

# Erstes gemeinsames Meeting zur Phylogeographie von arktischen und alpinen Pflanzen in Zürich, 1.–3. Juni 2001

Ivana Stehlik<sup>1</sup>, Andreas Tribtsch<sup>2</sup> und Peter Schönswetter<sup>2</sup>

First Joint Botanical Mountain Phylogeography Meeting in Zürich, June 1–3, 2001: Distribution patterns, group differentiation and the evolution of arctic and alpine plants have interested botanists for more than one hundred years. The impact of climatic effects on plant life in Europe during Pleistocene ice ages was recognised very early. Our knowledge on the dynamics of the ice cover during glaciation, the climate changes and postglacial re-immigration of plants is constantly increasing. In combination with molecular methods this offers us fascinating options to re-formulate the questions asked by pioneers of arctic and alpine research and to tackle them with a modern approach. Another reason for the recent popularity of arctic and alpine research is, that the Alps and the Arctic offer an especially suitable framework for investigations of evolutionary mechanisms, because their geological and climatological history is well known and their spatial dimensions are relatively limited.

Each plant species is unique in its combination of ecological demands, distribution pattern, breeding or dispersal systems. Therefore, the question arises to what extent it is possible to generalise on the responses of arctic and alpine species to the ice ages. In this context, the quotation of BROCKMANN-JEROSCH & BROCKMANN-JEROSCH (1926: 1111) is still as relevant as it was when originally released: «The natural history of the European flora is not at a conclusion; it rather is in the middle of process of change. The history of this flora is within one of these transition zones, in which several scientific fields come into contact, intermingle and are influencing each other. Such zones can be very attractive but also dangerous. [...] If results gathered with different scientific methods match together and form a uniform picture, this might be very convincing. [But] this can easily be misleading, in the sense that researchers approach problems with a certain prejudice influenced by theoretical considerations, rather than to face these problems in an unbiased way. [...] More and more, we should try to investigate all individual cases critically and to solely look at them without considering earlier conclusions and theories in their own and related sciences».

Verbreitungsmuster, Sippendifferenzierung und Evolution arktischer und alpiner Pflanzen erwecken seit mehr als hundert Jahren das Interesse der BotanikerInnen. Schon sehr früh wurden in diesem Zusammenhang die Auswirkungen der Eiszeiten des Pleistozäns auf das Pflanzenleben in Europa erkannt (CHRIST 1867; BLYTT 1882; CHODAT & PAMPANINI 1902; BRIQUET 1906; BROCKMANN-JEROSCH & BROCKMANN-JEROSCH 1926; SCHRÖTER 1926; DAHL 1946, 1955, 1987; MERXMÜLLER 1952, 1953, 1954; GJÆREVOLL 1963; NORDHAGEN 1963; NORDAL 1987).

Das Zusammenspiel von stetig wachsendem Wissen über eiszeitliche Gletscherdynamik, Klimaveränderungen, nacheiszeitliche Besiedlungswellen von Pflanzen (z. B. BURGA & PERRET 1998) mit modernen molekularbiologischen Methoden eröffnet uns heute die faszinierende Möglichkeit, Fragen der oben genannten Pioniere unter anderen Voraussetzungen wieder aufzugreifen.

Die Schnittstelle von Biogeographie und molekularer Verwandtschaftsforschung nimmt die Phylogeographie ein. Sie ist ein junger Wissenschaftszweig, der durch die detaillierte Analyse von Verwandtschaftsverhältnissen mittels molekularer Methoden möglich geworden ist. Gegenstand der Untersuchungen ist die geographische Verbreitung von Abstammungslinien. Dadurch lässt sich beispielsweise die Ausbreitung von Arten in ihr jetziges Ver-

Adresse der Autoren:

<sup>1</sup>Institut für Systematische Botanik  
Universität Zürich  
Zollikerstrasse 107  
8008 Zürich/Schweiz  
ivana@systbot.unizh.ch

<sup>2</sup>Institut für Botanik  
Universität Wien  
Rennweg 14  
1030 Wien/Austria

Angenommen: 31. 1. 2001



Foto R. Holderegger

Abb. 1: Luzern, Pilatus: Blick in die Zentralalpen



Foto R. Holderegger

Abb. 2: Wallis, Aletsch: Grosser Aletschgletscher im Vordergrund

breitungsgebiet rekonstruieren. Voraussetzung für die Beschäftigung mit phylogeographischen Problemstellungen ist die genaue Kenntnis des Areals der untersuchten Pflanzen. In Europa verfügen wir heute über detaillierte Verbreitungskarten für Gefäßpflanzen (z. B. MEUSEL, JÄGER & WEINERT 1965; MEUSEL et al. 1978; MEUSEL & JÄGER 1992; HULTÉN & FRIES 1986; WELTEN & SUTTER 1982; HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988; POLDINI 1991; HARTL et al. 1992). Oft bieten diese inspirierende Ausgangspunkte für interessante Fragestellungen.

Aufgrund dieser verbesserten Grundlagen und neuer Methoden ist in jüngster Zeit ein eindrucksvoller Aufschwung von Forschung an arktischen und alpinen Arten zu beobachten (KÖRNER 1999). Ein wichtiger Faktor für diese Popularität ist, dass die arktischen und alpinen Regionen Europas hervorragende Modelle zur Erforschung evolutiver Mechanismen darstellen, da geologische und klimatologische Rahmenbedingungen gut bekannt sind und deren räumliche Ausdehnung relativ begrenzt ist (z. B. im Vergleich zu den nord-amerikanischen oder mittelasiatischen Gebirgen; OZENDA 1988). Der Aufschwung arktisch-alpiner Forschung mag nicht zuletzt mit der zerbrechlichen Schönheit dieser Pflanzenwelt zusammenhängen, aber auch damit, dass die Hochalpen und die Arktis als letzte Wildnis im dicht besiedelten Europa eine besondere Anziehungskraft ausüben.

Die grosse Bandbreite phylogeographischer Forschung in Gebirgen widerspiegelt sich in der thematischen Vielfalt der Beiträge zu diesem Kongress. Dies wird etwa aus den folgenden Fragen und Ausführungen ersichtlich. Kann bei der klonalen Art *Geum reptans* anhand genetischer Beziehungen mehrerer Populationen auf die Häufigkeit und Relevanz von Samenausbreitung geschlossen werden, und wie wirkt sich vegetative oder sexuelle Fortpflanzung auf die Populationsstruktur aus? Welche Auswirkung hat das Fortpflanzungssystem auf die genetische Diversität südandiner *Hypochoeris*-Arten? In welcher genetischen Beziehung stehen bei *Dianthus glacialis* periphere Populationen mit solchen aus ihrem Verbreitungszentrum? Populationsgenetische Fragen nach Erhaltung und Differenzierung von Populationen leiten über zu Hypothesen zu Artbildungsprozessen. Eine Untersuchung befasst sich mit dem genetischen Zusammenhalt von Silikat- und Kalkökotypen bei *Carex curvula* s.l. Mehrere Beiträge beleuchten Differenzierungsvorgänge auf unterschiedlichem Niveau zwischen geographisch getrennten Populationen («Genpools»): keine Sippendifferenzierung zeigen *Asplenium viride*, *Cassiope tetragona*, *Pulsatilla vernalis* und *Saxifraga cernua*; bei *Anthyllis montana* s.l., *Vaccinium uliginosum* s.l. und *Veronica alpina* s.l. lassen sich wenige Sippen unterscheiden; *Arabis holboellii* zeigt gar eine Radiation in etliche Mikrospezies. Meist werden eiszeitliche Klimaschwankungen als isolierender Faktor in den Vordergrund gestellt; bei amphiatlantischen



Foto R. Holderegger

**Abb. 3:** Graubünden, Cassonsgrat:  
Permafrostboden mit Polygonstruktur



Foto R. Holderegger

**Abb. 4:** Tessin, Val Bavona:  
Schwemmfächer des Kestelhorngletschers

schen, also beiderseits des Atlantik vorkommenden Arten, oder Arten mit circumpolarem Areal sind die Ozeane ein weiterer isolierender Faktor. Wie wirkt sich extreme geographische Isolation bei der reliktschen Population von *Pulsatilla alpina* auf dem Brocken im Deutschen Mittelgebirge aus? Gibt es theoretische Voraussagen bezüglich der genetischen Variation von Populationen, die die Eiszeiten in situ innerhalb vereister Zonen überlebt haben? Kann man heute noch nachweisen, wo Arten die Eiszeiten überlebt haben und wie gegebenenfalls die Migrationsrouten zurück in die zentralen Alpentale oder in die Arktis verliefen (*Androsace alpina*, *Draba aizoides*, *Erinus alpinus*, *Picea abies*, *Saponaria pumila*, *Saxifraga oppositifolia*)? Was geschieht bei sekundärem Kontakt von genetisch differenzierten Populationen in «Hybrid»-Zonen (*Erinus alpinus*, *Saxifraga oppositifolia*)? Unterschiedliche Ploidiestufen und retikuläre Evolution spielen bei der Sippendifferenzierung arktischer und alpiner Gruppen (*Draba*, *Gentianella*, *Globularia*, *Primula*, *Soldanella*, *Viola*) eine ausserordentlich wichtige Rolle. Können diese teils komplexen Phänomene zeitlich mit Vergletscherungen korreliert werden? Eine Untersuchung befasst sich schliesslich mit der Frage, ob verschiedene Pflanzenarten der Schneetälchen ähnliche (nach-) eiszeitliche Ausbreitungsmuster aufweisen.

Jede Pflanzenart ist in ihrer Kombination von ökologischen Ansprüchen, Verbreitungsmuster, Fortpflanzungs- oder Ausbreitungsmodi einzigartig. Deshalb stellt sich die Frage, wie weit Verallgemeinerungen hinsichtlich der Reaktion arktischer und alpiner Pflanzen auf die Eiszeiten überhaupt möglich sind. In diesem Zusammenhang möchten wir mit einem Zitat von 1926 schliessen, das angesichts der grossen Vielfalt der präsentierten Arbeiten nichts von seiner Aktualität verloren hat: «Die Florengeschichte Europas steht heute nicht an einem Abschluss; sie ist vielmehr in vollem Wandel begriffen. Sie bewegt sich in einem jener Grenzgebiete, in denen mehrere Wissenschaften sich berühren, sich durchdringen und gegenseitig beeinflussen. Solche Zwischengebiete haben ihren grossen Reiz, aber auch ihre Gefahren. [...] Fügen sich [...] die auf verschiedenen Stoffgebieten gewonnenen Ergebnisse zu einem einheitlichen Bild, so hat das etwas ungemein Bestechendes. Das verleitet aber nur zu gerne dazu, dass die Forschung von vornherein mit einer gewissen Befangenheit an die Probleme herantritt und sich von theoretischen Erwägungen beeinflussen lässt, anstatt ihnen vorurteilslos gegenüberzustehen. [...] Immer mehr muss die Absicht verfolgt werden, Einzelfälle einer kritischen Untersuchung zu unterziehen und sie aus *sich selbst heraus*, ohne Rücksicht auf frühere Schlussfolgerungen und Theorien der eigenen und der benachbarten Wissensgebiete zu betrachten» (BROCKMANN-JEROSCH & BROCKMANN-JEROSCH 1926: 1111).

## Dank

Wir möchten allen Institutionen und Personen danken, die zum Gelingen des «First Joint Botanical Mountain Phylogeography Meeting» in Zürich, 1.–3. Juni 2001, beigetragen haben. Ein besonderer Dank geht an die BAUHINIA, die uns den Druck der Zusammenfassungen der Beiträge ermöglicht hat und an die Pilatus-Bahnen, die allen Teilnehmern unseres Treffens überaus grosszügig die Fahrkosten auf den Pilatus erlassen haben. Wichtige finanzielle Unterstützung wurde uns von der Schweizerischen Akademie für Naturwissenschaften (SANW) und der Zürcherischen Botanischen Gesellschaft (ZBG) gewährt. Das Gesuch an die Stadt Zürich war bei der Einreichung dieser Publikation noch hängig. Wir möchten uns bei der Universität Zürich und dem Institut für Systematische Botanik für die kostenlose Benutzung der Infrastruktur bedanken und nicht zuletzt allen Personen, die bei den Vorbereitungen und der Durchführung unseres Treffens tatkräftig mitgeholfen haben und mithelfen werden, ein grosses Dankeschön aussprechen.

We would like to thank all institutions and people that made contributions to the «First Joint Botanical Mountain Phylogeography Meeting» in Zurich, June 1–3, 2001. Special thanks go to the journal BAUHINIA, who opened us the possibility to publish the abstracts of the presentations and to the Pilatus-Bahnen, who very generously offered free rides to all participants of our meeting to the mountain of Pilatus. Important financial support was contributed by the Swiss Academy of Science (SANW) and the Botanical Society of Zurich (ZBG). The application to the city of Zurich was still pending at the time this publication was submitted. We thank the University of Zurich and the Institute of Systematic Botany for providing free use of all facilities and, last but not least, we are indebted to all persons who helped to prepare and support this meeting.



Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften (SANW)  
Académie suisse des sciences naturelles (ASSN)  
Accademia svizzera di scienze naturali (ASSN)  
Academia svizra da sciences naturals (ASSN)  
Swiss Academy of Sciences (SAS)

## Literatur

- BLYTT A (1882) Essay on the immigration of the Norwegian flora during alternating rainy and dry periods. Cammermeyer, Christiania
- BRIQUET J (1906) Le développement des flores dans les alpes occidentales, avec aperçu sur les alpes en général. S. 130–173. In: von Wettstein R, Wiesner J & Zahlbruckner A (Hrsg) Wissenschaftliche Ergebnisse des Internationalen Botanischen Kongresses Wien 1905. Fischer, Jena
- BROCKMANN-JEROSCH H & BROCKMANN-JEROSCH M (1926) Die Geschichte der Schweizerischen Alpenflora. S. 1110–1215. In: Schröter C (Hrsg) Das Pflanzenleben der Alpen. Raustein, Zürich
- BURGA CA & PERRET R (1998) Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. Ott, Thun
- CHODAT R & PAMPANINI R (1902) Sur la distribution des plantes dans les alpes austro-orientales et plus particulièrement d'un choix de plantes des alpes cadoriques et venitiennes. Le Globe 41: 1–70
- CHRIST H (1867) Über die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette. Neue Denkschrift der Schweiz Naturforsch Gesellschaft 22: 1–84
- DAHL E (1946) On different types of unglaciated areas during ice ages and their significance to phytogeography. New Phytologist 45: 225–242
- DAHL E (1955) Biogeographic and geologic indications of unglaciated areas in Scandinavia during the glacial ages. Bulletin of the Geological Society of America 66: 1499–1519
- DAHL E (1987) The nunatak theory reconsidered. Ecological Bulletin 38: 77–94
- GJÆREVOLL O (1963) Survival of plants on nunataks in Norway during the Pleistocene glaciation. S. 261–283. In: Løve A & Løve D (Hrsg) North Atlantic biota and their history. Pergamon Press, Oxford
- HAEUPLER H & SCHÖNFELDER P (1988) Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. Ulmer, Stuttgart
- HARTL H, KNIELY G, LEUTE GH, NIKLFELD H & PERK M (1992) Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Kärntens. Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Klagenfurt

HULTÉN E. & FRIES M (1986) Atlas of the North European vascular plants, I–III. Koeltz, Koenigstein

KÖRNER C (1999) Alpine plant life. Springer, Berlin

MERXMÜLLER H (1952) Untersuchungen zur Sippengliederung und Arealbildung in den Alpen, I. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und Tiere 17: 96–133

MERXMÜLLER H (1953) Untersuchungen zur Sippengliederung und Arealbildung in den Alpen, II. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und Tiere 18: 138–158

MERXMÜLLER H (1954) Untersuchungen zur Sippengliederung und Arealbildung in den Alpen, III. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und Tiere 19: 97–139

MEUSEL H, JÄGER E & WEINERT E (1965) Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora, Karten I. Fischer, Jena

MEUSEL H, JÄGER E, RAUSCHERT S & WEINERT E (1978) Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora, Karten II. Fischer, Jena

MEUSEL H & JÄGER E (1992) Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora, Karten III. Fischer, Jena

NORDAL I (1987) Tabula rasa after all? Botanical evidence for ice-free refugia in Scandinavia reviewed. *Journal of Biogeography* 14: 377–388

NORDHAGEN R (1963) Recent discoveries in the south Norwegian flora and their significance for the understanding of the history of the Scandinavian mountain flora during and after the last glaciation. S. 241–260. In: Løve A & Løve D (Hrsg) North Atlantic biota and their history. Pergamon Press, Oxford

OZENDA P (1988) Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum. Fischer, Stuttgart

POLDINI L (1991) Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli-Venezia Giulia. S.n., Udine

SCHRÖTER C (1926) Das Pflanzenleben der Alpen. Raustein, Zürich

WELTEN M & SUTTER R (1982) Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Birkhäuser, Basel