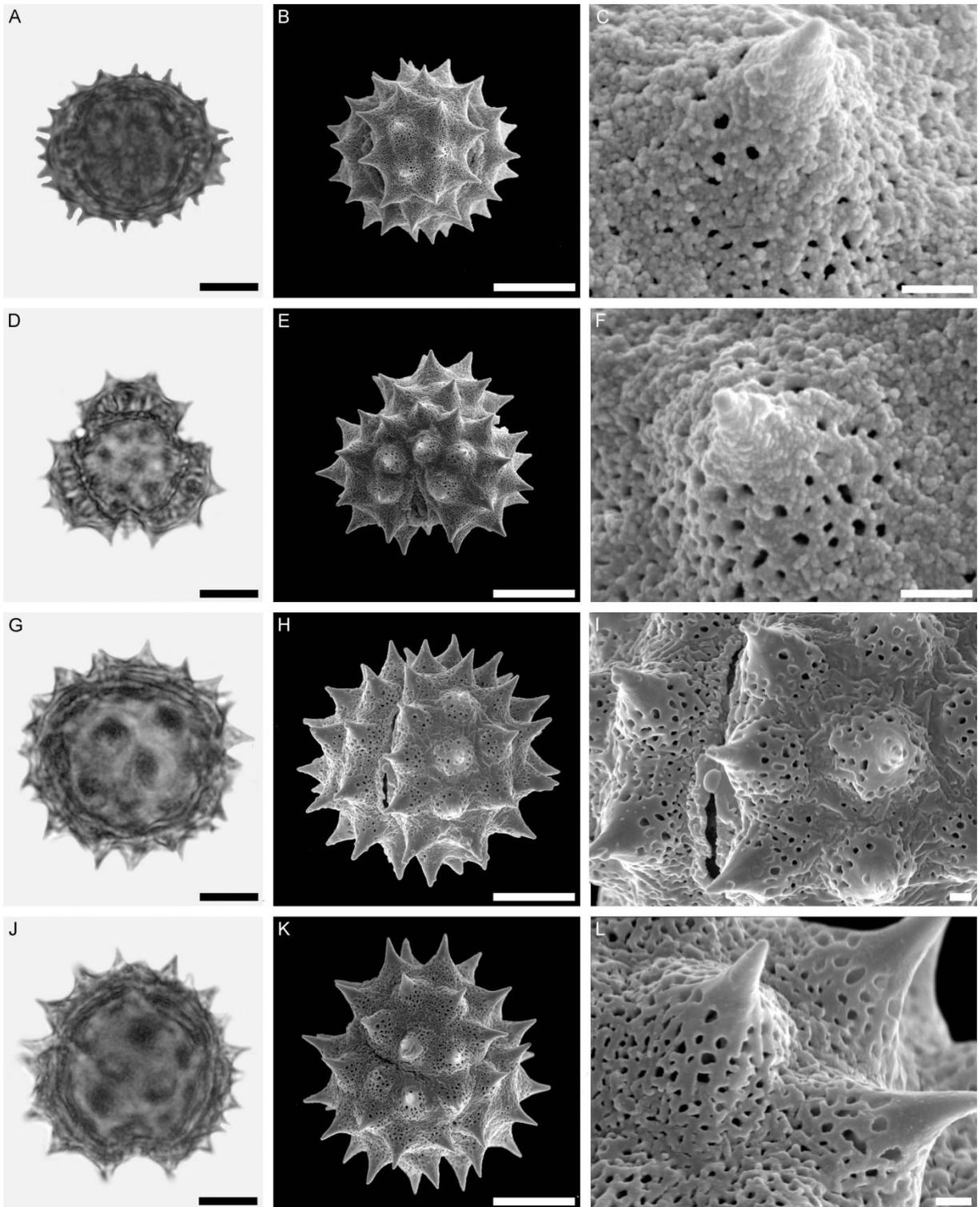
Fig. I: Detail Colporus, REM

Fig. J: Polansicht, LM

Fig. K: Polansicht, REM

Fig. L: Detail Echini, REM

## TAFEL II



Maßstabballen: 10µm in Fig. A, B, D, E, G, H, J, K

Maßstabballen: 1µm in Fig. C, F, I, L

### TAFEL III

Fig. A – F: *Biscutella laevigata* L. subsp. *austriaca* (JORD.) MACH.-LAUR. 1926

Fig. A: Äquatorialansicht, LM

Fig. B: Äquatorialansicht, REM

Fig. C: Detail Colpus, REM

Fig. D: Polansicht, LM

Fig. E: Polansicht, REM

Fig. F: Detail Skulptur, REM

Fig. G – L: *Noccaea crantzii* K. F. MEYER 1973

Fig. G: Äquatorialansicht, LM

Fig. H: Pollenkorn, REM

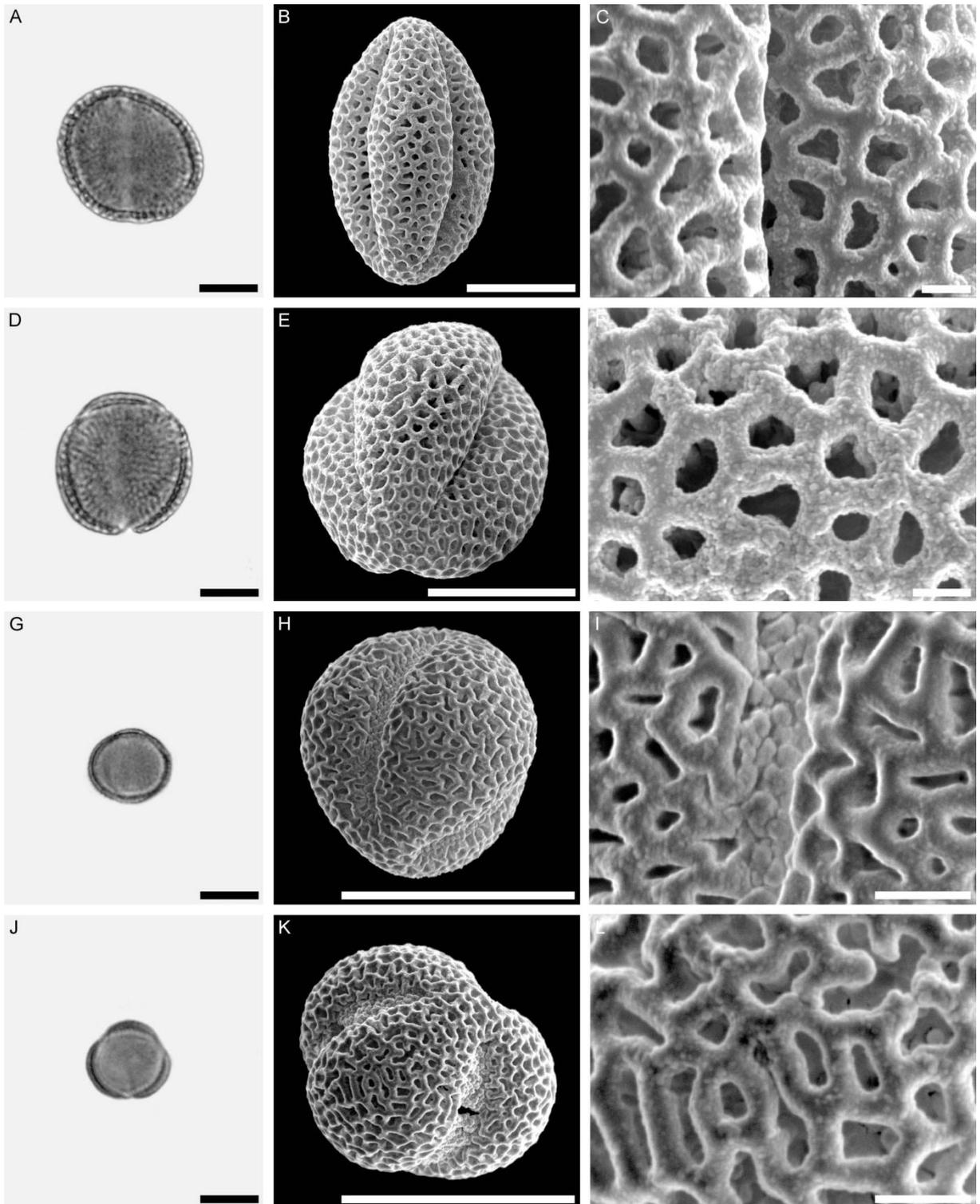
Fig. I: Detail Colpus, REM

Fig. J: Polansicht, LM

Fig. K: Pollenkorn, REM

Fig. L: Detail Skulptur, REM

# TAFEL III



Maßstabballen: 10µm in Fig. A, B, D, E, G, H, J, K

Maßstabballen: 1µm in Fig. C, F, I, L

## TAFEL IV

Fig. A – F: *Campanula pulla* L. 1753

Fig. A: Polansicht, LM

Fig. B: Polansicht, REM

Fig. C: Detail Skulptur, REM

Fig. D: Polansicht, LM

Fig. E: Polansicht, REM

Fig. F: Detail Skulptur, REM

Fig. G – L: *Phyteuma globulariifolium* STERNB. & HOPPE 1818 subsp.  
*globulariifolium*

Fig. G: Äquatorialansicht, LM

Fig. H: Polansicht, REM

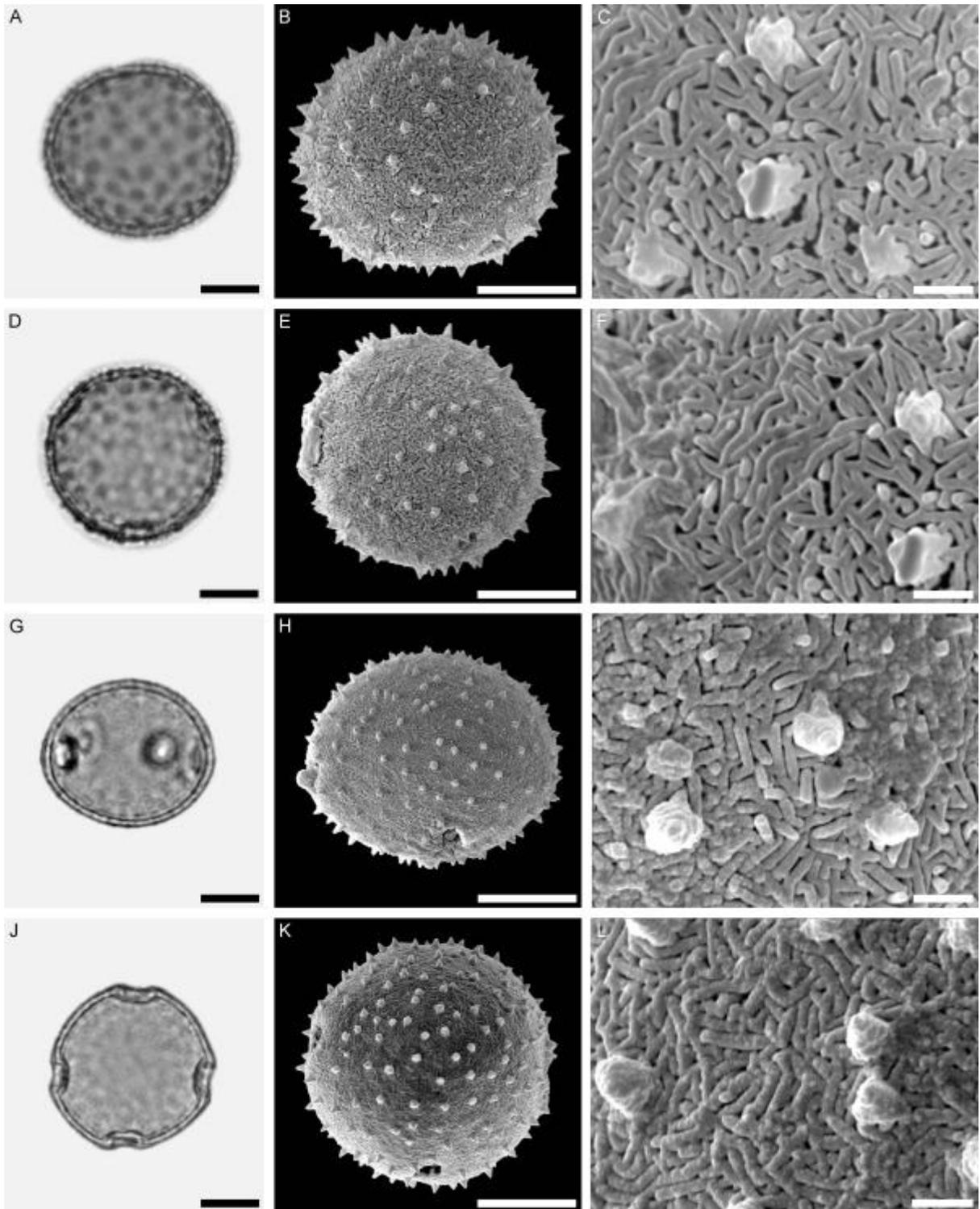
Fig. I: Detail Skulptur, REM

Fig. J: Polansicht, LM

Fig. K: Polansicht, REM

Fig. L: Detail Skulptur, REM

# TAFEL IV



Maßstabbalken: 10µm in Fig. A, B, D, E, G, H, J, K

Maßstabbalken: 1µm in Fig. C, F, I, L

## TAFEL V

Fig. A – F: *Cerastium carinthiacum* VEST subsp. *carinthiacum*

Fig. A: Pollenkorn, LM

Fig. B: Pollenkorn, REM

Fig. C: Detail Porus, REM

Fig. D: Pollenkorn, LM

Fig. E: Pollenkorn, REM

Fig. F: Detail Porus, REM

Fig. G – L: *Dianthus alpinus* L. 1753

Fig. G: Pollenkorn, LM

Fig. H: Pollenkorn, REM

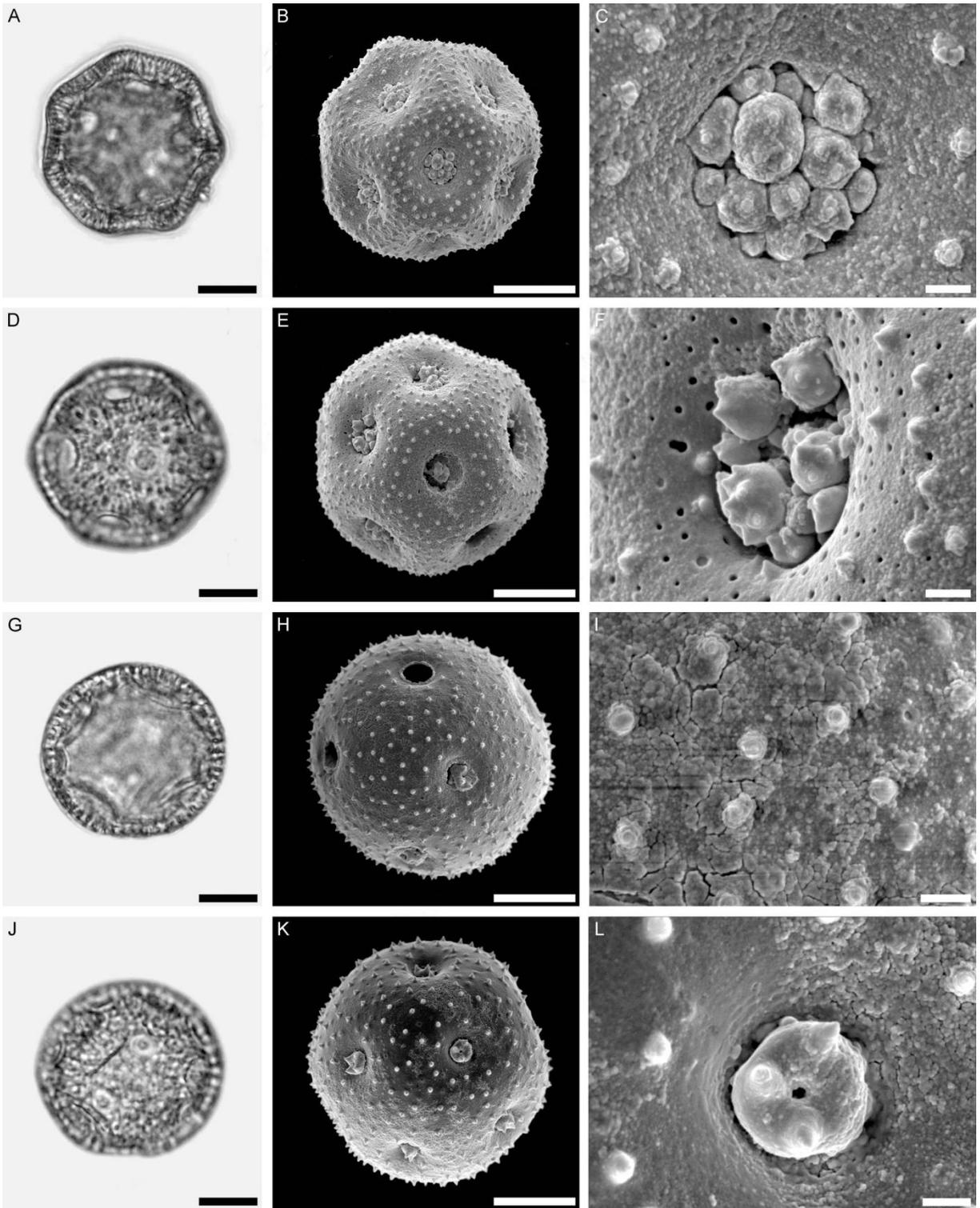
Fig. I: Detail Skulptur, REM

Fig. J: Pollenkorn, LM

Fig. K: Pollenkorn, REM

Fig. L: Detail Porus, REM

# TAFEL V



Maßstabballen: 10µm in Fig. A, B, D, E, G, H, J, K

Maßstabballen: 1µm in Fig. C, F, I, L

## TAFEL VI

Fig. A – F: *Minuartia austriaca* HAYEK

Fig. A: Pollenkorn, LM

Fig. B: Pollenkorn, REM

Fig. C: Detail Porus, REM

Fig. D: Pollenkorn, LM

Fig. E: Pollenkorn, REM

Fig. F: Detail Porus, REM

Fig. G – L: *Saponaria pumila* JANCH. EX HAYEK 1907

Fig. G: Pollenkorn, LM

Fig. H: Pollenkorn, REM

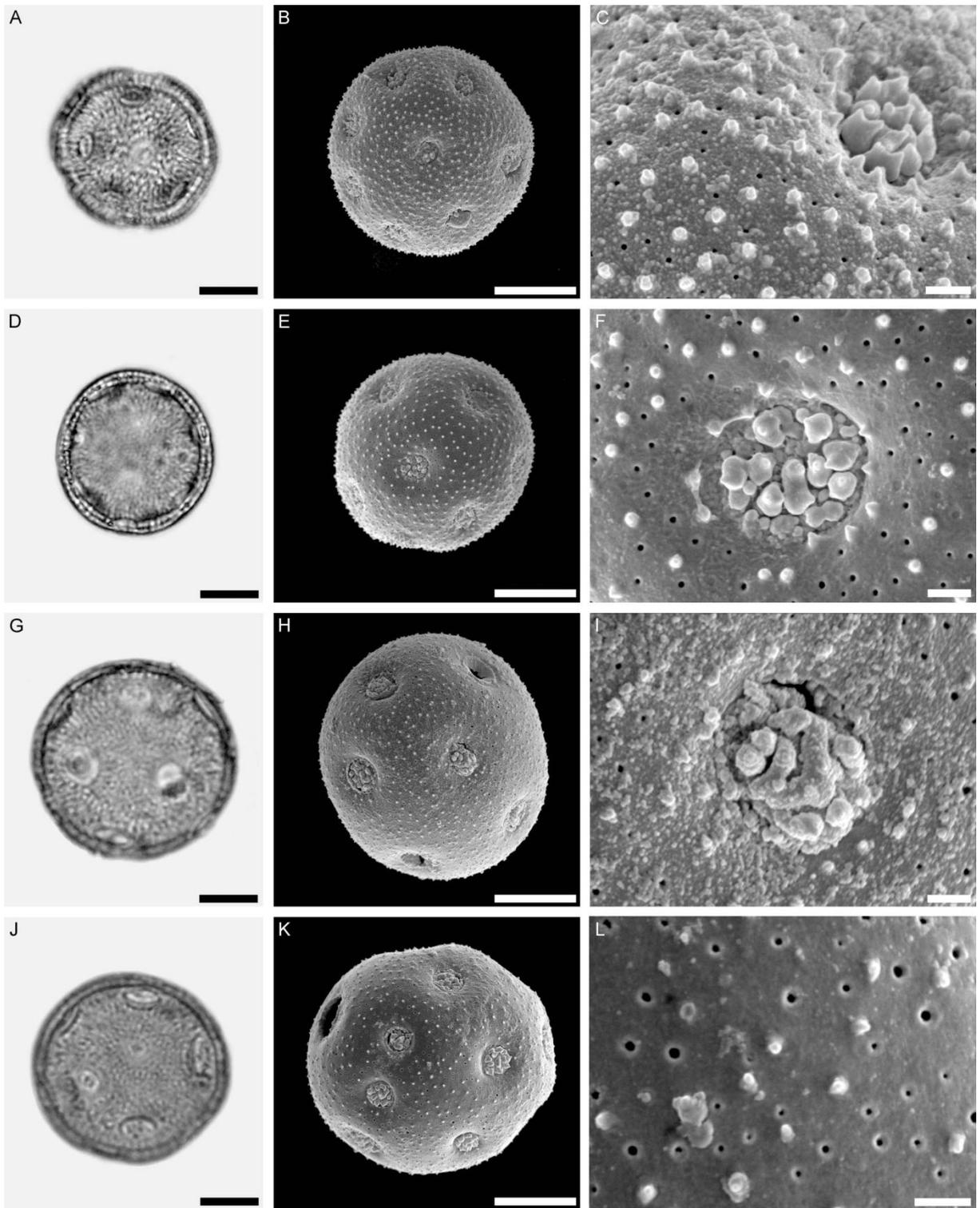
Fig. I: Detail Porus, REM

Fig. J: Pollenkorn, LM

Fig. K: Pollenkorn, REM

Fig. L: Detail Skulptur, REM

# TAFEL VI



Maßstabballen: 10µm in Fig. A, B, D, E, G, H, J, K

Maßstabballen: 1µm in Fig. C, F, I, L

## TAFEL VII

Fig. A – F: *Primula clusiana* TAUSCH 1821

Fig. A: Äquatorialansicht, LM

Fig. B: Äquatorialansicht, REM

Fig. C: Detail Colpus, REM

Fig. D: Polansicht, LM

Fig. E: Polansicht, REM

Fig. F: Detail Pol, REM

Fig. G – L: *Soldanella austriaca* VIERH. 1904

Fig. G: Äquatorialansicht, LM

Fig. H: Äquatorialansicht, REM

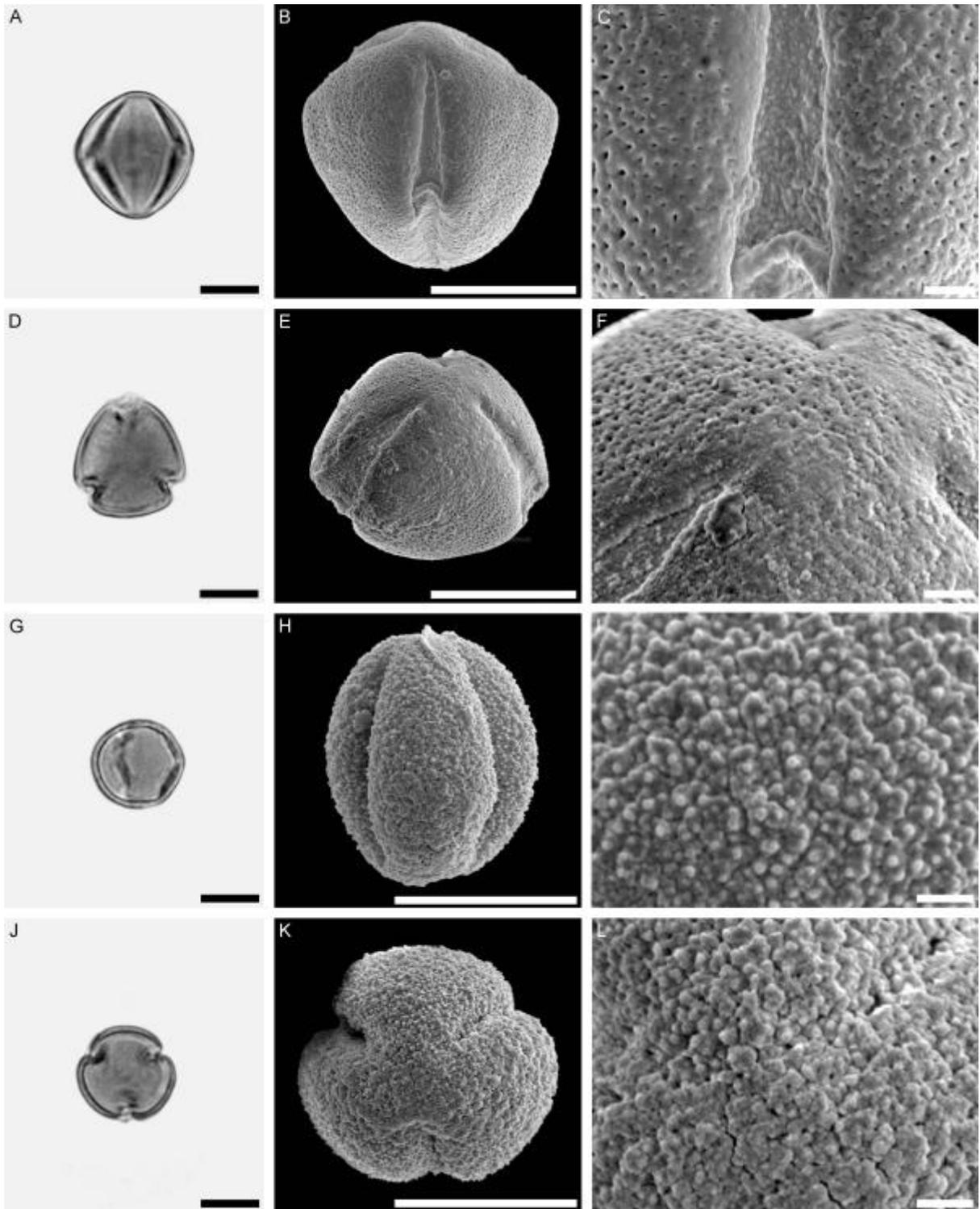
Fig. I: Detail Skulptur, REM

Fig. J: Polansicht, LM

Fig. K: Polansicht, REM

Fig. L: Detail Pol, REM

TAFEL VII



Maßstabballen: 10µm in Fig. A, B, D, E, G, H, J, K

Maßstabballen: 1µm in Fig. C, F, I, L

## TAFEL VIII

Fig. A – F: *Melampyrum subalpinum* (JURATZKA) KERN. 1863

Fig. A: Äquatorialansicht, LM

Fig. B: Äquatorialansicht, REM

Fig. C: Detail Colpus, REM

Fig. D: Polansicht, LM

Fig. E: Äquatorialansicht, REM

Fig. F: Detail Colpus, REM

Fig. G – L: *Pulsatilla alpina* (L.) DELARBRE subsp. *schneebergensis* D. M. MOSER  
2003

Fig. G: Pollenkorn, LM

Fig. H: Pollenkorn, REM

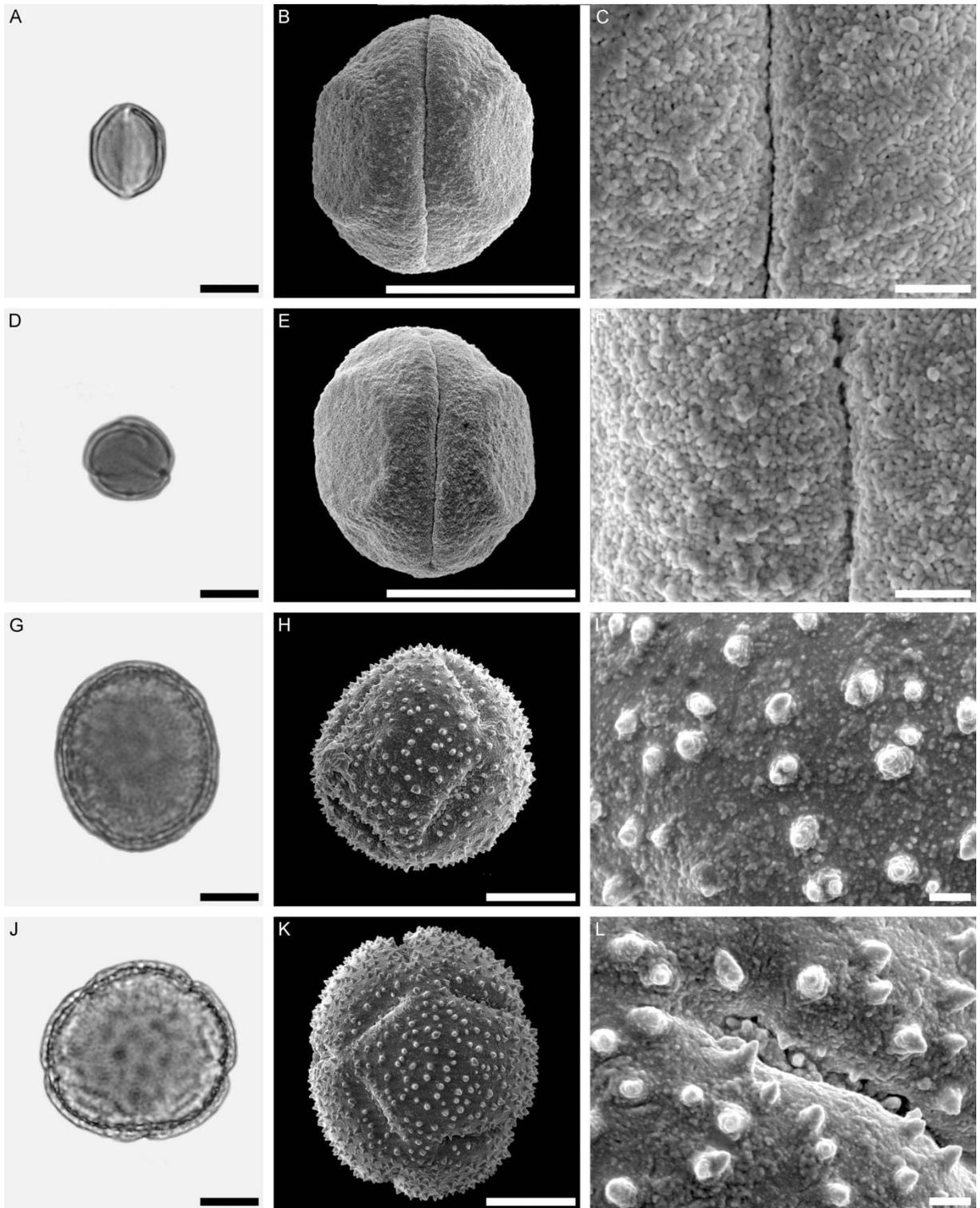
Fig. I: Detail Skulptur, REM

Fig. J: Pollenkorn, LM

Fig. K: Pollenkorn, REM

Fig. L: Detail Colpus, REM

# TAFEL VIII



Maßstabbalken: 10µm in Fig. A, B, D, E, G, H, J, K

Maßstabbalken: 1µm in Fig. C, F, I, L

## TAFEL IX

Fig. A – F: *Galium noricum* EHREND. 1953

Fig. A: Äquatorialansicht, LM

Fig. B: Äquatorialansicht, REM

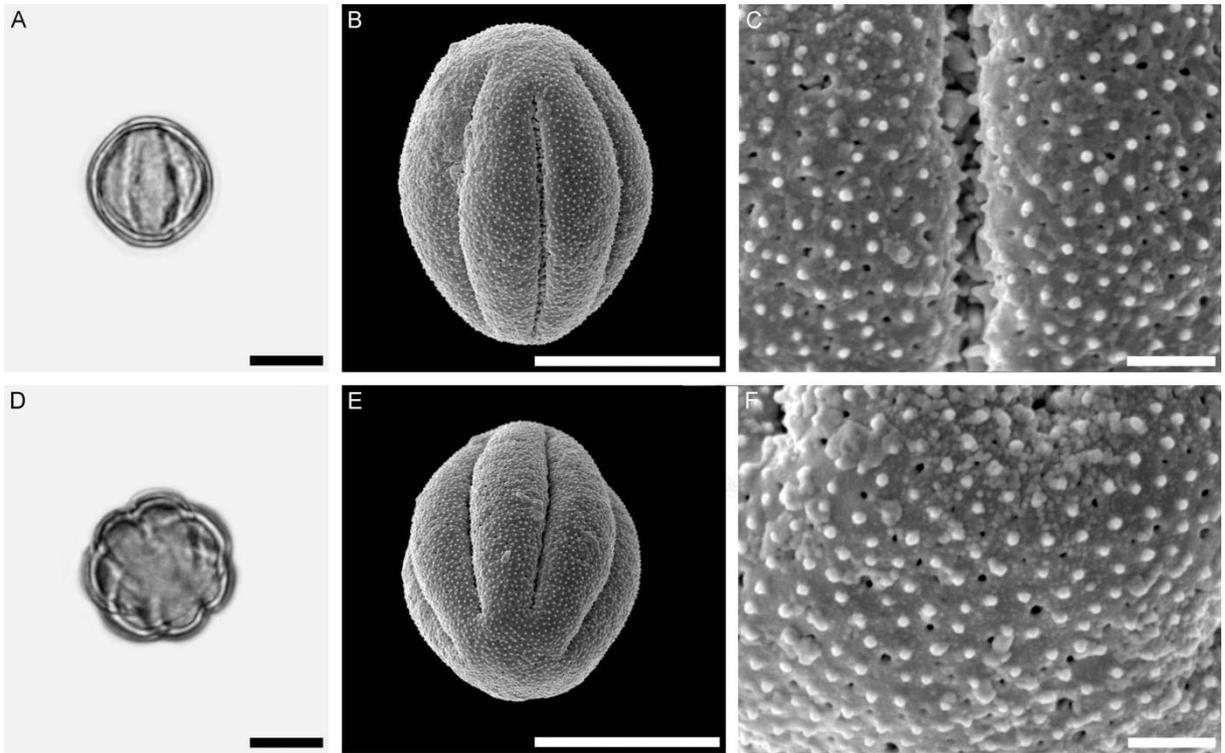
Fig. C: Detail Colpus, REM

Fig. D: Polansicht, LM

Fig. E: Polansicht, REM

Fig. F: Detail Pol, REM

# TAFEL IX



Maßstabballen: 10µm in Fig. A, B, D, E, G, H, J, K

Maßstabballen: 1µm in Fig. C, F, I, L



## 10 LEBENSLAUF

### ANGABEN ZUR PERSON

Name	<b>OBERNDORFER CHRISTINA MARIA</b>
Tochter von	Christine Oberndorfer (Lehrerin) und Ing. August Oberndorfer (Techniker)
Staatsangehörigkeit	Österreich

### LAUFBAHN

1995 - 1999	Volksschule Lambach
1999 - 2007	Realgymnasium Lambach (naturwissenschaftlicher Zweig)
2007	Reifeprüfung am Realgymnasium Lambach
2007 - 2013	Universität Wien, Lehramtsstudium UF Mathematik und UF Biologie und Umweltkunde
November 2012	Arbeitsbeginn an der Diplomarbeit „ <i>Pollenmorphologische Untersuchungen an ausgewählten endemischen Alpenpflanzen</i> “, Diplomarbeitbetreuer ao. Univ. Prof. Dr. Reinhard Zetter
SS13	Tutorin der Lehrveranstaltung „Interdisziplinäre Exkursionen für LA- Biologie“
Mai 2013	Fertigstellung der Diplomarbeit