

Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins in Wuppertal

Heft 51

11. Wuppertaler Orchideen-Tagung



Redaktion:
Karlheinz Senghas und Uwe Lünsmann

Wuppertal, im September 1998

11. Wuppertaler Orchideen-Tagung
am 4. und 5. Oktober 1997

Titelbild: *Epipactis africana*, Ruwenzon / Uganda, 27.01.1994, fot. Robatsch

Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins in Wuppertal

Heft 51

Redaktion:

Karlheinz Senghas
und
Uwe Lünsmann

Wuppertal 1998

Herausgegeben am 15. September 1998

Inhaltsverzeichnis

Programm der 11. Wuppertaler Orchideen-Tagung am 4. und 5. Oktober 1997.....	6
Teilnehmerliste der 11. Wuppertaler Orchideen-Tagung.....	8
Grußwort.....	11
U. & D. RÜCKBRODT: Auf Orchideensuche im südliche Kaukasus.....	13
J. CLAESSENS & J. KLEYNEN: Die Säulchenstruktur der europäischen Orchideen.....	23
K. ROBATSCH: Die Gattung <i>Epipactis</i> und ihre systematische Stellung innerhalb der Unterfamilie Neottioideae im Lichte entwicklungs- geschichtlicher Untersuchungen.....	43
O. SCHALL: Natura 2000 - Umsetzung der F-F-H-Richtlinie in der EU.....	101
H. BAUMANN & S. KÜNKELE: Die Orchideen in der neuen Flora: "Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs".....	113
K. & R. LORENZ: Zum Stand der Orchideenkartierung Südtirols. Ein Beitrag zur "Kartierung der Flora Mitteleuropas" und zum OPTIMA-Projekt: "Kartierung der mediterranen Orchideen".....	124
L. BERNACKI: Die Verbreitung der Arten, Unterarten und Bastarde der Orchideengattung <i>Dactylorhiza</i> in Polen.....	191
F. REINECKE: Wirkungsnetze - Analyse von Vorgängen und Abhängig- keiten in Orchideenpopulationen.....	213
J. SAROSIEK: Ökologie und Biologie der Orchideen und ihr tätiger Schutz.....	226
W. SCHUMACHER, J. WEIS & F. OPITZ: Zur Populationsentwicklung gefährdeter Orchideenarten in der Eifel während der letzten Jahrzehnte...	230
Legende zu den Farbtafel.....	256

Dieses Heft stellt den erweiterten Bericht über die "11. Wuppertaler Orchideen-Tagung" und damit die Fortsetzung der bisher erschienenen Tagesbände dar.

Bisher erschienen sind:

- 1964: "Probleme der Orchideengattung *Ophrys*"
Jahresbericht Heft 19 (vergriffen)
- 1968: "Probleme der Orchideengattung *Dactylorhiza*"
Jahresbericht Heft 21/22
- 1970: "Probleme der Orchideengattung *Epipactis*"
Jahresbericht Heft 23 (vergriffen)
- 1972: "Probleme der Orchideengattung *Orchis*"
Jahresbericht Heft 25 (vergriffen)
- 1976: "Die Orchideen der Randgebiete des europäischen Florenbereiches"
Jahresbericht Heft 29 (vergriffen)
- 1980: "Probleme der Evolution bei europäischen und mediterranen Orchideen"
Jahresbericht Heft 33
- 1983: "Probleme der Taxonomie, Verbreitung und Vermehrung europäischer und mediterraner Orchideen"
Jahresbericht Heft 36
- 1986: "Probleme der Taxonomie, Verbreitung und Vermehrung europäischer und mediterraner Orchideen II"
Jahresbericht Heft 39
- 1990: "Probleme bei europäischen und mediterranen Orchideen"
Jahresbericht Heft 43
- 1995: "Beiträge der 10. Wuppertaler Orchideen-Tagung"
Jahresbericht Heft 48

Danksagung

Der Herausgeber bedankt sich bei der Landesgruppe Kurpfalz der Deutschen Orchideen-Gesellschaft, dem Ing.-Büro E. Fülling für Umweltgeologie, dem Landschaftsverband Rheinland und der Stadt Wuppertal für die Beteiligung an den Druckkosten.

ISSN-Nr. 0547-9789

Für die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Arbeiten sind deren Verfasser allein verantwortlich.

© Naturwissenschaftlicher Verein Wuppertal e.V.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist nur mit Zustimmung der Redaktion oder der Autoren zulässig.

Programm der 11. Wuppertaler Orchideen-Tagung am 4. und 5. Oktober 1997

Samstag, den 4. Oktober

- | | |
|-------------|--|
| 09.30 | Eröffnung der Tagung, Begrüßungsworte |
| 10.00-10.45 | U. und D. Rückbrodt: Auf Orchideensuche im südlichen Kaukasus |
| 10.45-11.45 | J. Claessens & J. Kleynen: Die Säulchenstruktur der europäischen Orchideen |
| 11.45-12.00 | Diskussion |
| 12.00-13.30 | Mittagspause |
| 13.30-14.15 | H. F. Paulus: <i>Ophrys fusca</i> und kein Ende? |
| 14.15-15.15 | K. Robatsch: Die Gattung <i>Epipactis</i> und ihre systematische Stellung innerhalb der Unterfamilie Neottioideae im Lichte entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen |
| 15.15-15.30 | Diskussion |
| 15.30-16.00 | Kaffeepause |
| 16.00-16.45 | O. Schall: Natura 2000 - Umsetzung der F-F-H-Richtlinie in der EU |
| 16.45-17.30 | H. Baumann & S. Künkele: Die Orchideen in der neuen Flora: "Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs" |
| 17.30-18.00 | Diskussion |
| ab 19.00 | Gemeinsames Abendessen in den Zoofestsälen |

Sonntag, den 5. Oktober 1997

- 09.00-09.45 H. F. Paulus: Neue bestäubungsbiologische Ergebnisse aus Istrien, Süd-Frankreich und Tunesien.
- 09.45-10.30 H. Baumann: Zur Kenntnis einiger Ibero-Marokkanischer Orchideen. Ein Beitrag zum OPTIMA-Projekt "Kartierung der mediterranen Orchideen"
- 10.30-11.00 Kaffeepause
- 11.00-11.45 K. & R. Lorenz: Zum Stand der Orchideenkartierung Südtirols. Ein Beitrag zur "Kartierung der Flora Mitteleuropas" und zum OPTIMA-Projekt "Kartierung der mediterranen Orchideen"
- 11.45-12.30 L. Bernacki: Die Verbreitung der Arten, Unterarten und Bastarde der Orchideengattung *Dactylorhiza* in Polen
- 12.30-13.00 Diskussion
- 13.00-14.15 Mittagspause
- 14.15-15.00 F. Reinecke: Wirkungsnetze - Analyse von Vorgängen und Abhängigkeiten in Orchideenpopulationen
- 15.00-15.45 J. Sarosiek: Ökologie und Biologie der Orchideen und ihr tätiger Schutz (ausgefallen)
- 15.45-16.15 W. Schumacher, J. Weis & F. Opitz: Zur Populationsentwicklung gefährdeter Orchideenarten in der Eifel während der letzten Jahrzehnte

Grußwort: Karlheinz Senghas

Sehr verehrte Frau Bürgermeisterin,
sehr geehrte Ehrengäste, mein Damen und Herren, liebe Orchideenfreunde!

Als letzter möchte auch ich Sie alle sehr herzlich zu unserer diesjährigen Tagung begrüßen. Wenn ich dies anlässlich früherer Tagungen tat, so konnte ich dies zugleich im Namen der Deutschen Orchideen-Gesellschaft tun, entweder kraft eigenen Amtes oder später in Vertretung ihres amtierenden Präsidenten, Herrn LÜCKEL. Aber schon beim letzten Mal, und auch heute wieder, kann und darf ich dies nicht mehr tun, da sich die DOG nach ihrem letzten Präsidentenwechsel leider wort- und kommentarlos nach vier Präsidentenwechseln und nach fast drei Jahrzehnten aus der stets harmonischen Gemeinschaftsveranstaltung zwischen Wuppertal und der DOG ausgeklinkt hat. Andererseits ist Ihnen aus unseren Tagungsberichten geläufig, daß seit 1983 meine Landesgruppe Kurpfalz der DOG mit unseren Tagungen hier in Wuppertal nicht nur ideell verbunden war, sondern die Drucklegung ihrer Ergebnisse jeweils mit einem Zuschuß unterstützt hat. Es freut mich daher umso mehr, daß mein Vorstand kürzlich einstimmig beschlossen hat, auch die jetzige Tagung in gleicher Weise zu unterstützen.

Die Wuppertaler Orchideentagungen haben unterdessen Tradition erlangt. Jede Tradition hat aber auch ihre Grenzen. Eine derselben habe ich soeben aufgezeigt, weitere sind vorprogrammiert, oder bereits erkennbar. Diese Grenzen sind zugleich ein Generationenproblem, sie sind personeller, aber auch inhaltlicher Art. Zum personellen Anteil freut es mich, daß der Inaugurator dieser Tagungen, Hans SUNDERMANN, heute wenigstens zur Eröffnung anwesend sein kann. Wir beide haben gemeinsam - mit der Hilfe und Unterstützung vieler, vor allem Organisatoren vor Ort, und der zahllosen Referenten - eine gute Tradition zustande gebracht. Sie hat weit über die Grenzen Wuppertals, Westfalens und Deutschlands hinaus Beachtung und Anerkennung gefunden. Damit der Übergang nicht zu kraß erfolgt, habe ich mich bereiterklärt, für diese Tagung noch einmal präsent zu sein. Was den inhaltlichen Teil betrifft, so erinnere ich daran, daß die ersten vier Tagungen der Bestandsaufnahme und damit der Systematik galten. Danach wurde das Spektrum der Berichte und Diskussionen erweitert. Stichworte hierzu sind: Verbreitung, Kartierung, Arten- und Biotopschutz. Schließlich kam durch Professor PAULUS und Mitarbeiter mit dem Forschungsschwerpunkt Bestäubungsbiologie und ihrer zu Recht geforderten Relevanz für die Systematik eine markante neue Gewichtung hinzu. Heute, im Zeitalter

der Elektronik, der Datenverarbeitung und Gentechnik, bleibt es nicht aus, daß auch molekularbiologische Aspekte in Form von DNS-Analysen in die Orchideensystematik drängen. Hierzu liegen, fast noch druckfrisch, erste durchaus folgenschwere Ergebnisse aus USA / England vor. Würde man ihnen ohne zu zögern folgen, so müßten wir unsere Sprachgewohnheiten gründlich ändern. *Nigritella* würde danach in *Gymnadenia* verschwinden, *Coeloglossum* in *Dactylorhiza* aufgehen, *Aceras* würde zu *Orchis* und *Pseudorchis* zu *Platanthera* reduziert. Schockierender würde für die meisten von uns sein, die Sippe *morio* künftig mit *Anacamptis* und die Sippe *ustulata* künftig mit *Neotinea* ansprechen zu müssen. Gewiß wird niemand die Akkuratess molekularbiologischer Techniken und Methoden anzweifeln, aber erschrecken wird in dieser Phase die Raschheit, mit der unumstößliche Schlußfolgerungen gezogen und die nomenklatorischen Konsequenzen publiziert werden. Zumal damit die Aussicht - für viele gewiß eine Horrorvision - einhergeht, daß wir künftig für Identifikationen - Grundlagen jeder Kartierungsarbeit - kein Biotop-, Pflanzen- oder gar Detailkenntnisse mehr nötig haben, daß vielmehr 1 mm² Blattfläche und ein Analysator genügen, um per PC-Knopfdruck die für jede Sippe charakteristische DNS-Sequenz und damit zugleich Verwandtschaftsgrad zu allen nächstverwandten Sippen zu erhalten. Das Vergleichsbeispiel der in den 60iger Jahren emporschießenden Chemotaxonomie mit ihrem generellen Gültigkeitsanspruch und ihrer in den beiden Folgejahrzehnten stattgehabten Relativierung zu einem Merkmal neben anderen gibt die Hoffnung, daß wir vielleicht doch nicht zwei Jahrhunderte lang gänzlich fehlgelegen haben. Aber: Der Auseinandersetzung mit den Ergebnissen molekularbiologischer Forschung werden wir auch in Wuppertal nicht entgehen können. Ich bin aber davon überzeugt, daß der schon von GOETHE geprägte und begründete Blick für die Pflanze als lebendige Einheit uns langfristig für jede Diagnostik erhalten bleiben wird.

Ich wünsche Ihnen allen zwei informations- und diskussionsreiche Tage, verbunden wie stets in dieser Runde auch mit vielen persönlichen Gesprächen und Kontakten.

Bemerkungen zur Verbreitung der Orchideen im südlichen Kaukasus.

D. & U. Rückbrodt

Zusammenfassung:

Wir berichten über unsere Funde im südlichen Kaukasus und geben Hinweise auf die Verbreitung der Orchideen in diesem Gebiet.

Summary:

We report about our findings in the southern part of the Caucasus and give information about the distribution of the orchid species in this area.

Das besuchte Gebiet

Das von uns besuchte Gebiet liegt südlich des Kaukasushauptkammes. Aus diesem Gebiet wurden mehrere Orchideenarten beschrieben, so daß es die Möglichkeit bietet, diese Arten in ihrer terra typica zu studieren. Seit Glasnost und Perestroika ist eine Reise in den südlichen Kaukasus auch für Besucher westlicher Staaten möglich. Wir haben bereits 4 Reisen dorthin unternommen und darüber berichtet (RÜCKBRODT et al., 1994 und 1997). Besucht wurde auf diesen Reisen in Georgien: die höher gelegene Region Swanetien und das Gebiet von Tiflis über den Kreuzpaß bis Kasbegi, Telavi und der nordöstlichen Grenze zu Aserbaidshan; in Aserbaidshan: die südlichen Vorberge des Kaukasus von der georgischen Grenze bis Schemacha und die nordöstlichen Vorberge von Siasan bis nahe der Grenze zu Dagestan, sowie das Gebiet des Talysch nahe der Grenze zum Iran. Eine ergänzende Reise zum Studium vor allem kaukasischer Orchideen machten wir im August 1997 nach St. Petersburg, wo im dortigen Zentralherbarium der ehemaligen UdSSR viele Typusexemplare lagern.

Nicht alle unsere Funde können wir schon abschließend bewerten. Hierzu sind noch weitere Reisen, auch in andere Gebiete, und weitere Literaturstudien erforderlich. Wir möchten aber unseren jetzigen Kenntnisstand vorstellen und auch noch ungeklärte Punkte zur Diskussion stellen.

Die Arten

Für die Aussage über die Verbreitung der einzelnen Arten diene uns in erster Linie die Flora Kavkaza (GROSSHEIM, 1940), ergänzt um unsere eigenen Funde. Die von AVERYANOV (1994) verwendeten biogeographischen Regionen lassen leider keinen Schluß auf die Häufigkeit einzelner Arten zu, geben aber einen guten Überblick über das jeweils besiedelte Areal. Bei Hinweisen auf diese beiden Arbeiten lassen wir im Nachfolgenden die Jahreszahl fort. Bei den Angaben zur Verbreitung haben wir Abchasien getrennt genannt, da dieses Gebiet für uns nicht zugänglich war. Den Talysch haben wir extra erwähnt, da er nicht nur zum kaukasischen Florengebiet gehört, sondern auch Elemente des turanischen und des orientalischen Florengebietes beinhaltet.

Epipactis veratrifolia BOISS. & HOHEN. ist nur aus Nachitschewan und dem östlich angrenzenden Zipfel von Armenien bekannt, die von uns nicht besucht wurden.

Epipactis helleborine (L.) CRANTZ ist weit verbreitet. Schwerpunkte sind die Umgebung von Tiflis, die Bergregionen am Kaspischen Meer nordwestlich Kuba und der Talysch. Außer der typischen *Epipactis helleborine* fanden wir auch Pflanzen, die wahrscheinlich mit *Epipactis turcica* KREUTZ identisch sind. Daneben wurden an einigen Stellen Pflanzen gefunden, die in mehreren Merkmalen von *Epipactis helleborine* abweichen und sicher eine eigene Art darstellen.

Epipactis atrorubens (HOFFM.) BESSER kommt nach GROSSHEIM nur im nördlichen Kaukasus und im Zipfel der nordwestlichen Ausläufer des Kaukasus vor. Nach AVERYANOV gibt es mehrere Vorkommen in Georgien und in Aserbaidschan. Letztere Angaben beruhen auf Herbarbelegen in St. Petersburg. Wir selbst haben auf unseren Reisen diese Art nicht gesehen, da wir offensichtlich zu früh dort waren.

Epipactis persica (SOÓ) NANNF. wird nur von AVERYANOV als Literaturangabe für den Transkaukasus zitiert. Wir fanden die Art an einer Stelle in Georgien in der Umgebung von Telavi. Die Art ist vermutlich aber noch weiter verbreitet.

Epipactis pontica TAUBENHEIM haben wir in der Literatur nicht gefunden. Wir fanden an 2 Standorten in Georgien knospige Pflanzen, die wir diesem Taxon zuordnen würden. Eine Überprüfung halten wir für erforderlich.

Epipactis microphylla (EHRH.) SW. wird von GROSSHEIM nur für einen Fundpunkt in Aserbaidschan und für einen im äußersten Nordwesten der Ausläufer des Kaukasus, im heutigen Rußland, angegeben. Auch nach AVERYANOV gibt es nur sehr vereinzelte Vorkommen, so in Adscharien (Georgien) und im Kleinen Kaukasus nördlich des Sewansees und im Talysch, dazu 2 Hinweise auf Literaturangaben.

Wir konnten 2 Funde außerhalb dieser Gebiete machen: einmal in Aserbaidschan nahe Kuba und einmal in Georgien bei Telavi. Einen weiteren Fund melden KÜNKELE & LORENZ aus Georgien (Vortrag beim AHO-Baden-Württemberg in Böblingen am 25.1.96).

Epipactis palustris (L.) CRANTZ wird nur von wenigen Punkten in Aserbaidschan und Georgien angegeben. Wir fanden sie in knospigem Zustand an einer Stelle in Georgien.

Cephalanthera kurdica BORNH. ist nach AVERYANOV nur von den nordwestlichen Ausläufern des Kaukasus am Schwarzen Meer und aus dem Zipfel von Armenien zwischen Nachitschewan und Aserbaidschan bekannt. Da die Art im Nordosten der Türkei (Prov. Artvin) vorkommt, könnte sie auch noch im angrenzenden Georgien gefunden werden. Mögliche Fundgebiete haben wir nicht besucht.

Cephalanthera rubra (L.) RICH. gehört im südlichen Kaukasus zu den weit verbreiteten und nicht seltenen Orchideen, die wir an mehreren Stellen teils blühend, teil knospig gefunden haben.

Cephalanthera damasonium (MILL.) DRUCE gehört ebenfalls zu den weit verbreiteten Arten. Eine gewisse Häufung ist im mittleren Bereich, etwa um Tiflis, zu erkennen. Wir fanden sie mehrfach sowohl in Aserbaidschan als auch in Georgien.

Cephalanthera kotschyana RENZ & TAUBENHEIM konnten wir erstmalig für Aserbaidschan nachweisen, und zwar westlich von Scheki und westlich von Schemacha. Auch im Herbarium von St. Petersburg konnten wir mehrere Belege eindeutig als *Cephalanthera kotschyana* bestimmen.

Cephalanthera longifolia (L.) FRITSCH hat einen gewissen Verbreitungsschwerpunkt in mittleren Lagen in Georgien, kommt aber auch mehrfach in mittleren Lagen in Aserbaidschan sowie im Talysch vor. Wir fanden die Art mehrfach in dem besuchten Gebiet.

Cephalanthera caucasica KRAENZL. ist nach GROSSHEIM nur von wenigen Orten aus den südlichen und nordöstlichen Vorbergen des Kaukasus in Aserbaidschan bekannt, dazu mit Verbreitungsschwerpunkt im Talysch. AVERYANOV nennt außerdem noch den südöstlichen Zipfel von Armenien zwischen Nachitschewan und Aserbaidschan und das Gebiet von Karabach. Wir konnten die Verbreitungskarte noch um einige Punkte in den südlichen und nordöstlichen Vorbergen des Kaukasus in Aserbaidschan ergänzen. Außerhalb unseres Gebietes ist diese prächtige Art nur noch aus dem nördlichen Iran bekannt (RENZ, 1978).

Limodorum abortivum (L.) SW. kommt vor allem in den niederen bis mittleren Lagen in Georgien und Aserbaidschan vor. Nach GROSSHEIM liegen die Verbreitungsschwerpunkte in Georgien und im Talysch. AVERYANOV bezieht auch die Vorberge des Kaukasus in Aserbaidschan mit ein, was sich mit unseren mehrfachen Funden in diesem Gebiet deckt.

Epipogium aphyllum SW. gehört zu den selteneren Arten und hat im südlichen Kaukasus eine mehr westliche Verbreitung. Einzelne Funde sind auch aus dem Talysch und dem Kleinen Kaukasus nördlich des Sewansee bekannt. Wir haben die Art nicht gefunden.

Neottia nidus-avis (L.) RICH. ist im gesamten südlichen Kaukasusgebiet weit verbreitet und meidet wohl nur die Steppengebiete. Auch wir sind ihr mehrfach begegnet.

Listera ovata (L.) R. BR. hat zwar eine weite Verbreitung im Gebiet, ist aber überall nur vereinzelt anzutreffen. An einem Fundort in Aserbaidschan konnten wir jedoch über 50 Pflanzen finden.

Listera cordata (L.) R. BR. ist auf den westlichen Teil des Kaukasus beschränkt und nur von wenigen Fundorten bekannt. Auch wir fanden die Art nur einmal in Swanetien.

Spiranthes spiralis (L.) CHEVALL. ist auf den westlichen Teil Georgiens und Abchasiens beschränkt. Nach AVERYANOV kommt sie auch im Talysch vor. In Georgien fanden wir Rosetten von *Spiranthes spiralis* an einem Fundort.

Goodyera repens (L.) R. BR. ist im südlichen Kaukasusgebiet vor allem auf Georgien beschränkt. Einzelne Vorkommen liegen in Abchasien, am nordwestlichen Ausläufer des Kaukasus in Rußland und weit von den anderen Fundorten entfernt liegend ein Vorkommen im Kleinen Kaukasus nördlich des Sewansee. Die Art ist überall selten und wurde von uns nicht gefunden.

Herminium monorchis (L.) R. BR. ist im südlichen Kaukasus sehr selten. Die Vorkommen beschränken sich auf das Gebiet um den Kreuzpaß. Etwas verbreiteter ist die Art auf der Nordseite des Kaukasus. Wir haben diese Art nicht gesehen.

Platanthera bifolia (L.) RICH. ist sowohl nach AVERYANOV als auch nach GROSSHEIM sehr selten. Wir fanden die Art mehrfach in Aserbaidschan und Georgien. Bei den Blüten standen die Staubbeutelblätter z. T. sehr eng, z. T. weiter auseinander. Wir vermuten, daß viele Pflanzen aus Unkenntnis der genauen Merkmalsunterschiede der nachfolgenden Art zugeordnet worden sind.

Platanthera chlorantha (CUSTER) RCHB. wird als häufig und weit verbreitet angegeben. Wir fanden diese Art seltener als die vorige.

Coeloglossum viride (L.) HARTM. ist besonders in Georgien weit verbreitet. In Aserbaidschan liegen bedeutend weniger Vorkommen. Wir fanden sie nur an wenigen Fundorten.

Gymnadenia conopsea (L.) R. BR. zählt zu den häufigeren Orchideen und ist weit verbreitet mit einem Verbreitungsschwerpunkt in Georgien. Die Blütezeit liegt meist erst im Juni. In Georgien fanden wir die Art mehrfach.

Dactylorhiza flavescens (C. KOCH) HOLUB war in dem besuchten Gebiet an vielen Stellen anzutreffen. Meistens waren es nur wenige Pflanzen. Nur in Georgien fanden wir eine Population mit über 200 Pflanzen und in Aserbaidschan eine mit über 2000, letztere überwiegend gelb blühend. An allen anderen Fundorten war der Anteil der rot blühenden Exemplare sehr hoch.

Dactylorhiza iberica (WILLD.) SOÓ hat ihren Verbreitungsschwerpunkt im Kleinen Kaukasus in Nachitschewan, Armenien und Karabach, kommt aber vereinzelt auch in Aserbaidschan und Georgien vor. Für diese Art waren wir zu früh in dem besuchten Gebiet.

Dactylorhiza umbrosa (KAR. & KIR.) NEVSKI wird bei GROSSHEIM als *Orchis sanasunitensis* H. FLEISCHMANN, bei AVERYANOV als *Dactylorhiza merovensis* (GROSSH.) AVER. und *Dactylorhiza salina* (TURCZ. ex LINDL.) SOÓ geführt. Wir fassen vorläufig noch die genannten Sippen unter *Dactylorhiza umbrosa* zusammen. Falls unsere weiteren Untersuchungen ergeben sollten, daß *Dactylorhiza umbrosa* mit *Dactylorhiza salina* identisch ist, müßte der ältere Name *Dactylorhiza salina* an die Stelle von *Dactylorhiza umbrosa* treten. Die Art kommt zerstreut sowohl im Kaukasus als auch im Kleinen Kaukasus und im Talysch vor. Auch unsere Funde gehören in diesen Komplex.

Dactylorhiza osmanica (KLINGE) SOÓ wird von AVERYANOV als *Dactylorhiza cataonica* (H. FLEISCHM.) HOLUB für Nachitschewan und Armenien vom Sewansee bis zum Iran angegeben, aus Gebieten, die wir nicht besucht haben.

Dactylorhiza urvilleana (STEUDEL) H. BAUMANN & KÜNKELE ist bei GROSSHEIM noch in *Orchis amblyoloba* NEVSKI und *Orchis triphylla* C. KOCH unterteilt. Die Art gehört zu den häufigen und weitverbreiteten Arten. Die Verbreitungsschwerpunkte liegen jedoch mehr im westlichen Teil des Kaukasus und im Kleinen Kaukasus.

Dactylorhiza euxina (NEVSKI) CZEREP. kommt im westlichen Teil des Kaukasus sehr häufig vor. Eher zerstreut sind die Vorkommen im östlichen Teil und im Kleinen Kaukasus. Wir fanden die Art mehrfach, auch mit *Dactylorhiza urvilleana* vergesellschaftet.

Stevenielle satyrioides (SPRENG.) SCHLTR. kommt im Kaukasusgebiet nur sehr zerstreut vor mit einer gewissen Häufung im Gebiet um Tiflis und im Talysch. Wir vermuten, daß die Art häufig übersehen wurde, da wir sie mehrfach fanden, auch in Beständen von jeweils über 20 Pflanzen.

Traunsteinera globosa (L.) RCHB. ist sehr selten im Kaukasus. Einzelne Fundorte liegen in Abchasien, Swanetien (Georgien), im Bereich der Kreuzpässe und im Kleinen Kaukasus in Georgien. Ob es sich bei den Funden um Verwechslungen mit der nachfolgenden Art handelt, müßte noch überprüft werden.

Traunsteinera sphaerica (BIEB.) SCHLTR. ist im Kaukasus weit verbreitet mit einer größeren Dichte an Fundorten im westlichen Teil. Wir haben die Art leider nicht gefunden.

Orchis coriophora L. kommt in Georgien zerstreut vor und ist in Aserbaidschan fast als selten zu bezeichnen. GROSSHEIM gibt für den Talysch noch *Orchis fragrans* POLL. an. Die von uns gefundenen Pflanzen rochen nach Blattwanzen.

Orchis palustris JACQ. kommt vor allem im östlichen Teil unseres Gebietes vor und hat nur vereinzelte Fundpunkte in Georgien und Abchasien. Unsere Funde sind eindeutig *Orchis palustris* und nicht *Orchis pseudolaxiflora* CZERNIAK. zuzuordnen.

Orchis laxiflora LAM. wird nur von GROSSHEIM vereinzelt für das Kaukasusgebiet angegeben. Sowohl AVERYANOV als auch NEVSKI (1935) verneinen das Vorkommen dieser Art im Kaukasus bzw. in der ehemaligen UdSSR. Klarheit kann nur das Studium der Herbarbelege oder von lebendem Material vor Ort bringen.

Orchis pinetorum BOISS. & KOTSCHY hat eine sehr weite Verbreitung im gesamten südlichen Kaukasusgebiet. Wir fanden sowohl in der Natur als auch im Herbarium der Akademie der Wissenschaften in Baku Pflanzen mit Blüten, deren Sporne ungewöhnlich lang und dick und am Ende verdickt waren. Bei AVERYANOV und GROSSHEIM wird diese Sippe unter *Orchis mascula* geführt.

Orchis pallens L. ist eine der seltensten Orchideen im Kaukasus mit nur wenigen Vorkommen in Georgien, Abchasien, Karabach und im Talysch. Wir fanden nur ein abblühendes Exemplar in Swanetien.

Orchis provincialis LAM. & DC. ist nur aus Abchasien und dem angrenzenden Bereich von Rußland bekannt, dem von uns nicht besuchten Bereich.

Orchis collina ssp. *chlorotica* (WORON.) AVER. ist nur aus Aserbaidshan und dem nördlichen Kaukasus aus einem sehr begrenzten Gebiet bekannt. Als typische Merkmale werden die grünliche Blütenfärbung und ein am Ende spitzer Sporn genannt. Wir fanden mehrfach Pflanzen, die sich in der Blütenfärbung von den Pflanzen aus dem Mittelmeergebiet in keiner Weise unterschieden. Als einzigen Unterschied konnten wir den am Ende spitzen Sporn ausmachen.

Orchis spitzelii SAUTER ex KOCH ist sehr selten und wird nur für Georgien, Abchasien und den daran angrenzenden Bereich von Rußland genannt. Wir haben sie nicht gefunden.

Orchis papilionacea ssp. *schirwanica* (WORON.) SOÓ ist auf den östlichen Teil des Kaukasusgebietes beschränkt, wobei die Hauptvorkommen südlich einer Linie Scheki-Schemacha liegen, wo wir sie mehrfach fanden.

Orchis morio s.l. wird von AVERYANOV unter *Orchis morio* ssp. *picta* (LOISEL.) K. RICHT. und von GROSSHEIM unter *Orchis picta* LOISEL. geführt. Die Art ist weit verbreitet und kommt teilweise in ansehnlichen Beständen vor. Wir fanden 2 Ausprägungen: einmal mit größeren Blüten, wie wir sie auch von anderen Stellen im Mittelmeergebiet kennen und einmal mit sehr kleinen Blüten. Die größeren Blüten zeigen starke Abweichungen zu denen aus der terra typica von *Orchis morio* ssp. *picta* bei Toulon, was auch für die meisten Blüten aus dem Mittelmeergebiet zutrifft. Die sehr kleinen Blüten zeigen eine erstaunliche Übereinstimmung mit *Orchis albanica* GÖLZ & REINHARD, so daß wir diese Pflanzen bis zur Erlangung anderer Erkenntnisse diesem Taxon zuordnen.

Orchis schelkownikowii WORON. ist nur von wenigen Fundorten in Aserbaidshan bekannt mit einzelnen Vorkommen in Karabach und im Talysch. GROSSHEIM unterscheidet *Orchis schelkownikowii* und *Orchis punctulata* STEVEN ex LINDL., während AVERYANOV *Orchis schelkownikowii*, *Orchis selpulchralis* BOISS. & HELDR. und *Orchis adenocheila* CZERNIAK. unter *Orchis punctulata* zusammenfaßt. Die morphologischen Abweichungen zu *Orchis punctulata* liegen nach unseren Beobachtungen vor allem in der Blütengröße und in den schmaleren Seitensappen des Mittellappens der Lippe. Da die Sippe ein eigenes Areal besiedelt, erscheint uns der Unterarttrag angebracht.

Orchis adenocheila CZERNIAK. war bisher nur aus dem Iran bekannt (RENZ, 1978). Wir konnten die Art an 4 Stellen im Talysch nachweisen.

Orchis tridentata SCOP. ist im Kaukasus nur vereinzelt zu finden. Ein gewisser Schwerpunkt liegt im russischen Gebiet am Schwarzen Meer, einige Fundpunkte liegen im Gebiet um Tiflis, wo auch wir sie fanden.

Orchis caucasica REGEL gehört im Kaukasus zu den weit verbreiteten Orchideen. Bei AVERYANOV und bei GROSSHEIM wird die Art unter *Orchis purpurea* HUDS. geführt. Die Unterscheidungsmerkmale zu dieser Art liegen hauptsächlich in der Färbung der Sepala und in der meist schlankeren Taille des Mittellappens der Lippe. Die von NEVSKI (1935) angegebenen Größenunterschiede zwischen den Blüten von *Orchis caucasica* und *Orchis purpurea* können wir nicht bestätigen. Auch hier wäre wohl der Unterarttrag angebrachter. Unsere Funde liegen über das besuchte Gebiet verstreut, jedoch nicht im Talysch.

Orchis militaris L. wird von GROSSHEIM nur für den nördlichen Kaukasus und die westlichen Ausläufer am Schwarzen Meer angegeben. AVERYANOV gibt sie auch für Georgien und Abchasien an. Hierbei dürfte es sich um Verwechslungen mit der nachfolgenden Art handeln.

Orchis stevenii RCHB. fil. ist nur von wenigen Fundorten im südlichen Kaukasus bekannt. Eine gewisse Häufung liegt im Gebiet von Tiflis und westlich davon. Auffällig waren unsere in niedrigen Höhen gelegenen Funde in Aserbaidschan, die bei GROSSHEIM nicht angegeben sind.

Orchis simia LAM. hat eine weite Verbreitung im südlichen Kaukasus mit Schwerpunkten in Aserbaidschan zwischen Aksu und Schemacha und in Georgien um Tiflis. Interessant waren unsere Funde von Pflanzen mit Blüten mit grünem Perigon.

Orchis ustulata L. ist in Aserbaidschan sehr selten und scheint in Georgien nur im Gebiet nördlich Chaschuri etwas häufiger vorzukommen. Unsere Funde stammen vor allem aus höheren Lagen.

Anacamptis pyramidalis (L.) RICH. gehört zu den Orchideen mit der weitesten Verbreitung im Kaukasusgebiet und wurde von uns auch mehrfach in dem besuchten Gebiet von Aserbaidschan mit dem Talysch und in Georgien gefunden.

Himantoglossum formosum (STEVEN) C. KOCH gehört zu den seltensten Orchideen überhaupt. Sie ist ein Endemit des östlichen Kaukasus und nur aus Aserbaidschan und dem Talysch bekannt, soll aber auch in Dagestan gefunden worden sein. Die Art galt lange als verschollen. Seit ihrer Wiederentdeckung durch uns (RÜCKBRODT et al., 1994) ist sie an wenigen Stellen z. T. in schönen Beständen gefunden worden.

Serapias feldwegiana H. BAUMANN & KÜNKELE ist auf die küstennahen Regionen am Schwarzen Meer beschränkt (Türkei, Georgien, Abchasien und den daran angrenzenden Bereich von Rußland). In Georgien fanden wir sie noch etwa 120 km landeinwärts in einer Höhe von 180 m.

Ophrys apifera HUDS. ist sehr selten im Kaukasusgebiet. Nach GROSSHEIM kommt sie nur im Talysch, in Abchasien und dem angrenzenden Rußland vor. AVERYANOV bezieht noch Nachitschewan, Karabach und den dazwischen liegenden Zipfel von Armenien mit ein. Wir konnten die Art außer im Talysch noch an einer Stelle in Aserbaidschan und an einer in Georgien nachweisen.

Ophrys caucasica WORON. ex GROSSHEIM kommt nach AVERYANOV nur in Georgien, Abchasien und dem daran angrenzenden Küstenstreifen von Rußland vor. Für Aserbaidschan nennt er *Ophrys caucasica* ssp. *cyclocheila* AVER. GROSSHEIM gibt zusätzlich noch Funde für Aserbaidschan und den Talysch an. Wir glauben, daß es sich bei diesen Angaben um Verwechslungen mit der nachfolgenden Art handelt. Unsere Funde stammen nur aus Georgien.

Ophrys mammosa DESF. wird von AVERYANOV nur für Abchasien und den angrenzenden Küstenstreifen von Rußland angegeben. GROSSHEIM gibt die Art als *Ophrys taurica* (AGG.) NEVSKI mit einem einzigen Fundpunkt in diesem Bereich an. Wir fanden *Ophrys mammosa* nur in Aserbaidschan an 15 Stellen zwischen Scheki und Schemacha.

An dieser Stelle möchten wir einige Unterschiede zwischen *Ophrys caucasica* und *Ophrys mammosa* aufzeigen. *Ophrys caucasica* hat ein rehbraunes Basalfeld, heller als die Lippe; die Basalschwien sind grünlich; die Seiten des Narbenkopfes sind zur Lippe hin annähernd parallel. Dem gegenüber hat *Ophrys mammosa* ein dunkleres Basalfeld, etwa in der Farbe der Lippe; die Basalschwien sind schwärzlich; die Seiten des Narbenkopfes sind zur Lippe hin verschmälert. Diese Merkmale zeigten unsere Pflanzen. Aber auch von *Ophrys transhyrcana* CZERNIAK. unterschieden sie sich, denn diese Art hat wieder einen Narbenkopf, dessen Seiten zur Lippe hin annähernd parallel sind. Diese Unterschiede sind natürlich bei Herbarpflanzen nicht mehr zu erkennen.

Ophrys oestrifera BIEB. kommt fast ausschließlich im südlichen Kaukasus vor mit wenigen Funden im Kleinen Kaukasus, im Talysch und an den nordöstlichen Ausläufern am Kaspischen Meer. AVERYANOV nennt noch *Ophrys oestrifera* ssp. *bremifera* (STEVEN) K. RICHT., von der BIEBERSTEIN (1819) behauptet, daß sie nicht mehr als eine Varietät ist. Wir halten zur Klärung weitere Untersuchungen für erforderlich. Wir fanden Pflanzen mit Blüten, die fast ungehöckerte Lippen hatten bis hin zu solchen mit langen Hörnern.

Corallorrhiza trifida CHÂTEL. gehört zu den seltenen Orchideen im Kaukasusgebiet. Im südlichen Bereich liegen einige wenige Fundorte in Georgien, ein Fundort liegt in Aserbaidschan nördlich des Sewanesees nahe der Grenze zu Armenien. Unser Fund bei Schemacha ist vermutlich der zweite Nachweis dieser Art für Aserbaidschan.

Danksagung

Unser ganz herzlicher Dank gilt unseren Freunden Ernst GÜGEL und Heinz-Werner ZAISS, die uns auf fast allen Fahrten begleitet haben und ohne deren Spürsinn wir sicher nicht so viele Orchideenstandorte entdeckt hätten. Ferner danken wir ihnen für viele anregende Diskussionen und die Durchsicht des Manuskripts. Herrn Peter GÖLZ und Herrn Hans R. REINHARD danken wir für kritische Diskussionen und Herrn REINHARD zusätzlich dafür, daß er uns Blütenanalysen für vergleichende Untersuchungen zur Verfügung gestellt hat. Herrn Prof. Dr. Leonid AVERYANOV danken wir ganz herzlich für seine Unterstützung in St. Petersburg. Durch seine persönliche Hilfe konnten wir die Herbarbelege von Orchideen des Kaukasus und angrenzender Gebiete studieren, darunter viel Typusmaterial, für das wir die Genehmigung erhielten, es zu fotografieren und auszuwerten. Herrn Dr. Helmut BAUMANN danken wir für den Hinweis auf die zitierte Arbeit von BIEBERSTEIN.

Literatur

- AVERYANOV, L. (1994): Orchids of the Caucasus. - Ber. Arbeitskr. Heim. Orchid. 11 (2): 4-45.
BIEBERSTEIN, F. A. MARSCHALL von (1819): Flora taurica-caucasica, exhibens Stirpes phaenogamas in Chersoneso taurica et Regionibus caucasis sponte crescentes, 3 (Supplementum) - Charkoviae.
GROSSHEIM, A. A. (1940): Flora Kavkasa II. - Baku.
NEVSKI, S. A. (1935): in KOMAROV, V. L.: Flora of the U. S. S. R., Vol. 4. - Leningrad.
RENZ, J. (1978): Orchidaceae Juss. - In: K. H. Rechinger: Flora Iranica. - Lfd. No. 126, 220 p; Graz.
RÜCKBRODT, D. & U., E. GÜGEL und H.-W. Zaiss (1994): Bemerkungen zu Orchideen des Kaukasusgebietes. - Ber. Arbeitskr. Heim. Orchid. 11 (2): 46-56.
RÜCKBRODT, D. & U., E. GÜGEL und H.-W. Zaiss (1997): Orchideen-Exkursionen in die Kaukasusländer Aserbaidschan und Georgien. - Ber. Arbeitskr. Heim. Orchid. 14 (1): 4-40.

Dietrich & Ursula Rückbrodt, Europaring 22, D-68623 Lampertheim

Die Säulchenstruktur der europäischen Orchideen

Jean Claessens und Jacques Kleynen

Mit 12 Abbildungen

Zusammenfassung:

Die Morphologie des Säulchens bildet die Grundlage für die Systematik der europäischen Orchideen. Nach einer Erläuterung der gebrauchten Begriffe werden alle Säulchen der europäischen Gattungen, ihr Aufbau sowie ihre Zugehörigkeit zu Familie, Unterfamilie und Tribus besprochen.

Abstract:

The systematics of the european orchids are mainly based upon the morphology of the gynostemium. After discussing the terms used in this article, the authors treat the gynostemium of all the european genera, their morphology as well as their belonging to family, subfamily and tribe.

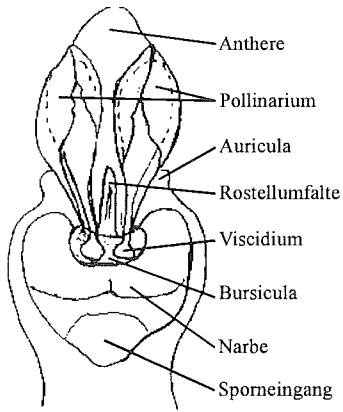
1. Einleitung

Orchideen als Hobby bedeutet für die meisten von uns hinausziehen, auf der Suche nach neuen Fundorten oder noch nicht gesehenen Orchideenarten. Die Systematik steht da schon bedeutend weniger im Mittelpunkt des Interesses. Und dennoch kann die Beschäftigung mit dem Innern der Orchideen, worauf ja in großem Maße die Systematik beruht, sehr faszinierend sein.

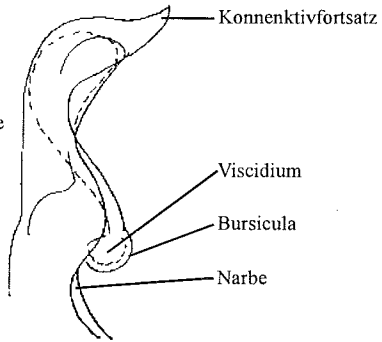
Der Gründer der modernen Klassifikation war LINNAEUS, dessen System auf Verteilung und Zahl der Geschlechtsorgane beruhte. Er kannte aber nur wenige Orchideen (62 Arten in 6 Gattungen) (RAUSCHERT 1983). Als immer mehr neue Gattungen beschrieben wurden, haben verschiedene Autoren versucht, eine systematische Anordnung aller derzeit bekannten Orchideen aufzustellen. Für sie alle war die Beschaffenheit des Säulchens Ausgangspunkt ihrer taxonomischen Einteilung. Deshalb scheint es uns wichtig, zuerst die gebrauchte Begriffe zu verdeutlichen, denn darüber besteht noch viel Verwirrung, wie z.B. deutlich gezeigt wird in RASMUSSEN (1986) oder DÉMARES (1996).

2. Aufbau der Orchideenblüte

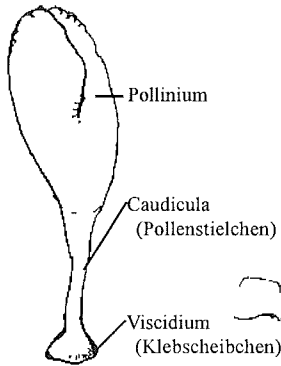
Um den Aufbau einer Orchideenblüte zu verdeutlichen, haben wir als Beispiel eine primitive Gattung (*Epipactis*) und eine weiterentwickelte Gattung (*Orchis*) genommen.



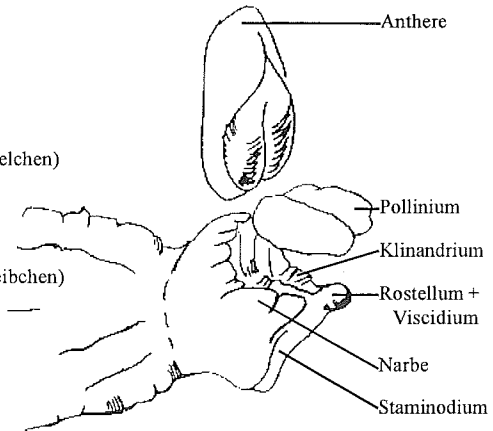
Orchis



Ophrys



Pollinarium



Epipactis

Abb. 1: Aufbau der Orchideenblüte

Von oben nach unten begegnen wir (Abb. 1):

1. **Anthere:** der Staubbeutel der Orchideen. Bei allen europäischen Orchideen (mit Ausnahme von *Cypripedium*) gibt es nur einen fertilen Staubbeutel, der abhängig von der Gattung zwei oder vier Pollinien oder Pollinarien enthält.
2. **Filament:** der Staubfaden, also der Stiel des Staubbeutels. Bei vielen Nicht-Orchideen ist das Filament fadenförmig ausgebildet. Bei den Orchideen aber ist es nur als ganz kurze Verbindung anwesend, vor allem bei den primitiven Orchideen (z.B. *Cephalanthera*, *Epipactis*). Bei den *Orchidoideae* aber fehlt ein Filament. Bei dieser Unterfamilie ist die Anthere auf breiter Basis mit der Säulchenbasis verbunden.
3. **Klinandrium:** Pollenschüssel an der Oberseite des Säulchens, worin bei einigen Orchideen (wie zum Beispiel bei *Epipactis*) die Pollinien fallen.
4. **Narbe:** kann 2- oder 3-teilig sein. Ein Teil der Narbe hat sich umgewandelt zum
5. **Rostellum:** Das Rostellum wiederum ist das Organ, das ein Viscidium oder Klebscheibchen (oder besser gesagt Klebkörper) bildet. Das Rostellum kann sehr unterschiedlich gestaltet sein, zeigt sich aber oft als ein mehr oder weniger gefaltetes Band im Herzen der Orchideenblüte, zwischen Pollinien und Narbe (die Rostellumfalte).
6. **Bursiculae:** Das Rostellum kann neben einem Viscidium auch ein oder zwei Bursiculae bilden. Dies sind kleine Taschen die an ihrem hinteren Ende gelenkig mit der Säulchenbasis verbunden sind. Man nimmt an, daß sie dienen um Viscidium (oder Viscidia, wie bei *Orchis*) vor Austrocknung zu schützen. Wenn ein besuchendes Insekt gegen die Bursicula stößt, klappt dies nach hinten und gibt somit die Viscidien frei.
7. **Viscidium:** Das Viscidium kann sehr einfach drüsenartig gestaltet sein (wie bei *Epipactis*), oder es kann aus einem oder zwei Klebscheibchen bestehen.
8. **Pollinarium:** Bei den weiterentwickelten Orchideen sehen wir oft ein Pollinarium, bestehend aus Pollinium (die eigentliche Pollenmasse), Caudicula oder Pollenstielchen, gebildet in der Anthere, und einem Viscidium, gebildet vom Rostellum.
9. **Stipes:** Dieser letzte Unterschied ist wichtig, um den Begriff Stipes zu verstehen. Ist nämlich bei höherentwickelten Orchideen der Abstand zwischen Viscidium und Caudiculae zu groß geworden, dann entwickelt sich ein bandartiges Gewebestück, das beide verbindet. Die Stipes ist hier nicht abgebildet. Stipes findet man nur bei den höherentwickelten Orchideen. Bei den europäischen Orchideen haben nur *Corrallorhiza* und *Calypso* einen Stipes.
10. **Auriculae** oder Staminodien: wie sich aus ontogenetischen Studien ergeben hat, haben die kleinen Gebilde seitlich der Anthere einen unterschiedlichen Ursprung. Bei den *Neottiodeae*, wie bei *Epipactis*, und den fortgeschrittenen *Epidendroideae* sind dies tatsächlich Staminodien. Bei den *Orchidoideae* hingegen sind es Auswüchse der Anthere, die keinen staminodialen Ursprung haben (KURZWEIL 1987 a+b, 1988).

3. Einteilung

Wir gehen bei unserer Einteilung aus vom Schema wie vorgeschlagen von DRESSLER (1993) (Abb. 2). Er unterscheidet 5 Unterfamilien, wovon die *Apostasioideae* außer Betracht bleiben, weil sie keine Vertreter in Europa haben.

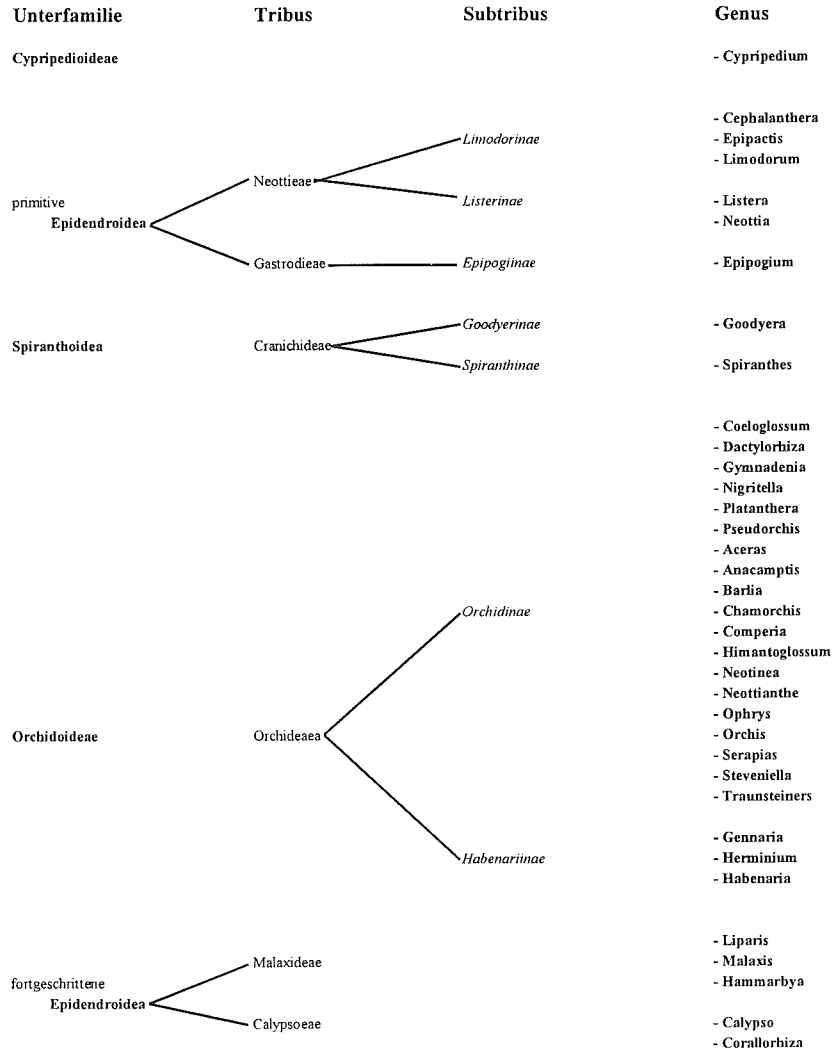


Abb. 2: Einteilung der Orchideen nach DRESSLER

Die Verteilung der Gattungen über die Unterfamilien ist sehr unterschiedlich. Die *Orchidoideae* bilden mit 22 Gattungen die größte Gruppe.

Familie	Unterfamilie
<i>Orchidaceae</i>	<i>Apostasioideae</i> - kein Vertreter in Europa
	<i>Cypripedioideae</i> - 1 Gattung
	<i>Spiranthoideae</i> - 2 Gattungen
	<i>Orchidoideae</i> - 22 Gattungen
	<i>Epidendroideae</i> - 11 Gattungen

3.1. Cypripedioideae

Wie Sie im Abb. 2 sehen können, hat die Unterfamilie der *Cypripedioideae* nur einen Vertreter in Europa, nämlich die Gattung *Cypripedium*. Sie ist zugleich auch die einzige Gattung, die zu den *Diandrae* gerechnet wird, das heißt Orchideen mit zwei fruchtbaren Staubblättern.

Wir kennen alle die Funktion der Lippe von *Cypripedium* als Insektenfalle. Geleitet durch Haare an der Innenseite der Lippe, die alle in Richtung auf das Säulchen stehen und von "Fenstern" in der Seitenwand der Lippe, kriechen die besuchenden Insekten, vor allem Bienen, zum einzig möglichen Ausgang, seitlich des Säulchens. Dabei berührt das Insekt zuerst die etwas konvexe, trockene, von kleinen Papillen besetzte Narbe, die deutlich dreiteilig ist. Die Narbe ist in ihrer Ausstattung hervorragend geeignet um den Pollen zu empfangen. Denn der ist nicht mehlig oder von fester Konsistenz, sondern befindet sich als Flüssigkeit an beiden Enden der Antheren. Das erklärt auch die (bei Orchideen atypische) Trockenheit der Narbenfläche. Durch die räumliche Lage der verschiedenen Organe ist auch die Allogamie gewährleistet: der Bestäuber setzt zuerst die mitgebrachten Pollenkörner ab, und berührt, indem er weiterkriecht, erst dann das Staubblatt und empfängt neue Pollenmasse.

3.2. Die primitive Epidendroideae

Wie Abb. 3 zeigt, sind die *Epidendroideae* in eine primitive und eine fortgeschrittene Gruppe unterteilt.

Die wichtigsten Unterschiede: die primitiven *Epidendroideae* besitzen dünne Wurzeln, in der Knospe aufgerollte Blätter, eine nicht abfallende Anthere mit einem Filament, kein oder ein einfaches Rostellum und mehlig Pollinien.

Die fortgeschrittenen *Epidendroideae* zeigen verdickte Wurzeln oder verdickte untere Stengelabschnitte, in der Knospe gefaltete Blätter, eine abfallende Anthere und feste Pollinien.

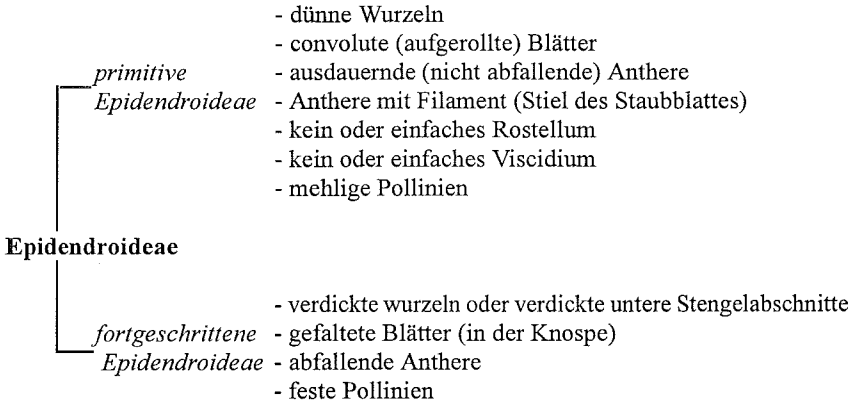


Abb. 3: Unterteilung der *Epidendroideae*

Die Tribus der *Neottieae* wird in 2 Subtriben unterteilt. Zuerst die *Limodorinae*: schon aus der Ähnlichkeit von Wurzeln und Wuchsform geht hervor, daß *Cephalanthera* und *Epipactis* mit *Cypripedium* eng verwandt sind. *Cephalanthera* wird allgemein als die primitivste Gattung betrachtet. Das zeigt sich auch im Bau des Säulchens,

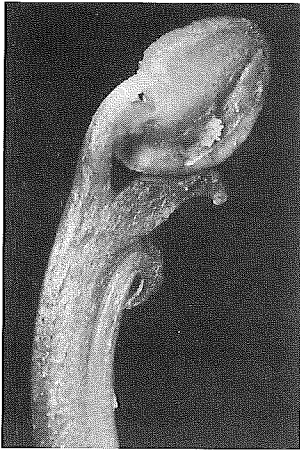


Abb. 4: *Cephalanthera rubra*, Längsschnitt

wie bei *C. rubra* (Abb. 4). Unmittelbar über die Narbe steht die Anthere mit den Pollinien. Es fehlt jede Andeutung von Rostellum oder Viscidium. Und dennoch wird *Cephalanthera* von Insekten bestäubt.

Das geschieht, indem die Insekten beim Nektarsuchen mit dem Rücken gegen den oberen Rand der Narbe stoßen. Wenn sie dann beim Zurückkriechen die Pollinien berühren, werden diese mit Hilfe der Narbenflüssigkeit auf den Rücken geklebt. Der Längsschnitt zeigt deutlich die Lage von Narbe und gestielte Anthere mit den Pollinien. Wie dünn die Trennungslinie zwischen Allogamie und Autogamie sein kann, wird bei *C. longifolia* und *C. damasonium* demonstriert.

Bei *C. longifolia* (und ebenso bei *C. rubra*) wird die Selbstbestäubung verhindert durch ein dünnes Häutchen, das die Oberseite der Narbe bedeckt. Man kann es bei einer älteren Blüte an der Verfärbung ganz gut erkennen. Durch dieses Häutchen können die Pollinien nicht mit dem Narbenschleim in Kontakt kommen. Man sieht daher in der Natur, daß *C. longifolia* und *C. rubra* nur sehr mäßig bestäubt werden, und daß die nicht bestäubten Blüten abortiert werden.

Cephalanthera damasonium aber besitzt dieses Häutchen nicht. Deshalb fallen die Pollinien beim Verlassen der Anthere gleich auf den oberen Rand der Narbenfläche und werden vom Narbenschleim durchtränkt. Dann fangen die Pollenschläuche an sich zu entwickeln.

Die Gattung *Epipactis* ist von der Blütenbiologie her sehr interessant. Viele Arten dieser Gattung besitzen ein deutliches Klinandrium, worin die Pollinien fallen. Ein Teil des mittleren Narbenlappens hat sich hier in ein Rostellum umgewandelt, bei *Epipactis* in Form eines mehr oder weniger schnabelartigen Vorsatzes am oberen Narbenrand. Außerdem ist ein Viscidium von ungefähr kugeliger Gestalt gebildet wie bei *E. helleborine*. Der deutsche Name Rostelldrüse kann hier etwas verwirrend wirken, denn es handelt sich nicht um eine Flüssigkeit ausscheidendes Organ. Das Viscidium ist anfangs von fester Konsistenz, und erst später in der Entwicklung lösen sich die Zellen auf und bilden so den Klebstoff, von einem dünnen Häutchen umgeben. Das Viscidium hat bei *Epipactis* eine Doppelfunktion: es verhindert Selbstbestäubung, indem es zwischen Narbe und Anthere steht und dient gleichzeitig als Haftmittel um die Pollinien an potentielle Bestäuber zu befestigen. Um die Autogamie effektiv verhindern zu können, sind, wenigstens bei den allogamen Epipacten, die Pollinien schon vor der Anthese mit dem Viscidium verbunden (Abb. 5), und haben die Pollinien eine feste Konsistenz: auch beim Älterwerden verlieren sie nicht ihren Zusammenhang.

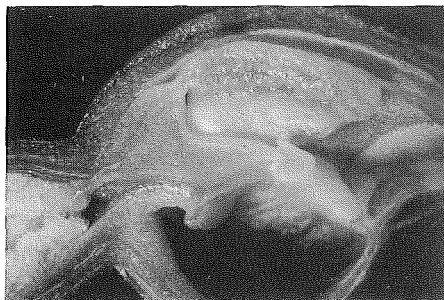


Abb. 5: *Epipactis helleborine*. Der Längsschnitt zeigt die Lage des abnehmbaren Viscidium und die Verbindung mit den Pollinien

Es handelt sich bei *Epipactis* tatsächlich um ein abnehmbares Viscidium: man kann die beiden Pollinien entfernen und nimmt gleichzeitig das Viscidium mit. Kürzlich wurde postuliert, daß die Gattung *Epipactis* ein Stipes vom Hamulus-Typ besitzen würde (ROBATSCH 1996). Ein Hamulus ist ein hakenförmig gebogener Teil des Rostellums, wie wir ihn später bei *Corallorrhiza* sehen werden. Es ist wichtig, auf den vermeintlichen Stipes bei *Epipactis* einzugehen, weil darauf einige neue *Epipactis*-Beschreibungen basiert sind. Allein schon aus phylogenetischer Sicht ist ein Stipes bei *Epipactis* nicht möglich, weil die Stipes ausschließlich bei weiterentwickelten Gattungen zu finden ist. Und es wird allgemein anerkannt, daß *Epipactis* eine der primitivsten Gattungen ist. Bei keinem der Vertreter der Gattung *Epipactis*, oder im weiteren Sinne der *Limodorinae*, sind Pollenstielchen vorhanden, obwohl sie die erste Voraussetzung für ein Stipes sind. Denn ein Stipes ist, wie wir schon sagten, die Verbindung zwischen Viscidium und Pollenstielchen. Diese letzte können rudimentär sein, wie wir bei *Calypso* sehen werden. Aber bei *Epipactis* fehlen jegliche Pollenstielchen. Rostellum und Viscidium von *Epipactis* sind nicht, wie behauptet, homolog mit dem Hamulus von MICROTIS, wie auch aus ontogenetischen Studien von KURZWEIL (1988) eindeutig hervorgeht. Wie sieht aber das Viscidium von *Epipactis* in Wirklichkeit aus? Das Viscidium hat sich um die Rostellspitze gebildet (Abb. 5). An der Oberseite des Viscidiums (also die den Pollinien zugewandte Seite) ist eine zugespitzte Erhöhung zu erkennen. Sie steht zwischen den beiden Pollinien. Genau an dieser Stelle öffnet die Membran der Anthere sich zuerst, so daß hier Pollinien und Viscidium zusammenwachsen. Durch diese Erhöhung kann das Viscidium zwar etwas hakenförmig erscheinen, mit einem Stipes hat dies aber nichts zu tun. Das Foto (Abb. 5) zeigt auch, daß *Epipactis* nicht, wie früher angenommen wurde, eine rein akrotonie Gattung ist. Akrotonie heißt, daß die Pollinien sich mit ihrer Spitze am Viscidium anheften. Das ist hier aber nicht der Fall. *Epipactis* neigt mehr zu Mesotonie, wobei die Pollinien mehr in der Mitte mit dem Viscidium verbunden sind.

Die Gattung *Limodorum* ähnelt in der aufrechten Stellung der Anthere und im langen Säulchen *Cephalanthera*, besitzt aber im Gegensatz zu *Cephalanthera* ein Viscidium. Allerdings ist es bei *L. abortivum* oft nicht funktionell. Man kann Blüten finden wobei die Pollinien mit Hilfe des Viscidiums entfernt worden sind, viel öfter findet man aber Blüten, wo dies nicht der Fall ist. Dann geht *Limodorum* auf Autogamie über, indem die Pollinien aus der Anthere gleiten und links und rechts vom Viscidium auf dem oberen Narbenrand haften. Bei ungünstigem Wetter, das heißt wenn es entweder zu heiß oder zu kalt ist, öffnen die Blüten sich fast oder überhaupt nicht. Das ist die Regel bei *L. trabutianum*, die außerdem allein schon durch die Position der Narbe obligat autogam ist. Bei *L. abortivum* sitzt die Narbe an der Vorderseite des Säulchens, während sie bei *L. trabutianum* fast senkrecht zur Achse des Säulchens steht. Außerdem verhindert ein manchmal recht großes

Staminodium, daß ein Insekt Viscidium oder Pollinien berührt. *L. abortivum* kann aber auch aktiv den autogamen Vorgang zustande bringen. Einerseits biegt die Anthere beim Älterwerden nach vorne, und andererseits quillt die Narbenflüssigkeit auf und fördert damit das Austreiben von Pollenschläuchen.

Die Subtribus der *Listerinae* besteht aus 2 Gattungen, die sich vor allem durch ein sensibles Rostellum unterscheiden. Nehmen wir als Beispiel ein Säulchen von *Listera ovata*. Oberhalb der Anthere befindet sich ein Auswuchs des Filaments, dessen Funktion noch nicht deutlich ist. Das Rostellum ist einzigartig, und wird so nur bei *Listera* und *Neottia* angetroffen. Es ist weißlich, zungenförmig, bildet aber kein Viscidium. Am vorderen Ende des Rostellums befindet sich eine sehr empfindliche Spitze, die bei der geringsten Berührung einen Tropfen Klebstoff freigibt. Das geht blitzschnell, und in einer Handlung werden die freiliegenden Pollinien durch diesen Tropfen mit dem potentiellen Bestäuber verbunden. Das Rostellum, in dem der Druck weggefallen ist, klappt dann nach unten und bedeckt damit die Narbenfläche. So wird effektiv die Selbstbestäubung verhindert. Nach einigen Stunden klappt das Rostellum wieder hoch, die dann empfängnisbereite Narbe freigebend. Eine ähnliche Vorrichtung findet sich auch bei *Neottia nidus-avis*. Bei dieser Art wird schön illustriert, wie von Allogamie auf Autogamie übergegangen wird. Bei der Anthese ist *Neottia* allogam, und das Rostellum funktioniert auf der gleichen Weise wie bei *Listera*. Bei ausbleibendem Insektenbesuch aber verlieren die Pollinien ihren Zusammenhang, und fallen links und rechts vom Rostellum auf die Narbenfläche.

Es gibt bei den primitiven *Epidendroideae* noch eine Tribus, die *Gastrodieae*, mit in Europa nur einem Vertreter, *Epipogium aphyllum*.

Das erste, was bei Betrachtung des Säulchens auffällt, ist daß das Viscidium nicht am oberen Narbenrand sitzt, sondern daß Narbe und Viscidium ein Stück voneinander entfernt sind. Die Anthere ist ein sehr typisches Gebilde, wie es sich nur bei dieser Gattung findet. Sie ist massiv, und nur an der Unterseite sind zwei Vertiefungen wo die Pollinien gebildet werden. Die Pollenstielchen werden an der Außenseite der Anthere gebildet. Das erklärt, wieso sie an der Hinterseite der Pollinien (also in der Nähe des Filaments) befestigt sind und im Klinandrium unter die Pollinien durchgehen bis zum Viscidium. Die Pollenstielchen stehen vor der Anthese hoch, und drehen sich dann im Laufe der Entwicklung um 180 Grad nach unten, bis sie sich auf das Viscidium kräuseln. Wir haben herausgefunden, daß sie dabei noch nicht mit dem Viscidium verbunden sind. Erst wenn ein Insekt das Viscidium berührt, platzt das beschützende Häutchen und werden Pollenstielchen und Insekt mit einander verbunden. Dies zeigt deutlich, daß *Epipogium* zwar schon eine weiterentwickelte Gattung ist, die schon Pollenstielchen besitzt, aber das Viscidium ist noch ganz einfach und nicht mit den Pollenstielchen verbunden, was ein deutlicher Hinweis ist für den doch noch primitiven Ursprung dieser Gattung.

3.3. Die Spiranthoideae

Wir springen jetzt von den primitiven *Epidendroideae* zu den *Spiranthoideae*, weil dies aus phylogenetischer Sicht der nächste Schritt in der Entwicklung ist. Wir kennen in Europa von dieser Unterfamilie nur eine Tribus, unterverteilt in zwei Subtriben mit jeweils einer Art. Ein typisches Merkmal der *Spiranthoideae* ist die aufrechtstehende Anthere, die kürzer ist als das Rostellum. Die Pollinien sind apikal an das Viscidium befestigt, was man Akrotonie nennt. Die *Orchidoideae* hingegen sind mit dem unteren Ende der Pollinien an das Viscidium befestigt; man nennt das Basitonie. Aber zwischen beiden Formen der Befestigung gibt es auch noch Zwischenformen, wie wir sahen bei *Epipactis*.

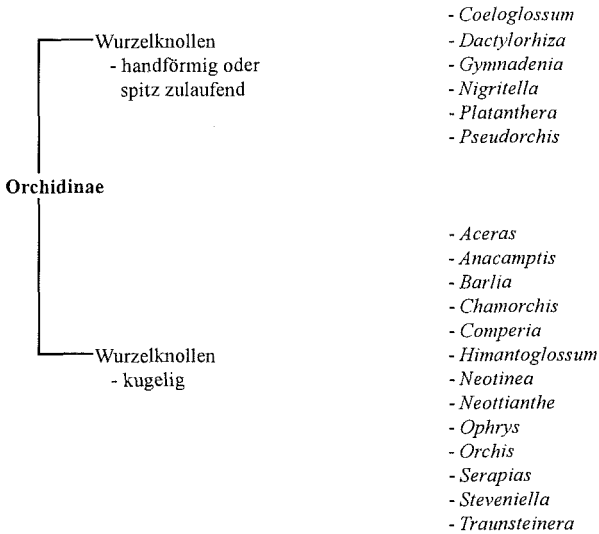
Am Beispiel von *Spiranthes spiralis* wollen wir die gute Abstimmung von Blütenform und Morphologie des Säulchens zeigen. *Spiranthes* hat typische Röhrenblüten, die beim Aufblühen nur wenig geöffnet sind. Es besteht nur ein ganz schmaler Durchgang zwischen Viscidium und Lippe. Wenn also eine Hummel, ein regelmäßiger Besucher dieser Art, die Zunge in der Blüte steckt auf der Suche nach Nektar, stößt sie unwiderruflich gegen das Viscidium und nimmt die Pollinien mit. Wenn beim Insekt schon Pollinien an der Zunge befestigt sind, können diese nicht auf die Narbe abgesetzt werden, weil die Öffnung der Blüte zu klein ist. Auf diese Weise wird Autogamie verhindert. Nach zwei Tagen wird die Öffnung der Röhre größer, und besuchende Insekten können dann die mitgebrachten Pollinien auf die Narbe absetzen. In diesen zwei Tagen ist die Narbe auch reifer, also klebriger geworden. Nach Entfernung des Viscidiums bleiben die seitlichen Enden des Rostellums, als zwei Zähnnchen ausgebildet, übrig. Die besuchenden Insekten nehmen beim Anfliegen von *Spiranthes* immer den gleichen Weg: sie landen unten in der Infloreszenz, wo die Blüten schon weit geöffnet sind, und kriechen dann den Blütenstand spiralförmig hoch zu den gerade geöffneten Blüten. Auf diese Weise versichert das Benehmen der Bestäuber noch einmal extra den allogamen Vorgang.

Die Gattung *Goodyera* gleicht im Aufbau und Funktion des Säulchens *Spiranthes*. Ein deutlicher Unterschied sind die sektile Pollinien, das heißt, die Pollinien sind aus Pollenpaketten aufgebaut, durch elastische Drähte mit einander verbunden. Das Rostellum bildet, ebenso wie bei *Spiranthes*, seitlich des Viscidiums zwei Zähnnchen, die stehenbleiben wenn das Viscidium entfernt ist.

3.4. Die Orchidoideae

Wir kommen jetzt zur größten Unterfamilie, die *Orchidoideae*. Charakteristisch für sie sind die Wurzelknollen, aufrecht stehende Narbe, fest mit dem Säulchen verwachsene Anthere, sektile Pollinien mit basalen Pollenstielchen und meistens ein zweiteiliges Viscidium.

Die Tribus der *Orchideae* wird in 2 Subtriben unterteilt. Kommen wir zuerst zu den *Orchidinae*.



Eine mögliche Einteilung beruht auf der Form der Wurzelknollen, die nach DRESSLER (1993) die gegenseitigen Verwandtschaften am besten zeigt. Betrachten wir zuerst die Arten mit handförmigen oder spitz zulaufenden Wurzelknollen. Bei dieser Gruppe gibt es sowohl Gattungen mit, wie auch ohne Bursiculae.

Gymnadenia ist der Namensgeber der Nacktdrüsigigen. Sie zeigt deutlich einige Besonderheiten ihrer Unterfamilie: eine aufrechtstehende Anthere, Pollinien mit Pollenstielchen und Viscidium und deutliche Auriculae links und rechts der Anthere. Das Rostellum ist als Falte zwischen beiden Antherenhälften zu erkennen. Es bildet zwei nackte, längliche Viscidien, die sich an der Oberseite des Sporneingangs befinden. *Gymnadenia* ist eine Falterblume; die Pollinarien werden dem Rüssel aufgesetzt und biegen danach nach vorne, sodaß sie in der richtigen Position kommen um die Narbe zu berühren. Die Narbe ist scheinbar zweiteilig, die großen Teile befinden sich links und rechts des Sporneingangs, ein dritter, viel kleinerer Teil liegt hinter der Insertionsstelle der Viscidien.

Die Gattung *Nigritella* zeigt verhältnismäßig große Pollinarien mit nackten Viscidien. Zwischen den beiden Antherenfächern bildet das Rostellum eine schmale Falte. Die Außenenden der verkehrt-nierenförmigen Narbe sind links und rechts der Klebscheibchen zu sehen. Die nicht resupinierte Stellung der Blüten verhindert Autogamie.

Der Blütenbau von *Pseudorchis albida* ähnelt weitgehend dem von *Gymnadenia* weshalb *Pseudorchis* früher zur Gattung *Gymnadenia* gerechnet wurde. *Pseudorchis* hat ein sehr kurzes Säulchen mit dementsprechend kurzen Pollinarien. Die Narbe ist zweiteilig und befindet sich links und rechts des Sporneingangs. Die sehr lose Struktur der Pollinien und die sehr effektive und schnelle Befruchtung deuten auf eine fakultative Autogamie. Diese Art wird aber auch sehr gut von Insekten, vor allem Schmetterlingen, besucht

Auch *Platanthera* ist nacktdrüsiger. Die beiden Theken können entweder parallel oder weit auseinander stehen. Das Rostellum ist in der Form eines Bandes zu sehen, oberhalb der Narbe. *Platanthera chlorantha* und *P. bifolia* unterscheiden sich außer dem Stand der Theken auch durch die verschiedene Länge der Pollenstielchen. Die beiden Viscidien sind einander, anders als bei den meisten Vertretern ihrer Gruppe, zugewandt und können dadurch entweder den Augen oder dem Rüssel der Falter aufgesetzt werden. Direkt nachdem die Pollinarien entfernt worden sind, biegen sie nach vorne und gleichzeitig nach außen, sodass sie in die richtige Position zur dreiteiligen Narbe kommen, die sich oberhalb und seitlich des Sporneingangs befindet.

Die Gattung *Dactylorhiza* ist der einzige Vertreter der Orchideen mit handförmigen Wurzelknollen, die eine Bursicula besitzt. Auch in der Form und Position der Narbe unterscheidet sie sich. Die Narbe befindet sich, zusammen mit dem Sporneingang, in einer Höhlung. Das Rostellum hat, außer zwei Klebscheibchen, auch eine Bursicula, eine Art Tasche, gebildet. Zwischen den Theken befindet sich die Rostellumfalte. In der Seitenansicht ist die vorgerückte Stellung von Rostellum und Bursicula deutlich zu erkennen. Es ist deutlich, dass diese Stellung die Entfernung der Pollinarien begünstigt. Das besuchende Insekt stößt mit dem Kopf oder Rücken gegen die Bursicula, die an der Hinterseite gelenkig ist. Die Bursicula klappt nach hinten und gibt somit die beiden Viscidien frei, die dem Insekt angehaftet werden. Die Pollinarien biegen darauf nach vorne, sonst verfehlen sie ja die tiefer liegende Narbe.

Wir kommen jetzt zu den Gattungen mit kugeligen Wurzelknollen. Als erste die monotypische Gattung *Neottianthe*. *Neottianthe* ist zwar nacktdrüsiger, hat aber runde Wurzelknollen. Die Anthere ist leicht zugespitzt und bildet zwei parallele Fächer. Das kurz dreieckige Rostellum bildet an seinen umgebogenen Spitzen die nackten, länglich-ovalen Klebscheibchen. Die Pollinien sind olivgrün und laufen aus in kurze, bandförmige Pollenstielchen.

Traunsteinera globosa hat Viscidien, die nur zur Hälfte mit einem dünnen Häutchen bedeckt sind, das man als ein Vorläufer der Bursicula interpretieren könnte.

Coeloglossum zeigt, ähnlich wie *Platanthera*, ein bandförmiges Rostellum oberhalb des Sporneingangs. Durch die Stellung des Rostellums kommen die besuchenden



Abb. 6: *Chamorchis alpina*

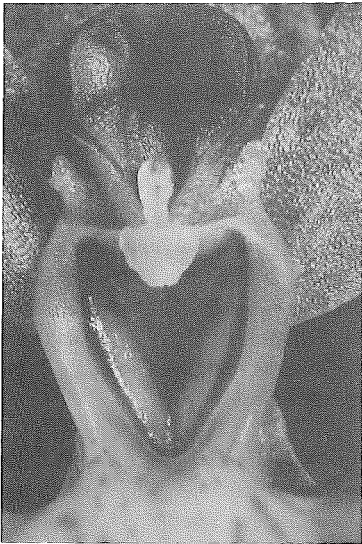


Abb. 7: *Barlia robertiana*

Insekten ganz leicht in Berührung mit den Klebscheibchen. Die Viscidien sind hier von einem Häutchen bedeckt, ebenso wie bei der nächsten Gattung, *Chamorchis*. Die Klebscheibchen von *Chamorchis* sind verhältnismäßig groß und von einem Häutchen bedeckt.

Chamorchis hat nur sehr kurze Pollenstielchen (Abb. 6).

Die nachfolgenden Gattungen haben alle eine Bursicula. Bei *Himantoglossum* sind beide Pollinarien mit einem gemeinsamen Klebscheibchen verbunden. Die Bursicula ist groß und zugespitzt.

Auch die nächste Gattung, *Barlia*, hat auch ein gemeinsames Klebscheibchen. *Barlia* ist nahe verwandt mit *Himantoglossum*. Auffallend ist die große, konkave, länglich-dreieckige Narbe (Abb. 7).

Eine weitere Gattung mit nur einem Klebscheibchen ist *Serapias*. Innerhalb der Gattung *Serapias* ist *S. parviflora* das Beispiel für eine obligat autogame Art. Die Pollinien verlieren schon in der Knospe ihren Zusammenhang. Begünstigt durch die Stellung der Narbe, unterhalb der Anthere, fallen die Bruchstücke der Pollinien direkt auf die Narbe.

Bei *Anacamptis* sind beide Klebscheibchen verwachsen und bilden somit ein sattelförmiges Viscidium,

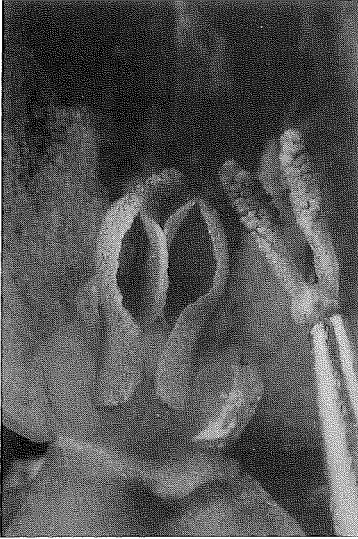


Abb. 8: *Anacamptis pyramidalis*,
Pollinarien entfernt

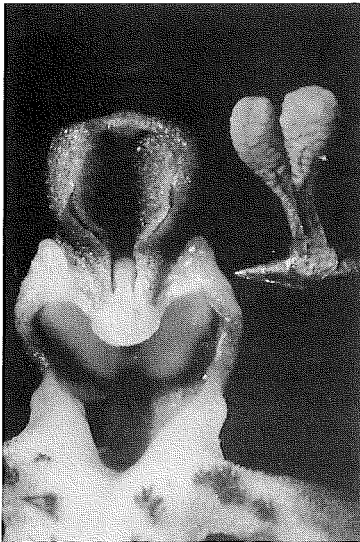


Abb.9: *Orchis tridentata*,
mit Pollinarien

von einer Bursicula umschlossen (Abb.8). Das Viscidium steht unmittelbar über dem Sporneingang und läßt nur einen ganz engen Durchgang offen. Ein besuchender Schmetterling führt, geleitet von den seitlichen Leisten auf der Lippe, seinen Rüssel in den Sporn und drückt dabei die Bursicula nach hinten.

Das Klebscheibchen krümmt sich um den Rüssel. Dadurch stehen die Pollinarien mehr weitwinklig auseinander. Auch hier erfolgt wieder ein nach vorne biegen der Pollinarien, um die Narbe, die sich zum größten Teil links und rechts des Sporneingangs befindet, erreichen zu können. Der kleine mittlere Teil der Narbe befindet sich hinter dem Rostellum.

Aceras zeigt zwei Klebscheibchen die ganz nahe zusammen liegen und meistens auch gemeinsam entfernt werden. Sie sind aber nicht, wie früher angenommen wurde, miteinander verbunden. Die Lippe bildet zwei seitliche Wülste, hat aber keinen Sporn. An ihrer Basis sind aber zwei Vertiefungen, wo sich der Nektar befindet.

Orchis, der Namensgeber der Sub-tribus, gleicht im Bau des Säulchens weitgehend *Dactylorhiza*. Auch hier 2 Pollinien mit 2 Klebscheibchen in einer gemeinsamen Bursicula (Abb. 9). Der Säulchenbau der monotypischen Gattung *Comperia* gleicht weitgehend *Orchis*.

Die Gattung *Ophrys* ist gekennzeichnet durch zwei Bursiculae. Das Rostellum ist ebenfalls wie bei *Orchis* vorgerrückt. Das Häutchen der Bursicula bleibt übrig nach Entfernung des Pollinariums. *Ophrys*

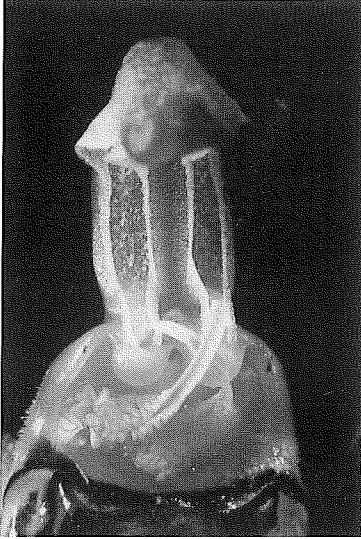


Abb.10: *Ophrys apifera*

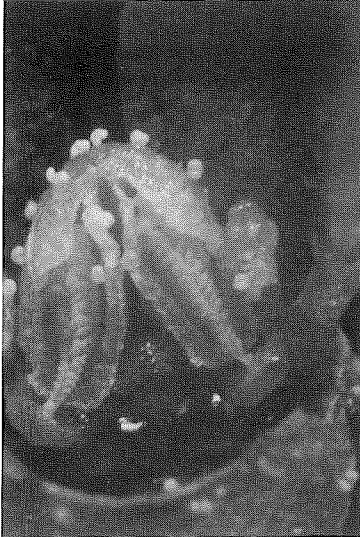


Abb.11: *Gennaria diphylla*

apifera ist eine selbstbestäubende Art. Die Pollenstielchen krümmen sich bis die Pollinien auf der Narbe landen (Abb 10).

Steveniella hat ein kurzes, gedrungenes Säulchen mit fast parallelen Theken. Das Rostellum ist V-förmig und bildet zwei Klebscheibchen und eine große Bursicula. Die Caudiculae sind auffallend breit, bandförmig und ungefähr gleich lang wie das Pollinium. Die Viscidien sind länglich / oval.

Das Säulchen von *Neotinea* ist sehr klein, wieder vom *Orchis*-Typ und schwierig zu fotografieren, weil die Massulae nur sehr locker zusammenhängen. Entfernen der Pollinarien ist schon möglich, aber Autogamie ist die Regel. Die Narbe ist zweiteilig und steht, wie bei *Gymnadenia*, links und rechts des Sporneingangs.

Die *Habenariinae*, in der Auffassung von DRESSLER (1993), haben drei europäische Vertreter. In dieser Subtribus trifft man sowohl Vertreter mit ungestielten oder sehr kurz gestielten Narbenflächen an sowie welche mit zwei deutlich gestielten Narbenflächen.

Gennaria hat ein sehr kurzes Säulchen mit divergierenden Antherenfächern. Das Rostellum ist in seiner Mitte kurz dreieckig und bildet zwei laterale Rostellumarme und nackte Klebscheibchen. Die Pollinien laufen spitz zu und bilden keine Pollenstielchen. Die Narbenfläche ist zweiteilig, konvex. Seitlich der Anthere stehen zwei lange, weiße Staminodien (Abb. 11).

Auch *Herminium* hat sehr kleine Blüten und ein dementsprechend kleines Sälchen, mit ebenfalls an der Basis divergierende Antherenfächer. Die Pollinarien sind verhältnismäßig groß mit kurzen Caudiculae. Auffallend sind die großen Klebscheibchen, deren umgebogener Rand an der Unterseite einen Hohlraum bildet, wo sich der Klebstoff befindet. Am Grund des Klebscheibchens befindet sich ein Häutchen, das den Klebstoff freigibt, ähnlich wie bei *Coeloglossum*. Die Klebscheibchen werden an den Beinen der besuchenden Insekten gehaftet, wonach die Pollenstielchen nach vorne und nach unten schwenken. Die Narbe ist zweiteilig, die beiden Teile liegen unterhalb der Klebscheibchen. Bei ausbleibendem Besuch ist Selbstbestäubung möglich, indem die Pollinarien sich als ganzes auf der Narbenfläche senken.

3.5. Die fortgeschrittenen Epidendroideae

Kommen wir jetzt zu den fortgeschrittenen *Epidendroideae*. Diese Unterfamilie wird in die Triben *Malaxideae* und *Calypsoeae* unterteilt, und unterscheidet sich unter anderen durch verdickte unterirdische oder oberirdische Teile, einmal gefaltete, fleischige, abfallende Blätter, harte Pollinien und eine abfallende Antherenkappe. Wichtig ist auch, daß die Anthere im Laufe der Entwicklung von einer aufrechten zu einer vorübergebogenen Position übergeht.

Das Sälchen von *Liparis* zeigt die typische, aufliegende Anthere mit in jedem Pollenfach zwei Pollinien. Das Rostellum ist klein, bogenförmig und bildet zwei Viscidien die sich jeweils vor einem Pollinienpaar befinden. Somit können die Pollinienpaare getrennt entfernt werden. Die Narbenfläche befindet sich unmittelbar unterhalb des Rostellums und ist konkav, tief zurückliegend mit vorstehenden Seiten. Obwohl eine Fremdbestäubung möglich ist, scheint Selbstbestäubung doch die Regel zu sein, worauf auch der sehr gute Fruchtansatz weist. Dies wird ermöglicht, indem die Pollinien aus ihren Fächern schieben und nach unten fallen. Da sie aber den Viscidien schon angehaftet sind, werden sie durch diese fehlerlos zur Narbenfläche geleitet. Hier funktionieren die Viscidien als Autogamie-Beförderer. Ein ähnlicher Vorgang werden wir auch bei *Corallorrhiza* sehen.

Weil das Blütenstielchen von *Hammarbya* sich um 360 Grad dreht, sehen wir das Sälchen von seiner Oberseite. Die vier wachsartigen Pollinien liegen in einem Klinandrium, teilweise von der Anthere bedeckt. Zwischen den spitzen Enden der Klinandriumseiten sitzt das eiförmige Rostellum, das die Enden der Pollinien mit einem Tropfen nicht hart werdender Klebstoff zusammen klebt. Die Narbe sitzt tiefer, zwischen den unteren Seiten des Klinandriums. Das Sälchen von *Malaxis* stimmt weitgehend überein mit dem von *Hammarbya*. Auch hier vier dünne, wachsartige Pollinien, eine schrumpfende Anthere und ein gleichgestaltetes und gleich funktio-

nierendes Rostellum. Deshalb werden *Hammarbya* und *Malaxis* von den amerikanischen Autoren, sowie von einigen europäischen, wie z.B. RASMUSSEN (1985) und SCHLECHTER (1992), zu einer Gattung *Malaxis* zusammengefaßt.

Die *Calypsoeae* unterscheiden sich vor allem durch den Besitz einer Stipes. Die Stipes kann ein bandförmiges Gewebestück sein, das an der Oberseite des Rostellums gebildet wird, wir reden hier von Tegula. Sie kann auch auftreten in der Form eines hakenförmigen Gebildes, der Hamulus.

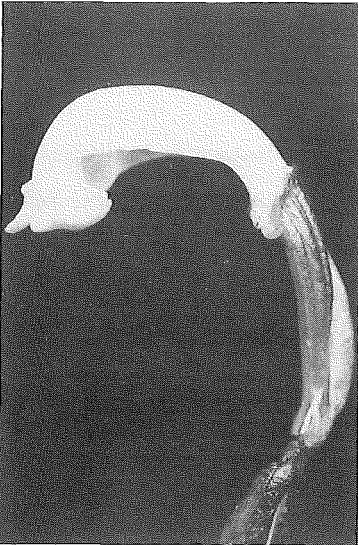


Abb.12: *Calypso bulbosa*

Das Säulchen von *Calypso* zeigt zwei laterale Leisten, die nach oben zu breiter werden und in drei abgerundete Spitzen enden. Das Säulchen ist halbrund, vorübergebogen (Abb. 12). *Calypso* hat 4 Pollinien die paarweise zusammen sitzen. Das Viscidium ist an die Stipes befestigt, die bei dieser Art breit bandförmig ist, also eine Tegula. Hierauf werden die Pollinien aus der Anthere deponiert. Sie bilden keine sichtbare Caudiculae, sind aber mit elastischen Drähten mit der Tegula verbunden, die man als rudimentäre Caudiculae betrachten kann. Beim Kontakt mit dem Viscidium werden Tegula und Pollinien gleichzeitig entfernt. Das Viscidium hinterläßt eine herzförmige Einkerbung; die Tegula hinterläßt keine sichtbare Spur, weil sie ja nur aus den oberen Schichten des Rostellums besteht.

Um Aufbau und Funktionieren von *Corallorrhiza* zu verstehen, muß man die Blüten früh in der Entwicklung, noch vor der Anthese, untersuchen. Vor dem Öffnen der Anthere findet sich am oberen Narbenrand ein hakenförmiges Gebilde, der Hamulus. Die Anthere besteht aus zwei übereinander liegenden Fächern, worin sich jeweils zwei Pollinien befinden. Sie haben Pollenstielchen in der Form ganz dünner, elastischer Drähte.

Wenn die Anthere, noch vor der Anthese, sich an ihrer Vorderseite öffnet, wachsen Caudiculae und Hamulus zusammen. In dieser Phase können die Pollinien noch mittels des Viscidiums, das sich an der Basis des Hamulus befindet, entfernt werden. Bald aber ist dies nicht mehr möglich, das Viscidium verliert seine Klebkraft. Beim

Schrumpfen der Anthere liegen die Pollinien dann frei im Klinandrium, und fallen ganz einfach nach unten. Sie werden dabei zur Narbe geleitet durch die Caudiculae, die die richtige Länge und die gewünschte Elastizität haben, um die Pollinien genau auf die Narbe zu plazieren. Hier ist das Viscidium also, ebenso wie bei *Calypso*, eine die Autogamie ermöglichende und befördernde Einrichtung. Normalerweise findet man bei frisch geöffneten Blüten schon zwei oder alle vier mit der Narbe verklebten Pollinien. Sie werden dann von Narbenschleim durchtränkt. Der Hamulus wird dabei auch durchtränkt und scheint teilweise aufzulösen und ist nur noch als rundliches Gebilde zu erkennen. *Corallorrhiza* ist also zwar für eine sehr kurze Zeit zur Allogamie fähig, ist aber normalerweise fast ausschließlich autogam, was auch der sehr gute Fruchtansatz beweist.

Danksagung

Wir danken Harry van BRUGGEN recht herzlich für seine kritische Durchsicht des Manuskriptes. Michel DÉMARES sei gedankt für seine positive Anregungen. Unser großer Dank gilt auch Dr. F.N. RASMUSSEN und Dr. R. DRESSLER für Literaturbeschaffung sowie eine konstruktive Diskussion.

Literatur

- BURNS-BALOGH, P. & FUNK, V.A. (1986): A phylogenetic analysis of the Orchidaceae. *Smithsonian Contributions to Botany* **61**: 1-79.
- BUTTLER, K.P. (1986): Orchideen. - Mosaik Verlag München.
- CAMUS, E.G. (1929): *Iconographie des Orchidées d'Europe et du Bassin Méditerranéen* Tome 1 + 2. - Paul Lechevalier Paris.
- CINGEL, van der, N.A. (1995): *An Atlas of Orchid Pollination - European Orchids*. A.A. Balkema Rotterdam/Brookfield.
- CLAESSENS, J. & KLEYNEN, J. (1991): Het geslacht *Epipactis* in de Benelux: bloembioologische beschrijvingen en soorttypische kenmerken - *Eurorchis* **3**: 5 - 38.
- CLAESSENS, J. & KLEYNEN, J. (1995): Het zuiltje der Europese orchideeën nader bekeken. - *Eurorchis* **7**: 35-45
- CLAESSENS, J. & KLEYNEN, J. (1995): Die Systematik der europäischen Orchideen, illustriert an Hand von Makro-Fotos - *Jour. Eur. Orch.* **27** (1): 93 - 124.
- CLAESSENS, J. & KLEYNEN, J. (1996): La systématique des Orchidées européennes au travers de la morphologie du gynostème - *Cah. Soc. Fr. Orch.* n° **3**, 173 - 181.
- CLAESSENS, J. & KLEYNEN, J. (1996): Bestuivingsbiologie van de wespenorchis. - *Nat. Hist. Maandbl.* **85**, 2-6.
- CLAESSENS, J. & KLEYNEN, J. (1996): Allogamie et autogamie du genre *Epipactis* en France *Cah. Soc. Fr. Orch.* n° **3**, 183 - 185.
- CLAESSENS, J. & KLEYNEN, J. (1998): Column structure and pollination of *Corallorrhiza trifida* Châtelain (Orchidaceae). - *Journ. Eur. Orch.* **30** (im Druck).
- DARWIN, C. (1888): *The various contrivances by which orchids are fertilised by insects*. - London, second edition.
- DELFORGE, P. (1994): *Guide des Orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient*. - Delachaux et Nestlé, Paris.
- DÉMARES, M. (1996): Le duo Rostellum - Viscidium - *Cah. Soc. Fr. Orch.* n° **3**, 161 - 172

- DÉMARES, M. (1997): Atlas des Orchidées Sauvages de Haute-Normandie. Ed. Soc. Fr. Orch. Elbeuf.
- DRESSLER, R.L. (1961): The structure of the orchid flower. Missouri Botanical Garden Bulletin **49**: 60 - 69.
- DRESSLER, R.L. (1989): Rostellum and viscidium: divergent definitions. Linleyana **4**: 48 - 49.
- DRESSLER, R.L. (1987): Die Orchideen. - Ulmer Verlag Stuttgart.
- DRESSLER, R.L. (1993): Phylogeny and classification of the orchid family. - Dioscorides Press, Portland, Oregon.
- FREUDENSTEIN, J.V. (1992): Systematics of *Corallorrhiza* and the Corallorrhizinae (Orchidaceae). Ph.D. dissertation, Cornell University. Ithaca, NY.
- FREUDENSTEIN, J.V. (1994): Gynostemium structure and relationships of the Corallorrhizinae (Orchidaceae: Epidendroideae). Plant Systematics and Evolution **193**: 1-19.
- FREUDENSTEIN, J.V. (1994): Character transformation and relationships in *Corallorrhiza* (Orchidaceae: Epidendroideae). II. Morphological variation and phylogenetic analysis. American Journal of Botany **81**(11): 1458-1467.
- FÜLLER, F. (1970): *Aceras, Anacamptis, Serapias*. Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- FÜLLER, F. (1972): Alpine und Nordischalpine Orchideen. - Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- FÜLLER, F. (1976): *Malaxis, Hammarbya, Liparis*. - Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- FÜLLER, F. (1977): *Limodorum, Epipogium, Neottia, Corallorrhiza*. - Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- FÜLLER, F. (1978): *Platanthera, Gymnadenia, Leucorchis, Neottianthe*. - Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- FÜLLER, F. (1981): Frauenschuh und Riemenzunge. - Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- FÜLLER, F. (1982): *Ophrys*. - Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- FÜLLER, F. (1983): *Orchis* und *Dactylorhiza*. - Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- FÜLLER, F. (1984): *Goodyera* und *Spiranthes*. - Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- FÜLLER, F. (1986): *Epipactis* und *Cephalanthera*. - Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- GAREUS, R. (1991): Untersuchungen der Pollen von fränkischen Orchideen. Mitt. Bl. Arb. Kr. Heim. Orch. Baden Württ. **23**(3), 369- 448.
- GODFERY, M.J. (1933). Monograph and Iconograph of Native British Orchidaceae. - University Press Cambridge.
- HESS, D. (1990): Die Blüte. - Eugen Ulmer Verlag Stuttgart.
- KURZWEIL, H. (1987a): Developmental studies in orchid flowers I. Epidendroid and vandoid species. - Nord.J. Bot. **7** (4): 427 - 442.
- KURZWEIL, H. (1987b): Developmental studies in orchid flowers II. Orchidoid species. - Nord.J. Bot. **7** (4): 443 - 451.
- KURZWEIL, H. (1988): Developmental studies in orchid flowers III. Neottiid species. - Nord.J. Bot. **8** (3): 271 - 281.
- KURZWEIL, H. (1992): Developmental studies in orchid flowers IV. Cypripedioid species. - Nord.J. Bot. **13** (4): 423 - 430.
- NILSSON, L. A. (1983): Processes of isolation and introgressive interplay between *Platanthera bifolia* (L.) Rich. and *P.chlorantha* (Custer) Reichb. (Orchidaceae), Botanical Journal of Linnean Society, 325-350.
- PIJL, van der, L. & DODSON, C.H. (1966): Orchid flowers - Their Pollination and Evolution. Coral Gables, University of Miami Press.
- PROCTOR, M. & YEO, P. (1973): The pollination of flowers. - Collins London.
- QUENTIN, P. (1995): Synopsis des Orchidées Européennes, Edition n°2 revue et corrigée. Cah. Soc. Fr. Orch **2**: 1-141.
- RASMUSSEN, F.N. (1982): The gynostemium of the neottiid orchids. Opera Botanica **65**: 1-96.
- RASMUSSEN, F.N. (1985): Orchids. In: Dahlgren, R., Clifford, H & Yeo, P. (eds), The families of the monocotyledons. Berlin, Heidelberg, New York, Tokio, 249-274.
- RASMUSSEN, F.N. (1986): On the various contrivances by which pollinia are attached to viscidia. - Lindleyana **1** (1): 21-31.

- RAUSCHERT, S. (1983): Zur Nomenklatur der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. - Feddes Rep. **94**: 289 - 301.
- REINHARD, H., P. GÖLZ et al (1991): Die Orchideen der Schweiz und angrenzender Gebiete. - Fotorotar A. G., Egg.
- REINHARDT, J. (1988): *Epipogium aphyllum* SW. - Bemerkungen zu einer seltenen Orchideenart in der DDR. Mitt. der Arb. Kr. Heim. Orchid. DDR **17**, 7-13.
- ROBATSCH, K. (1996): Einführung in die Hamulus-Definition. Journ. Eur. Orch. **28** (4): 761-764.
- SCHLECHTER, R. (1992): Die Orchideen, A, (Herausgeber F.G. BRIEGER, R. MAATSCH, K. SENGHAS). - Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg.
- SUMMERHAYES, V. (1951): Wild orchids of Britain. Collins, London.
- SZLACHETKO, D. L. (1995): Systema Orchidaliūm. - Polish Academy of Sciences Kraków.
- VERMEULEN, P. (1955): The rostellum of the Ophrydaceae. - Amer. Orch. Soc. Bull. April 1
- VERMEULEN, P. (1958): Orchidaceae In: Flora Neerlandica **1** Fasc. 5.
- VERMEULEN, P. (1965): The place of *Epipogium* in the system of Orchidales. - Acta Bot. Neerl. **15**.
- VERMEULEN, P. (1966): The system of the Orchidales. - Proceed. of the 5th World Orch. Conf., Long Beach, Cal., U.S.A.
- VERMEULEN, P. (1966): The system of the Orchidales. - Acta Bota. Neerl. **15**.
- VERMEULEN, P. (1968): De systematiek van de orchideeën. - Orchideeën **30** (1): 1-12
- VERMEULEN, P. (1976): Die Säulchenstruktur von *Gymnadenia*, *Platanthera*, *Habenaria* und verwandten Genera. - Jahresber. Nat. Wiss. Ver. Wuppertal **29**: 144-152.
- WAGENITZ, G. (1996): Wörterbuch der Botanik. - Gustav Fischer Verlag Jena.
- ZIEGENSPECK, H. (1936). Orchidaceae. In: Kirchner - Loew - Schröter, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas, Band **1**, Abteilung **4**. - Verlag Ulmer Stuttgart.

Jean Claessens, Moorveldsberg 33, NL - 6243 AW Geulle

Jacques Kleynen, Pr. Constantijnlaan 6, NL - 6241 GH Bunde

Die Gattung *Epipactis* und ihre systematische Stellung innerhalb der Unterfamilie *Neottioideae*, im Lichte entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen.

Karl Robatsch

Mit Zeichnungen von L. FREIDINGER und C. A. MRKVICKA

Zusammenfassung:

Die systematische Stellung der Gattung *Epipactis* in der Subtribus *Cephalantherinae* wie auch die Stellung dieser Subtribus innerhalb der Unterfamilie *Neottioideae* wird an Beispielen entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen diskutiert. Nach den neuesten molekularen Daten, die aus DNA-Sequenzanalysen gewonnen wurden, ist ein Stammbaum erstellt worden, in dem die *Neottioideae* in die "epidendroids" eingereiht wurden. Das steht im Widerspruch zu dem in unserer Arbeit praktizierten Klassifikationssystem, das in "Die Orchideen" R. SCHLECHTER in der Bearbeitung von F. BRIEGER und K. SENGHAS verwendet wird.

Die Ableitung einer Orchideenblüte aus dem Liliiflorae-Erbe ermöglicht eine Differentialdiagnose zwischen den *Orchidaceae* und den *Apostasiaceae*. Die *Apostasiaceae*, die viele Autoren als Unterfamilie *Apostasioideae* zu den *Orchidaceae* stellen, werden durch vergleichende Blütenanalysen von dieser Familie abgetrennt. Der Entwicklungstendenz des Gynoeceums der Orchideen, durch die es zum Aufbau eines Rostellums mit seinen Organen kommt, steht die Reduktionstendenz des Gynoeceums der *Apostasiaceae*, durch die es zu einer Verminderung des ursprünglich trimeren Stigmas kommt, gegenüber.

Die Autogamie der Gattung *Epipactis* (Sektion *Epipactis*) wird durch Beobachtungen an Bildungsabweichungen, die manchmal sogar artbildend sein können ("hopeful monsters"), als gerichtet erkannt. Neotenie oder Abbreviationen des Ontogenieablaufes führen zu Reduktionen von Organen und deren Funktionen.

Die Vertreter der Sektion *Megapactis* sind ursprünglicher als die Vertreter der Sektion *Epipactis*. Durch Vergleichsstudien an den Hypochilien der Gattungen *Cephalanthera*, *Limodorum*, *Aphyllorchis* und *Megapactis*, die Hypochilien als offene Nektarien entwickeln, mit dem Hypochil von *Epipactis* mit einem geschlossen Nektarium ist dieses als abgeleitet erkannt worden.

Merkmalsübereinstimmungen bei den Unterfamilien *Neottioideae* und *Epidendroideae* wurden an vielen Beispielen aufgezeigt. Auf die Probleme, Unterscheidungskriterien zur Abgrenzung dieser Unterfamilien herauszufinden, ist hingewiesen worden.

Der Evolutionserfolg der *Orchidaceae* kommt unter anderem durch den Umbau von fünf Stamina zu fünf Staminodien zustande. Diese sind als Bauelemente für viele blütenbiologisch wichtige Einrichtungen, vor allem für die Gestaltung des Orchideenlabellums, von Bedeutung.

Die Buchenwälder, die seit 90 Mio. Jahren existieren, kommen als Heimat der ursprünglichen terrestrischen Orchideen in Betracht, deren Nachkommen (die *Neottioideae* und *Cypripedioideae*) auch heute noch diese Wälder als Lebensräume nutzen.

Summary:

The systematic position of the genus *Epipactis* within the subtribe *Cephalantherinae* sensu BRIEGER and the position of this subtribe within the subfamily *Neottioideae* is vividly discussed in a lot of samples of phylogenetic investigations. DNA-sequences reduce this subfamily to the tribe *Neottieae* of the "epidendroids". The molecular dates are contradictory to the classification-system, which have been investigated in the specific case "Die Orchideen" R. SCHLECHTER by F. G. BRIEGER and K. SENCHIAS.

The orchid flower derived from a *Liliiflorae* ancestor, which makes a differential diagnosis between the *Orchidaceae* and the *Apostasiaceae* possible (some authors prefer the term *Apostasioideae*). There is no relationship between these families. The evolution-tendency of the gynoeceum (development of the rostellum and his organs) is in contrast to the evolution-tendency of the stigma of *Apostasiaceae* (reduction of the trimer stigma).

The autogamy of the genus *Epipactis* is studied in atavistic features, sometimes it comes to a speziation, arised from monstrosities ("hopeful monsters"). Neoteny or abbreviations of the ontogeny are leading to reductions of organs and their functions.

The represents of the section *Megapactis* are more primitiv than the *Epipactis*. Comperative studies within hypochils of the genera *Cephalanthera*, *Limodorum*, *Aphyllorchis* and *Megapactis* show an open nectary, whereas the hypochil of *Epipactis* shows a closed one.

The features of the subfamily *Neottioideae* and *Epidendroideae* correspond in most samples. The differential character and its limitation to the two subfamilies is still a problem that requires further investigation. The evolutionary success of the *Orchidaceae* arises from the development of five stamina into five staminodes, which are essential for flower biological institutions, like the trapflower of *Pterostylis* and the typical slippery-trap flower of the *Cypripedioideae*. The labellum is built by the forma stamina A1+A2 and eventually B3.

Klassifikation

Bevor wir uns dem eigentlichen Thema *Epipactis* zuwenden, vor allem aber der systematischen Stellung dieser Gattung innerhalb der Unterfamilie *Neottioideae*, müssen wir uns auch mit dieser Unterfamilie selbst, die einige Autoren z. B. R. DRESSLER als Tribus *Neottieae* in die Unterfamilie *Orchidoideae* eingliedern wollen, befassen.

DRESSLER führt als Argument für diese Eingliederung die Hybride *Epipactis palustris* x *Gymnadenia conopsea* an, die als Herbarbeleg in Kew aufliegen soll. Die Bearbeiter in Kew haben aber aus Unsicherheitsgründen von einer Publikation dieser Hybride Abstand genommen. Andere Autoren haben Triben und Subtriben der *Neottioideae* sensu BRIEGER zu der von DRESSLER begründeten Unterfamilie *Spiranθοideae* gestellt. Diese Klassifikationen sind durch molekulare Daten gestützt, die aus DNA-Sequenzanalysen gewonnen wurden. Die Vertreter der kladistischen Methode haben die Unterfamilie *Spiranθοideae* anerkannt und waren auch mit der Umgruppierung der *Neottioideae* auf das Tribusniveau einverstanden. Nach den letzten Untersuchungen ist ein neuer molekularer Stammbaum (Abb. 1) erstellt

(1997 LINDLEYANA 12,1:1-11, "Phylogenetic relationships of Orchidoideae and Spiranthoideae as inferred from rbcLplastid sequences" von P.J. KORES, K. M. CAMERON, M. MOLVRAJ and M. W. CHASE) und die Herkunft der *Spiranthoideae* als polyphyletisch erkannt worden, wodurch neue systematische Gliederungen zustande kamen.

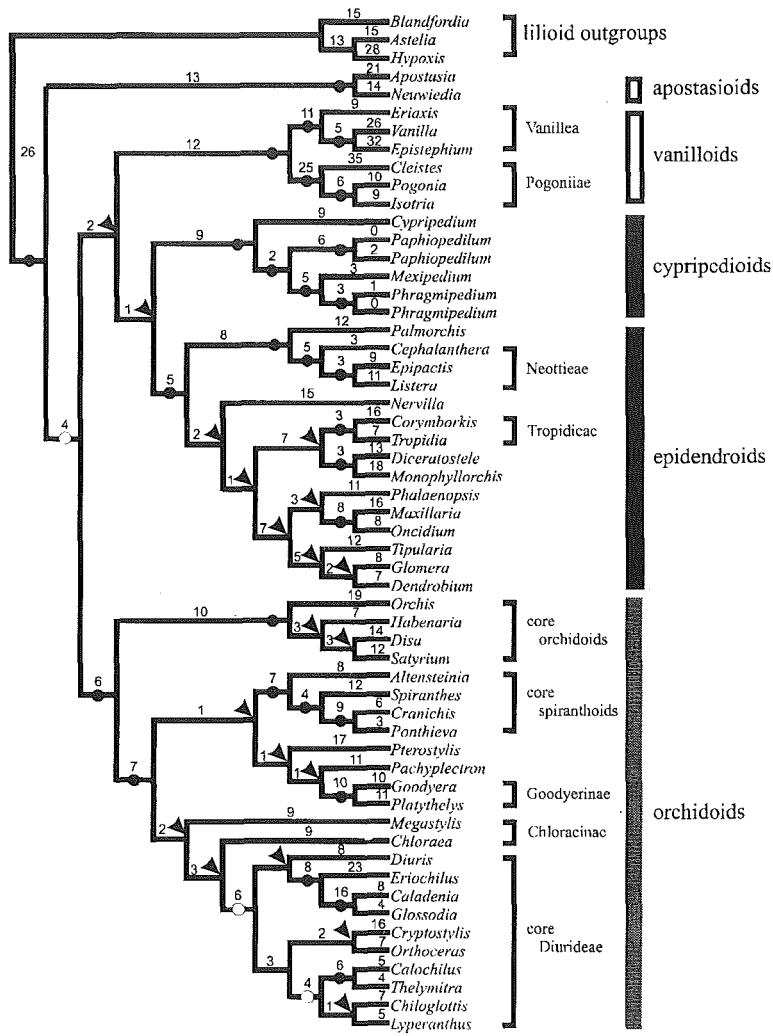


Abb. 1: Molekularer Stammbaum

Der Klassifizierung F. G. BRIEGERs, der wir in dieser Arbeit folgen, ist die Praxisorientierung nicht abzuspochen, da sie auf morphologischen und blütenbiologisch-funktionalen Merkmalen basiert. Merkmalssonderfälle werden kritisch untersucht und systematisch bewertet. Die Klassifizierung BRIEGERs trennt die *Orchidoideae* als Unterfamilie von der Tribus *Spirantheae*, die DRESSLER in den Unterfamilienrang erhoben hat. Auf die gewichtigen Unterschiede dieser beiden Unterfamilien kommen wir noch zurück. Ein ähnliches Schicksal wie die *Spiranthoideae* wird wohl auch die von D. L. SZLACHETKO begründete Unterfamilie *Thelymitroideae* erfahren, in der der Autor versucht, die "Gondwana-Gattungen" aus der Tribus *Diurideae* und der Subtribus *Chloraeinae* im Subfamilienrang zusammenzulegen. Wie schon BRIEGER erwähnt, läßt das heutige patagonisch-südandine und australisch-neukaledonische Verbreitungsbild darauf schließen, daß Wanderungen über die antarktischen Brücken von einem antarktischen Entstehungszentrum aus erfolgt sind.

Das Klassifikationssystem, das in R. SCHLECHTER "Die Orchideen" von F. G. BRIEGER und K. SENGHAS vertreten wird und in den Bestimmungsbüchern von K. SUNDERMANN, H. BAUMANN, S. KÜNKELE, K. BUTLER und P. DELFORGE, um nur die wichtigsten Autoren zu nennen, seinen praxisbezogenen Niederschlag findet, wird von vielen modernen Bearbeitern angezweifelt. Einzig L. GARAY (Harvard) und F. RASMUSSEN (Kopenhagen) verwenden auch das für uns verbindliche Klassifikationssystem. F. RASMUSSEN, der nicht mit Kritik an den Resultaten der Kladistik und der Molekularbiologie spart, hat das schon seit Generationen anstehende Problem, die "niedereren *Epidendroideae*" von den *Neottioideae* abzugrenzen, dadurch gelöst, daß er mit dem Begriff "neottioid-Orchids" eine Synthese zwischen den beiden Unterfamilien herbeigeführt hat und darüber hinaus die erst in den letzten Jahrzehnten entdeckten und noch nicht eingehend bearbeiteten, vorläufig im Gattungsniveau untergebrachten Taxa wie *Tangtsinia*, *Archineottia*, *Diplandrorchis*, *Thaia* ect. in die "neottioid-Orchids" aufnahm.

Die Auswertung der molekularen Daten hat in der oben angeführten Arbeit LINDLEYANA 1997 12: 1-11 zu folgender Gruppierung geführt (Abb. 1): apostasioids, vanilloids, cypripedioids, epidendroids, orchidoids. In dieser Gruppierung fällt auf, daß die *Neottieae*, die den Kern der *Neottioideae* ausmachen, in die niederen *Epidendroideae* aufgenommen wurden. Die Unterfamilie *Spiranthoideae* wird als "core spiranthoids" den orchidoids zugeordnet. Wenn wir mit dieser Gruppierung in die Praxis gehen, finden wir als Beispiel die Gattung *Ophrys* mit der Gattung *Spiranthes* zusammen unter den orchidoids. In der Unterfamilie *Orchidoideae* sensu BRIEGER sind durch die neuesten molekularen Daten in der Publikation (LINDLEYANA 1997, 12: 89-109 Phylogenetics of subtribe *Orchidinae* (*Orchidoideae*) based on nuclear ITS sequences. Intergeneric Relationships And Polyphyly Of *Orchis* Sensu Lato: von A. M. PRIDGEON, R. M. BATEMAN, A. V. COX, J. R. HAPEMAN and M. W. CHASE), überraschende Ergebnisse erzielt

worden, die auch nomenklatorische Folgen nach sich ziehen werden. Die *Orchis morio*-Gruppe kommt zu *Anacamptis*, die *Orchis ustulata*-Gruppe zu *Neotinea*, die *Orchis militaris*-Gruppe ist mit *Aceras* verwandt, *Dactylorchiza* kommt zu *Coeloglossum*, wobei *Dactylorchiza* als nomen conservandum verbleibt und *Nigritella* kommt zu *Gymnadenia*. Untersuchungen von A. M. PRIDGEON und M. C. CHASE im (American Journal of Botany 1995, 82: 1478-1495) haben den Homologiebeweis - DRESSLER hat dies schon immer vermutet - für die Wurzelknollen von *Orchis*, *Disa* und den *Diurideae* (BRIEGER führt die *Diurideae* unter den *Neottioideae*, DRESSLER teilt sie den *Orchideae* zu) erbracht. Die Aussagen sind folgende: Der evolutionäre TREND führt von einfachen Wurzeln zu side by side replacement tubers. In der Publikation 1997 "Phylogenetic relationship" wird erwähnt, daß bei den orchidois "the presence of subterranean storage organs is the plesiomorphic state". Das heißt, daß die Wurzelknollen der ursprüngliche Zustand sind. Die Autoren betonen aber eindringlich, daß vegetative Charaktere die Monophylie der *Diurideae*, der *Orchidoideae* und der *Spirantheoideae* nicht bestätigen. In diesem Zusammenhang ist zu bemerken, daß in der Gattung *Codonorchis* (Abb. 2.2) ein für die *Orchidaceae* besonderes unterirdisches Organ, eine Zwiebel entwickelt wird, wie dies PRILLIEUX 1865 als erster beobachtet hat und MANSFELD (1930), KUTSCHERA und SOBOTIK 1996 sowie SPETA 1996 bestätigt haben. BRIEGER begründet für *Codonorchis*, vor allem wegen der Zwiebel, die Subtribus *Codonorchidinae*. Das Vorkommen einer Zwiebel ist für die Suche nach den Vorfahren der *Orchidaceae* von großer Bedeutung. Dadurch wird das weite Feld der *Liliiflorae*, die man als Vorläufer vermutet, eingegrenzt. *Codonorchis*, die in den Blütenmerkmalen mit den *Chloraeinae* weitgehend übereinstimmt, zeigt neben der Zwiebel und der wirteligen Blattstellung noch einige weitere primitive Merkmale, die in der Folge noch erörtert werden.

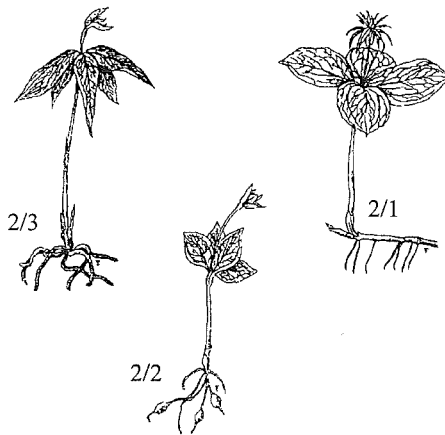


Abb. 2/1-3: *Paris quadrifolia*, *Codonorchis lessonii*, *Isotria medeoloides*

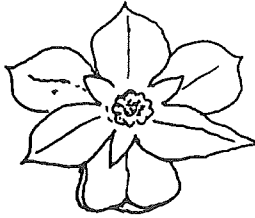


Abb. 3: Calyculus der *Neobenthamia gracilis*

Noch unverständlicher wird der molekulare Stammbaum, nach dem die vanilloids, zu denen neben *Vanilla* auch die *Pogoniinae* gehören, zwischen den apostasioids (Abb. 1) und den cyripedoids eingereiht werden. In einem weiteren Kapitel in dieser Studie wird auf die Beziehung zwischen den *Apostasiaceae*, den *Orchidaceae* und den *Cypripedioideae* eingegangen werden. Die *Vanillinaceae* wurden schon einmal (im vorigen Jahrhundert) von LINDLEY in den Familienrang *Vanillaceae* erhoben. Besonders auffallend sind bei *Vanilla* folgende primitive Merkmale: Netznervigkeit, axile Placentation, einfächeriges Ovarium, Endospermibildung, fleischige Früchte, biforaminate Pollenkörner, Wurzelkletterer und bei *Epistephium*, *Clematapistephium* und *Lecanorchis* ein Außenkelch (Calyculus). Nur noch bei *Neobenthamia* (Abb. 3; *Polystachyinae*), aus der Unterfamilie *Vandoideae* ist ein Calyculus vorhanden, der von drei zusätzlichen Fruchtblättern gebildet wird, die sich nach den Untersuchungen von Y. VEYRET bei allen Orchideen in winzigen Rudimenten als kleinzelliges Gewebe nachweisen lassen. In der neueren Literatur wird diesen rückgebildeten Fruchtblättern keine Beachtung geschenkt. Der Außenkelch ist bei den anderen Monokotylen unbekannt. Die Deutung, daß er aus den drei rudimentierten Fruchtblättern besteht, stammt von P. VERMEULEN. Der ursprüngliche Blattcharakter der Karpelle ist manchmal in schöner Verlaubung (Homologiebeweis der Blattorgane der Blüten- und der Laubblätter) bei *Prunus*-Arten zu sehen.

Liliiflorae

Zu den wichtigsten Resultaten der molekularbiologischen Untersuchungen zählt die Trennung der Überordnung *Liliiflorae* in die Ordnungen *Liliales* und *Asparagales*. Die *Asparagales* werden durch den Nachweis des *rbcl*-Gens, das auch die Orchideen aufweisen, als Orchideenvorläufer erkannt, womit die von vielen Botanikern seit Jahrhunderten gestellte Frage nach der Entstehung der Orchideen zwar nicht endgültig beantwortet ist, aber immerhin das weite und unübersichtliche Feld der *Liliiflorae* eingegrenzt wurde. Wie wahr ist heute noch GOETHEs Ausspruch: "Die Orchideen erscheinen mir wie monströse Lilien". Wie monströs sie wirklich sind, wird sich in der Folge bei der Untersuchung autogamer Arten zeigen.

Heimische *Asparagales*, aus denen die Orchideenvorläufer kommen, sollen hier in einer beispielgebenden Übersicht vorgestellt werden: *Convallaria*, *Maianthemum*, *Polygonatum*, *Asparagus* und *Paris* (Abb. 2,1). Letztere wird von manchen Autoren den *Trilliaceae* aus der Ordnung *Dioscoriales*, von anderen Autoren den *Asparagales* zugeordnet. Auf *Paris* kommen wir wegen einiger seltenen Merkmale noch zurück. Weitere *Asparagales* und *Liliales* werden nun vorgestellt. Diese zeigen die Umwandlung einer Liliiflorablüte (Abb. 4,1) in eine Orchideenblüte. Es werden Merkmale aufgezeigt, die wir bei den Orchideen wiederfinden werden. Einige Orchideenmerkmale sind nur zu erklären, wenn man die Entstehungsgeschichte der Orchideenblüte als Ableitung von einer Liliiflorablüte betrachtet, wie z. B. das terminale Stigma bei *Tangtsinia* (Abb. 4,2), die triviscidiale Ausstattung der *Epipactis*-Blüte oder der Calyculus der vanilloiden Orchideen. Einblicke in dieses stammesgeschichtliche Geschehen geben uns Bildungsabweichungen, die immer einen Rückblick bedeuten, vor allem, wenn diese Atavismen in einer Art oder Gattung durchgehend und nicht nur in Einzelpflanzen auftreten. Dies bedeutet aber auch, daß monströse Merkmale artbildend sein können. Mögen uns manche Atavismen, die vielleicht durch Inzuchtdepressionen hervorgerufen wurden, pathologisch erscheinen. Einmal in ferner Vergangenheit war der heutige atavistische Zustand eine wichtige lebenserhaltende Entwicklungsstufe in der Historie dieses Lebewesens und manchmal sind diese Bildungsabweichungen die einzige Spur, die uns gegenwärtige Merkmale erklären kann.

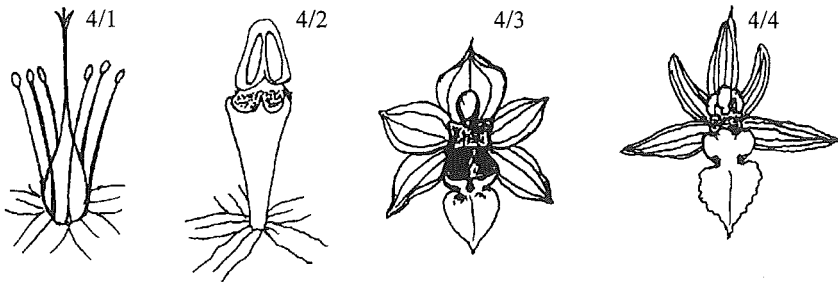


Abb. 4/1-4: Säulchen: *Lilium*, *Tangtsinia*, *Epipactis hell.* und *E. palustr.*

Bei *Convallaria* sehen wir schon, daß Staubbeutel filamente an die Blütenblätter angewachsen sind. Ähnliche Verhältnisse erkennen wir auch bei *Veltheimia*. Dies führt zu Veränderungen im Perianth (einige Tepalen werden gefördert). *Gloriosa rothschildiana* und *Eremurus* (beide gehören zur Ordnung *Liliales*) zeigen uns bereits Nutationen des Griffels und der Narben in Richtung Blütenfront. Bei anderen Liliiflorae kommt es zu einer noch deutlicheren Einsenkung des Griffels unter das Narbenniveau und bei manchen auch zum Ablast einiger Stamina. Bei den *Iridaceae*,

die zu den *Liliales* zählen, sind beispielsweise nur mehr drei Stamina vorhanden. Diese Reduktion von Blütenorganen (Oligomerisation) schafft in der Blüte neue Entwicklungsräume und in der Folge, vor allem bei den *Orchidaceae*, neue Organe mit neuen Funktionen. Man sieht hier, daß die eigentliche Orchideenblüte "von langer Hand" vorbereitet wurde. Es sind auch Veränderungen im Perigon festzustellen, wie z. B. bei *Paris quadrifolia* (Abb. 2,1), deren vierzähliger innerer und verkleinerter Blütenkreis mit gelbgrünen, schmalen Blütenblättern zum Laubblattgrün des äußeren Blütenkreises kontrastiert. Petaloidie des inneren Blütenblattkreises kann man bei vielen *Liliifloren*-Gattungen beobachten. Netzernigkeit der Laub- und Blütenblätter wie bei *Paris* stellen die *Trilliaceae* an den Beginn der Monokotylen-Evolution. Netzblättrigkeit ist auch bei vielen *Neottioideae* wie z. B. bei *Goodyera* zu erkennen. Die wirtelige Blattstellung von *Paris* finden wir bei den Orchideen nur bei *Isotria* (Abb. 2,3) und *Codonorchis* (Abb. 2,2), die noch andere primitive Merkmale aufweisen. Durch Analysen mit der Chloroplasten-DNA wurde festgestellt, daß die *Asparagales* mit den Orchideen am nächsten verwandt sind und die Orchideen mit den *Asteliaceae*, *Blandfordiaceae*, *Hypoxidaceae* und den *Lanariaceae* sowie noch einigen wenigen Gattungen eine „clade sister“ zu den restlichen *Asparagales* bilden.

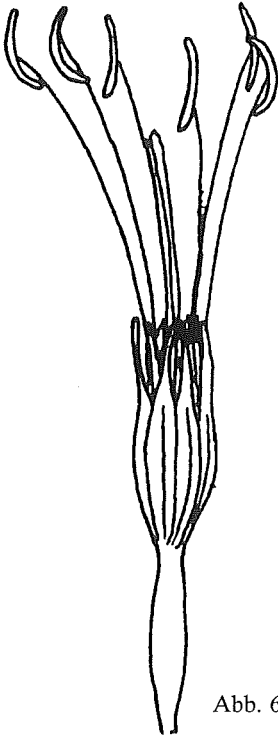


Abb. 6: *Agave* sp.

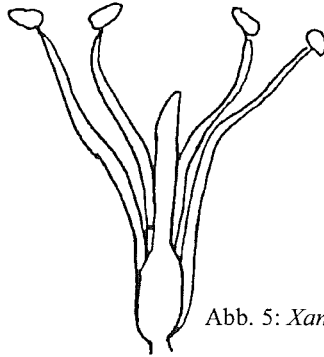


Abb. 5: *Xanthorroea preissii*

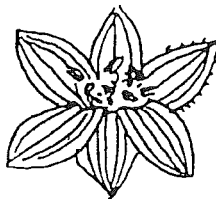


Abb. 7: *Hypoxis decumbens*

Bei meinen Untersuchungen der Asparagales habe ich - die Zeichnungen sprechen für sich - folgendes festgestellt: Bei *Xanthorrhoea preissii* (Abb. 5) einen gekürzten Griffel mit einer Narbe, die unter dem Antherenniveau eingesenkt ist, bei einer *Agavaceae* spec. (Abb. 6) und bei *Hypoxis decumbens* (Abb. 7; *Hypoxidaceae*) dasselbe. Bei den *Tecophilaeaceen* *Conanthera bifolia* (Abb. 8) sind nur mehr vier Stamina ausgebildet. Zwei sind in Staminodien umgebildet, und bei *Cyanella capensis* (Abb. 9) findet man fünf Stamina ohne Funktion, ein fertiles Stamen und außerdem einen abgewinkelten Stylus mit einer zentrifugalen Narbe.

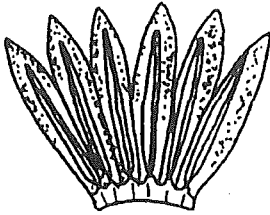


Abb. 8: *Conanthera bifolia*



Abb. 10: *Solaria attenuata*

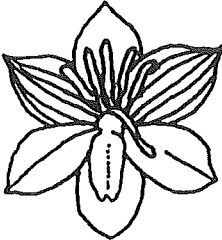


Abb. 9: *Cyanella capensis*



Abb. 11: *Scadoxus nutans*

Bei *Solaria attenuata* (Abb. 10; *Alliaceae*) kommt es zu einer Griffel- und Narbenbiegung. Dieselbe Situation findet man bei der *Amaryllidaceae* *Scadoxus nutans* (Abb. 11). Bei der *Burmaniaceae* (die *Burmaniaceen* werden von einigen Autoren zu den *Orchidaceae* gezählt) *Gymnosyphon longistylus* (Abb. 12) sind die Stamina nur mehr in der Dreizahl vorhanden, diese sind an das Perianth angewachsen und der innere Blütenkreis ist petaloid ausgebildet. Bei der *Spiranthinae* *Pteroglossa* (die Gattungsbestimmung ist nicht gesichert) aus Brasilien (Dorf Tirol) sind die Petalen zur Hälfte antheroid ausgebildet. Außerdem ist immer ein zusätzliches fast voll entwickeltes Stamen in dem staminalen Platz zu sehen. Diese Bildungsabweichungen scheinen ein *Liliiflorae*-Stadium (Verwachsung der Stamina mit den Petalen) der Stammesgeschichte der *Orchidaceae* zu wiederholen. Die *Burmaniaceae* zeichnen sich wie die

Orchideen durch Kleinsamigkeit (Microspermie) aus. Bei der monotypischen Gattung *Geosiris aphylla* (Abb. 13,1; *Geosiridaceae*), einem Saprophyten aus Madagaskar, sieht man eine besonders auffallende Narbenentwicklung. Bei *Eichhornia crassipes* (Abb. 13; *Pontederiaceae*) kommt es zur Förderung des mittleren inneren Tepalum. Die Veränderungen, die die Orchideenblüte bestimmen, die aber bei den *Liliiflorae* schon vorweggenommen sind, sowie die speziellen "Orchideenerfindungen" in den drei Unterfamilien *Neottioideae*, *Epidendroideae* und *Vandoideae* werden in der Folge aufgelistet. Die angeführten Merkmale werden mit jenen der *Apostasiaceae*, *Cypripedioideae* und *Orchidoideae* verglichen.

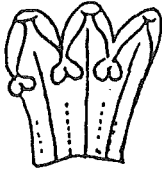


Abb. 12: *Gymnosiphon longistylus*

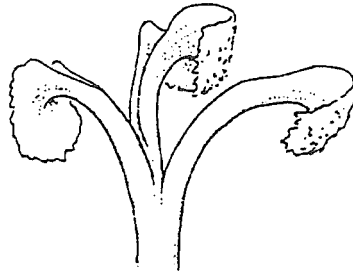


Abb. 13/1: *Geosiris aphylla*



Abb. 13: *Eichhornia crassipes*

Das Androeceum

Äußerer Staubblattkreis: paarige Staubblätter A1+A2, unpaariges Staubblatt A3
 Innerer Staubblattkreis: paarige Staubblätter B1+B2, unpaariges Staubblatt B3

Es kommt bei den Unterfamilien *Neottioideae*, *Epidendroideae*, *Vandoideae* und *Orchidoideae* zum Umbau von fünf Stamina. Neben dem einzigen fertilen Stamen A3 sind die Stamina B1+B2 als Staminodien ausgebildet. Die Staubblätter A1+A2 sind nach DARWIN im unpaarigen Petalum eingebaut und bewirken die besonders angereicherte Plastizität dieses Organs, des Labellums. E. NELSON sieht die Labellumgenese wie DARWIN, mit der Ausnahme, daß seiner Ansicht nach auch B3 am Labellumaufbau beteiligt ist und das unpaarige Petalum ablastiert wurde. Im Appendix von *Ophrys*-Arten ist es NELSON gelungen, staminale Gebilde nachzuweisen (Abb. 14). Bei den *Zingiberaceae* (als Beispiel ist *Hypselodelphys poggeana* genannt; Abb. 15) besteht das Labellum auch aus zwei eingewachsenen Staminodien, die dem äußeren Staubblattkreise entstammen, und einem Blütenblatt.

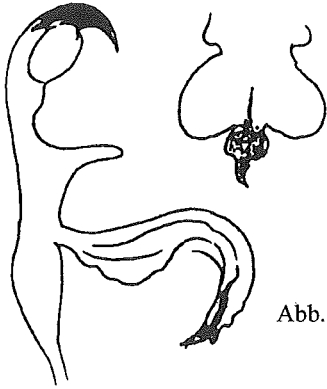


Abb. 14: *Ophrys*. sp.



Abb. 15: *Hypselodelphys poggeana*

Ausnahmen von dieser Monandrie sind die *Cypripedioideae* (Abb. 16,1-4), die neben den beiden fertilen Stamina B1+B2 ein sehr gefördertes und blütenbiologisch wirksames Staminodium A3 zeigen. Das typische Kesselfallen-Labellum aber wird wiederum vom unpaarigen Petalum und den Stamina A1+A2 und eventuell B3 gebildet. Eine weitere Ausnahme ist *Diplandrorchis sinica* (Abb. 17) mit den beiden fertilen Stamina A3+B3 (in diesem einmaligen Falle sind die unpaarigen Staubblätter des äußeren und des inneren Staubblattkreises fertil) ohne Staminodienbildung.

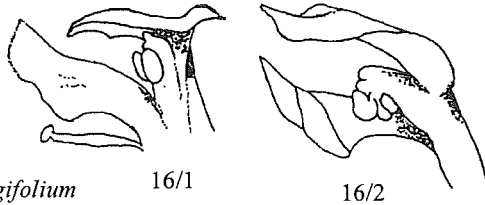


Abb. 16: Cypripedioideae:

16/1: *Phragmipedium longifolium*

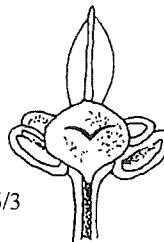
16/2: *Paphiopedilum insigne*

16/3: *Selenipedium chica*

16/4: *Selenipedium isabelianum*



16/3



16/4

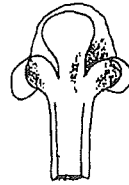


Abb. 17: *Diplandrorchis sinica*

Bei *Tangtsinia nanchuanica* (Abb. 4,2) findet man das fertile Stamen A3 und fünf Staminodien B1+B2+B3+A1+A2, bei *Thaia saprophytica* (Abb. 18), *Limodorum brulloi* (Abb. 19,1), *L. trabutianum* (Abb. 19,2) und den vier *Stigmatodactylus*-Arten (Abb. 20) wird unter der Narbe ein kräftiges Staminodium, das das unpaarige Stamen des inneren Staubblattkreises B3 darstellt, entwickelt. Dieses Staminodium ist bei *Limodorum* an der Spitze gegabelt und könnte auch als Verwachsungsprodukt der äußeren Stamina A1+A2 gedeutet werden. *Sinorchis simplex* (Abb. 21) zeigt ein bis zwei lineare Staminodien B1+B2 und bildet bereits ein Rostellum und ein Klinandrium aus.

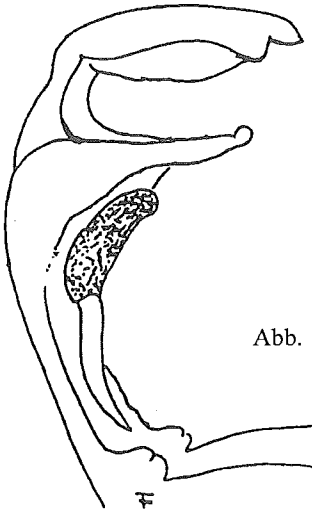


Abb. 18: *Thaia saprophytica*



Abb. 19/1: *Limodorum trabutianum*



Abb. 19/2: *Limodorum brulloi*

Abb. 20: *Pantlingia*
(*Stigmatodactylus paradoxus*)

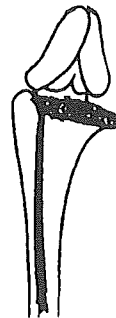


Abb. 21: *Sinorchis simplex*
(lineares Staminodium)

Die triandrische *Goodyera rubicunda* var. *triandra* (Abb. 22) hat zwei aus diesen zwei Staminodien B1+B2 weiterentwickelte Antheren gebildet. Bei *Goodyera procera* wurden viermännige, zweilippige Formen beobachtet. Neben vier Stamina sind vier Rostella mit vier Viscidien vorhanden und außerdem ist manchmal ein Petalum zur Hälfte antheroid ausgebildet. Bei Atavismen von *Limodorum abortivum* var. *polyandrum* sind drei bis vier Antheren entwickelt. Bei *Limodorum brulloi* erscheinen oft fünf Staminodien wie bei *Tangtsinia*. Neben den Staminodien B1+B2+B3 erscheinen links und rechts von der Narbe die ehemaligen Stamina A1+A2, wodurch der Eindruck einer rekonstruierten *Liliiflorae*-Blüte gegeben ist. Bei einer atavistischen *Thelymitra longifolia* (Abb. 23) ist die zweiteilige Mitra (ein überdimensioniertes Staminodiengebilde, das an der Spitze zwei büschelige Aufsätze trägt) um einen dritten Teil bereichert, der an Stelle der fertilen Anthere erscheint. Dieser Teil ist gleichfalls wie die beiden Staminodien mit einem büscheligen Aufsatz versehen. Diese Substitution der Anthere durch einen Mitrateil beweist den staminalen Ursprung dieses Gebildes. Die reduzierte Narbe ist horizontal gelagert wie bei *Tangtsinia*. Im Normalfalle ist das Stigma bei *Thelymitra* vertikal an der Vorderfront der Säule befestigt. J. St. GEORGE (Wellington) hat das interessante Studienmaterial zur Verfügung gestellt.

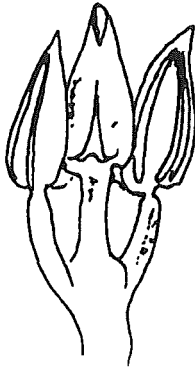


Abb. 22: *Goodyera rubicunda* ssp. *triandra*



Abb. 23: *Thelymitra longifolia*, Atavismus

Bei *Petalochilus saccatus* (Abb. 24), einer seltenen Orchidee aus Neuseeland, die seit ihrer Erstbeschreibung 1924 verschollen war und im Oktober 1997 wiederentdeckt wurde, sind die nach unten verlängerten Staminodien B1+B2 durch eine mittlere bogenförmige Struktur verbunden, die wahrscheinlich das Staminodium B3 ist. Staubblattreduktionen sind ein *Liliiflorae*-Erbe. Die Staminodien, die ein bedeutendes evolutives Agens darstellen, scheinen in der Orchideenblüte viele blütenbiologische Funktionen übernommen zu haben, wie wir dies z. B. bei *Thelymitra*, *Gastrodia* (Abb. 25) und *Pterostylis* (Abb. 26) etc. sehen.

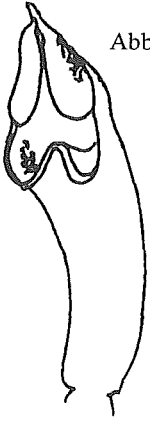


Abb. 24: *Petalochilus saccatus*

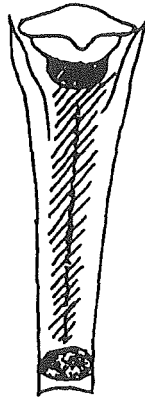


Abb. 25: *Gastrodia siamensis*

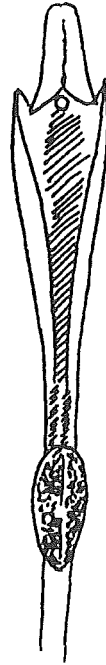


Abb. 26: *Pterostylis*

Dieser Umbau der ehemaligen Stamina war für die Entwicklung der acrotonen Unterfamilien (Abb. 27,1-3) entscheidend. Die Staminodien (Auriculae) der basitonen Unterfamilie *Orchidoideae* haben hingegen keine Weiterentwicklung erfahren. Die Verkleinerung und die Reduktion von Organen (Oligomerisation) erhöht den Organisationsgrad der Blüte durch neugeschaffene Funktionen. In unserem Fall führt die Staubblattreduktion oder der Umbau der Stamina zu dem orchideentypischen Labellum, dem die *Orchidaceae* ihre blütenbiologische Sonderstellung im Pflanzenreich verdanken.

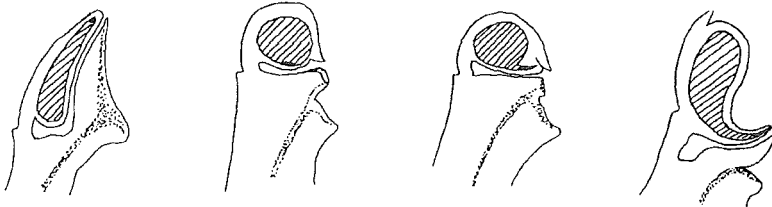


Abb. 27/1-4: Schematische Längsschnitte:
Neottiioideae, Epidendroidae, Vandoideae, Orchideae

Die Pollinien, die bei den *Liliiflorae* gleichmäßig in den Theken verteilt sind, erfahren in der Orchideen-Evolution eine ganz wichtige Veränderung. Die Pollinien werden durch die Bildung eines typischen Orchideenpollenkittes (Elastoviscin) zusammenhängend paketiert und erfahren eine Formatierung (für die sich der Begriff einer Keule die sich bei den Basitonae nach unten, bei den Acrotonae nach oben verjüngt, aufdrängt), bei der die Basis der Anthere (Basitonie; Abb. 27,4) mit dem Rostellum und seinen Organen in Verbindung tritt. Oder aber es tritt die Antherenspitze, in unserem Vergleichsbild ist es der Keulengriff, mit dem Rostellum und seinen Organen (Acrotonie; Abb. 27,1-3) in Verbindung. Dieser Unterschied in der Pollinienverbindung mit dem Rostellum ist das stärkste Argument gegen die Zusammenlegung der *Orchidoideae* (deren wichtigstes Merkmal die Basitonie ist) mit der Unterfamilie *Spiranthoideae*. Ein wichtiges Merkmal der basitonon Orchideen ist auch die aufrechtstehende Anthere, die auf einem sehr massiven Sockel ruht. Eine Ausnahme bilden die Triben *Diseae* und *Satyriaceae*, bei denen die Anthere um 90° oder 180° gekippt wird. Die acrotonen Orchideen besitzen aber eine zum Rostellum geneigte Anthere, die deutlich gestielt (filamentiert) ist. Bei den höheren Unterfamilien, den *Epidendroideae* und den *Vandoideae*, kommt es dann zu einer erweiterten Abwinkelung der Anthere und zu einer operculaten (deckelartigen) Auflage derselben (die aber nur eine Abwandlung des acrotonen Bauplanes ist) im Klinandrium. Die Anthere kann durch diese Neigung nicht nur mit ihrer Spitze mit dem Rostellum in Kontakt kommen. Es kann auch die Antherenmitte (Mesotonie) mit dem Viscidium oder dem Rostellum in Berührung kommen. Nach Untersuchungen von H. KURZWEIL ist die Anthere in frühen ontogenetischen Stadien immer aufrecht. Für die "neotiid orchids" hat F. RASMUSSEN die differenzierte Pollenverteilung in den Theken beschrieben: Hypoventricos, epiventricos oder amphiventricos. Das heißt, daß die Pollenmassen entweder an der Basis oder an der Spitze der Anthere konzentriert sind oder gleichmäßig (amphiventricos) verteilt werden. Zur Acrotonie gehört auch die Bildung eines Klinandriums (Pollenschüssel), auf das wir bei der Besprechung des Gynoeceums noch zurückkommen. Die Situation bei den *Cypripedioideae* ist eine andere, weil die Antheren quer zur Blütenachse befestigt sind. Der Pollen ist schon in der Knospe von schmieriger, zähflüssiger Beschaffenheit und besteht auch aus Elastoviscin. Hier ist keine Formatierung in Keule und Stiel zu finden. Nur noch bei den *Asclepiadaceae* finden wir ähnliche Pollinarien mit Klebkörpern und Translatoren, die den Pollinienabtransport durch die Besucher garantieren.

Das Gynoeceum

1. Der Griffel und die Narbe müssen, wenn wir von einer Liliifloraablüte ausgehen und deren Wandel in eine Orchideenblüte nachvollziehen wollen, zuerst unter das Antherenniveau gesenkt und in der weiteren Folge durch zentrifugale Bewegungen

an die Blütenfront gebracht werden. Durch diese Narbenbewegung aus einer terminalen Lage in eine $\pm 90^\circ$ abgewinkelte Position, die damit zur Frontalisation führt, kommt es auch zur Funktionsteilung des trimeren Stigmas. Dieses besteht aus zwei fertilen Narbenlappen und dem nur teilweise fertilen Rostellum, das im Laufe der Entwicklung viele neue Organe hervorgebracht hat.

2. Das Rostellum, der unpaarige Narbenlappen, der im unteren Teil fertil ist (wie dies BRIEGER mit wenigen Ausnahmen festgestellt hat), entwickelt neue Organe wie *Viscidium*, *Hamulus*, *Tegula*, *Stipes* und andere Einrichtungen. Die *Neottiinae* (*Listera* und *Neottia*) entwickeln sogar eine Schußvorrichtung im Rostellapparat. B. VERMEULEN hat in einer grundlegenden Arbeit (The different structure of the rostellum in *Ophrydeae* and *Neottieae*) auf die Rostellumunterschiede bei den Basitononen und Acrotonen aufmerksam gemacht. Nur bei den Acrotonen (*Neottiodeae*, *Epidendroideae* und *Vandoideae*) ist der dritte Narbenlappen als Rostellum ausgebildet. Die *Orchidoideae* hingegen besitzen eine dreiteilige Narbe und das Rostellum ist ein neues Organ. Eine entwicklungsgeschichtlich unerwartete Heterochronie haben H. KURZWEIL bei *Huttonea pulchra* (*Ochidoideae*) und F. RASMUSSEN bei *Wulfschlaegelia calcarata* (*Neottoideae*) festgestellt. In frühen ontogenetischen Stadien wird zuerst das mediane Karpell (Rostellum) und dann erst die lateralen Karpelle (Stigmalappen) entwickelt. Da das Rostellum mit seinen Organen entwicklungsgeschichtlich jünger ist, müßte das Rostellum nach einem phylogenetischen Grundgesetz erst nach dem Stigma ausgeformt werden.

3. Das Stigma besteht aus zwei Narbenlappen, die meistens miteinander verschmolzen sind. Bei den *Physurinae* aber kommt es zur Unterteilung in die *Haplostigmata* mit zwei verschmolzenen Narbenlappen und den *Diplostigmata* mit zwei getrennten Narbenlappen. Das Stigma ist bei den Orchideen von feuchter Beschaffenheit, während bei den *Aspargales*, die die eigentlichen Orchideenvorläufer darstellen, häufig trockene Narben vorkommen.

4. Das Klinandrium, das nur bei den acrotonen Orchideen vorkommt, ist in dem Raum entstanden, der durch die zentrifugale Bewegung des Griffels zwischen Anthere und Rostellum freigeworden ist. Das Klinandrium wird seitlich von den Staminodien A1+A2 gebildet und in der Mitte von einer Leiste, der Carina styliidii (Abb. 28), durchzogen, die der Griffelast ist, der das Rostellum trägt. Die beiden anderen Griffeläste, die die beiden Narbenlappen tragen, sind z. B. bei der Gattung *Pterostylis* zu sehen. In dieser Gattung ist das Stigma vom Rostellum sehr weit

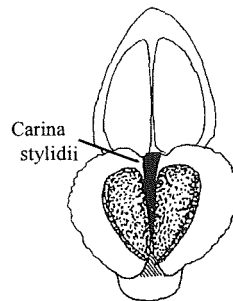


Abb. 28: Carina styliidii

entfernt, wodurch die Griffeläste deutlich zu erkennen sind. *Pterostylis* (Abb. 26,1) ist auch durch eine besondere Ausbildung der Staminodien, die einen Fangkessel innerhalb der Säule bilden, gekennzeichnet. Durch diese blütenbiologische Raffinesse ist der Artenreichtum dieser Gattung zu erklären. Bei *Gastrodia sesamoides* befindet sich das Stigma an der Säulenbasis. Das Rostellum geht als schmaler Gewebestreifen von dieser Basis aus und reicht mit seinem lippenartigen Viscidium bis unter die Anthere. Dies ist das längste Rostellum, das man in der Familie kennt. Das Klinandrium ist sehr tief und geht bis zur Säulenmitte (dies ist auch ein einmaliges Merkmal). Das Antherenfilament geht auch bis zur Säulenbasis, was ein sehr seltenes Merkmal ist. Die mehrteiligen Staminodien erreichen gleichfalls die Säulenbasis und zeigen am oberen Säulenrand gezackte Strukturen. Zusammenfassend ist zu sagen, daß das Klinandrium und die Carina stylidii zwei wichtige Organe sind, die die sichere Pollenlagerung bewirken und auch den Abtransport der Pollinien garantieren.

Frontalisation

Die Frontalisation - das ist die Sichtlinie der Bestäuber zu den reproduktiven Organen - kommt durch folgende Veränderungen (im Vergleich zu einer *Lilijflorae*-Blüte) zustande: Fünf Stamina werden umgebaut, zwei davon A1+A2 bilden die seitlichen Klinandriumverschlüsse, drei Stamina A1+A2 und eventuell B3 werden in das unpaarige Petalum eingebaut und beteiligen sich in der Gestaltung des Labellums. Das fertile Stamen, das sich auch in der Sichtlinie befindet, lagert die Pollinien im Klinandrium. Das Stigma und das Rostellum, die sich nahe der Lippe befinden, haben an der Frontalisation einen bedeutenden Anteil, da sie sich gleichfalls in der Sichtlinie befinden. Bei *Achineottia pantlingii* (Abb. 29) sieht man die deutliche Trennung des Stylusblocks vom Androeceum, und der Stylus mit der dreiteiligen

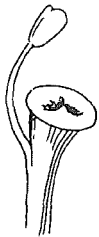


Abb. 29: *Archineottia pantlingii*

Narbe nutiert schon in Richtung Blütenfront. Bei *Neottia* hingegen sieht man schon die deutliche Narbendifferenzierung in zwei Lappen und einem Rostellum, womit der Frontalisationseffekt gegeben ist. Bei *Epipactis muelleri* sieht man eine umgekehrte Tendenz. Es kommt zu einer Rückwärtsbewegung von Narbe und Rostellum in eine terminale Position (genetische Erinnerung an einen Zustand z. B. bei *Archineottia*), wobei das Klinandrium vollständig überwachsen wird und nur als schmaler Spalt nachweisbar ist. Auch die beiden Blütenblattkreise der *Lilijflorae* haben in der Orchideenblüte einen bedeutenden Wandel durchgemacht. Bei den *Lilijflorae* sind sie \pm flach unter dem Griffel ausgebreitet, bei den Orchideen kommt es zur Petaloidie,

Labellumbildung und durch die Stellung des dorsalen Sepalums zu einer Schutzfunktion für die reproduktiven Organe. Außerdem ist die plastische und farbliche

Attraktivität bei den Orchideen durch die Labellumbildung bedeutend gesteigert. Die Blütenblätter haben neue Funktionen im Dienste der Frontalisation übernommen. Mit all diesen Veränderungen im Blütenbau (Reduktionen, Organneubildungen in Verbindung mit neuen Funktionen) begann der evolutive Aufstieg der *Orchidaceae*, womit sie zur größten und erfolgreichsten Monokotylen-Familie wurde. Wichtig für den Erfolg der Familie war auch die Microspermie, die zu einer schnellen und weitreichenden Verbreitung geführt hat.

Apostasiaceae

Die Zusammenfassung der Orchideentypica ermöglicht uns, ein Problem in Angriff zu nehmen, das die Botaniker seit 170 Jahren beschäftigt: Die Beziehung der *Apostasiaceae* zu den *Orchidaceae*. Die *Apostasiaceae*, von vielen Autoren als Unterfamilie *Apostasioideae* klassifiziert, werden in der Folge mit dem Orchideencharakteristika, vor allem der *Neottioideae*, verglichen. Aus den Zeichnungen ist der entwicklungsgeschichtliche Gradient (Antheren- und Narbenentwicklung) innerhalb der Gattungen der Familie zu erkennen. *Neuwiedia* (Abb. 30,1) hat drei fertile Antheren, *Apostasia* (Abb. 30,2-3) zwei fertile Antheren und ein Staminodium und bei *Adactylus* (Abb. 30,4) sind nur noch zwei fertile Antheren zu erkennen. Bei *Neuwiedia* ist das Stigma dreiteilig, bei *Apostasia* zwei- bis dreiteilig und bei *Adactylus* undeutlich zwei- bis dreiteilig oder sogar zu einem Konus verwachsen. Diese Unterschiede haben P. BURNS-BALOGH und V. A. FUNK veranlaßt, eine eigene Unterfamilie *Neuwedioideae* (wegen der drei fertilen Antheren) zu begründen. Die folgende Aufstellung zeigt die großen Unterschiede zwischen den *Apostasiaceae* und *Orchidaceae* auf.



Abb. 30/1: *Neuwiedia* inne



Abb. 30/2: *Apostasia odorata*



Abb. 30/3: *Apostasia odorata*

Abb. 30/4: *Apostasia elliptica*
(*Adactylus*)



1. Der Griffel und die Narben überragen die Stamina beträchtlich. Bei den Orchideen ist es umgekehrt.
2. Stylus- und Narbenbewegungen in Richtung Blütenfront sind wie bei den Orchideen nicht oder kaum zu erkennen.
3. Das Ovarium ist noch dreifächerig, während sich bei den Orchideen durchgehend uniloculare Ovarien vorfinden.
4. Axile Placentation gibt es auch bei den Orchideen, aber nur bei den *Epidendroideae* in den Gattungen *Epistephium*, *Clematepistephium* und *Lecanorchis* und bei den primitiven *Cypripedioideae* in der Gattung *Selenipedium*.
5. Es kommt zur Reduktion der Narbenzahl. Bei den Orchideen aber ist die Weiterentwicklung des dritten Narbenlappens, des Rostellum, mit neuen Organen wie Viscidium, Hamulus, Tegula und Stipes von entscheidender Bedeutung.
6. Für eine Labellumentwicklung gibt es wohl Ansätze (nach DARWIN werden die ablastierten Stamina A1+A2 in das unpaarige Petalum eingebaut). Es findet aber keine deutliche Ausprägung in Form und Farbe statt. Es fehlt ein deutlicher Substanzgewinn, wie wir dies von den Orchideen kennen, bei denen die Stamina A1+A2 und eventuell B3 eingebaut werden.
7. Die Stamina zeigen keine zentrifugale Neigung in Richtung Blütenfront. Sie stehen meistens sogar aufrecht unterhalb der Narbe.
8. Der Pollen ist trocken, entwickelt kein Elastoviscin, ist monadisch und weist keinerlei Formatierung (Keulenbildung) auf.
9. Die Antheren-Loculi (Abb. 30,3) sind verschieden lang. Dabei handelt es sich um ein Merkmal, das wir bei den Orchideen nicht finden, weil es die Präzision des Pollinien-Anheftung gefährden könnte.
10. *Neuwiedia* mit der Chromosomenzahl mit $2n = 144$ hält F. EHRENDORFER für eine uralte Paläoploide, die von einer diploiden Stammgruppe herkommt. Neue Untersuchungen ergeben für *Apostasia* $2n = 44$ und für *Neuwiedia* $2n = 96$. Die Basiszahl ist wahrscheinlich 12.
11. Gefäße sind bei *Adactylus* im Stamm vorhanden, was bei den Orchideen ein sehr seltenes Merkmal ist.
12. Bei *Neuwiedia inne* (Abb. 30,1-2) sind die Antherenfilamente zu einer dreizinkigen Gabel verwachsen. Bei den Orchideen hingegen sind die zusätzlichen Stamina bei triandrischen Formen, die als Vergleich herangezogen werden, immer frei.

Die Petalen sind stark gekielt und filzig behaart, die Knospen sehr schwer zu öffnen, wie man dies auch bei *Eriaxis rigida*, einer primitiven terrestrischen *Vanillinae*-Art aus Neukaledonien, die in macchienartigen Gesellschaften bei 40 ° Lufttemperatur gedeiht, feststellen kann. Die *Apostasiaceae* sind ein gutes Beispiel für eine extreme Abwandlung des *Liliiflorae*-Bauplanes. Man kann sagen, daß sich die *Apostasiaceae* vor allem wegen der Narbenevolution gegenteilig zu den *Orchidaceae* entwickelt haben.

Das Hauptargument der Befürworter, die die *Apostasiaceae* in die *Orchidaceae* aufnehmen, ist das Merkmal der Diandrie (die es durchgehend gar nicht gibt, da *Neuwiedia* drei Stamina hat). Das bedeutet, daß bei *Apostasia* die paarigen Stamina des inneren Staubblattkreises fertil sind und auch ein Staminodium (das ehemalige unpaare Staubblatt des äußeren Kreises) vorhanden ist. Dieses Merkmal weisen auch die *Cypripedioideae* auf. Daraus hat man eine nahe Verwandtschaft mit den *Apostasiaceae* konstruiert. Die Diandrie ist auch bei *Diplandrorchis* vorhanden. Die Stamina-Reduktion, wie wir sie bei diesen beiden Unterfamilien vorfinden, ist aber bei den *Liliiflorae* eine häufig vorkommende Entwicklungsrichtung. Ein gewichtiges Argument für eine Vereinigung der *Apostasiaceae* mit den Orchideen ist das Vorkommen der Silizium-Zellen (Stegmata) die bei den meisten Orchideen wie auch den *Apostasiaceae* an den Leitbündeln erscheinen. Diese Siliziumzellen sind weder bei den *Liliales* noch bei den *Asparagales* anzutreffen. Nur noch die *Zingiberales* besitzen diese Siliziumzellen. Bei den *Marantaceae* (*Zingiberales*) *Hypselodelphys poggeana* finden wir, um noch einige ihrer Charaktere aufzuzeigen, nur mehr ein Staubblatt mit einer Theke. Die anderen fünf Staubblätter sind staminodial entwickelt und bilden die Lippe. Die Laubblätter bei den *Marantaceae* sind parallel fiedernervig. Dies ist ein sehr primitives Merkmal, da die Netzernervigkeit (dies ist die höhere Entwicklungsstufe) das Blatt besser mit Nährstoffen versorgt. Der Fruchtknoten ist ein- bis dreifächerig. Das Stegmata-Argument für die Verwandtschaft der *Apostasiaceae* mit den *Orchidaceae* ist überzeugend. Sollten aber auch bei den *Liliiflorae* Stegmata nachgewiesen werden, ist es entkräftet. Der Entdecker dieser Silizium-Zellen war H. LINK 1849, der grundlegende Arbeiten über die Orchideenwurzel verfaßt hat. Besonders interessant ist es, daß die *Spirantheae*, die *Diurideae* und die *Orchideae* keine Stegmata aufweisen, wohl aber die primitiven *Tropidiinae* und die höher entwickelten *Epidendroideae* und *Vandoideae*. Bei *Cephalanthera damasonium* hat man Stegmata gefunden, bei *Cephalanthera longifolia* keine. Die Schlußfolgerung aus diesen Untersuchungen ergibt, daß ein gemeinsamer Vorfahre der Orchideen diese Siliziumzellen besessen haben muß. Nach den molekularen Daten, wonach die *Asparagales* als Vorfahren der Orchideen favorisiert werden, herrscht nun Erklärungsbedarf, außer man fände bei einer *Aparagales*-Art die Stegmata.

Entscheidend für die Orchideenevolution ist die Narbenentwicklung, die aber bei den *Cypripedioideae* einen anderen Verlauf als bei den *Orchidaceae* genommen

hat. Die Narbe der *Cypripedioideae* ist ebenfalls dreiteilig (ohne Andeutung einer Rostellumentwicklung), ist aber wie bei den *Orchidaceae* frontalisiert und noch deutlich vom Androeceum getrennt, wie z. B. bei *Archineottia*. Bei triandrischen Formen von *Phragmipedium caudatum* var. *lindenii* (Abb. 32,1) ist die Narbe deutlich dreiteilig, wobei der Mittellappen viel größer ist als die beiden Seitenlappen. Die Stamina der *Cypripedioideae* entwickeln einen flüssig-klebrigen Pollen, der von der Narbe so distanziert ist, daß es bis auf drei Ausnahmen in der gesamten Unterfamilie zu keiner Autogamie kommen kann. Diese Situation beleuchtet die offene Frage, ob die speziellen „Orchideenerfindungen“ wie das Elastoviscin aus dem Rostellum entstanden sind oder die Klebstoff-Fabrikation ursprünglich vom Pollen gekommen ist, wie dies die Frauenschuharten ohne Beteiligung des Stigmas zeigen. Bei *Stereosandra javanica* (Abb. 31) ist sogar ein Viscidium an der Antherenspitze (das heißt im Androeceum) entwickelt. Dies ist der einzige Fall in der gesamten Familie. *Stereosandra* wird oft mit *Gastrodia* und *Epipogium* (das nach BRIEGER zu den *Cephalantherinae* gehört) zusammengelegt, womit eine Einreihung in die *Neottioideae* möglich erscheint. Bei *Epipogium* werden auffällige bandartige caudiculae (Abb. 33,1) aus dem sterilen Antherengewebe gebildet.



Abb. 31: *Stereosandra javanica*

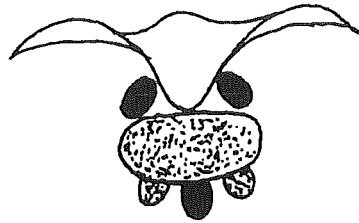


Abb. 32/1: *Phragmipedium caudatum* ssp. *lindenii*

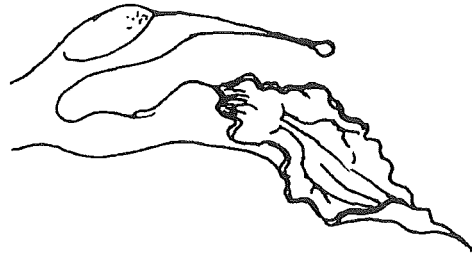


Abb. 32/2: *Tropidia viridi-fusca*

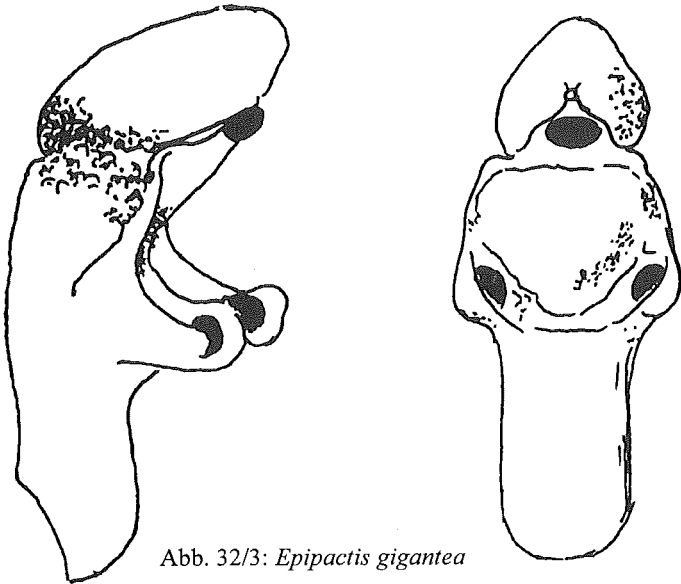


Abb. 32/3: *Epipactis gigantea*

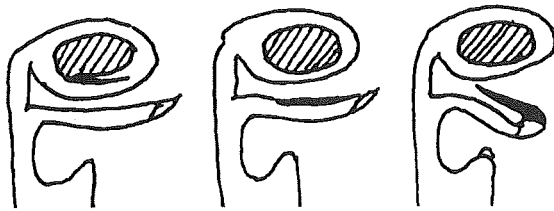


Abb. 33/1-3: Caudicula, Tegula, Hamulus

Bei den *Cypripedioideae* haben Untersuchungen über die Zusammensetzung des Pollenkittes ergeben, daß dieser aus Elastoviscin besteht. Weitere Orchideenmerkmale bei den frauenschuhartigen Orchideen sind die frontalisierte Stamina, das blütenbiologisch wirksame Staminodium und die besondere Lippe, die als Fallenblüte ausgebildet ist. Diese weist zwar eine große Eintönigkeit auf, dafür ist sie aber unglaublich erfolgreich. Die DARWINSche Labellum-Theorie wird durch das triandrische *Phragmipedium caudatum* var. *lindenii* (Abb. 32,1) bestätigt, bei dem bei Reduktion des Schuhs auf petaloide Ausmaße ein drittes Stamen, das mit einem langen Filament versehen ist, entwickelt. Dieses bewirkt eine obligatorische Autogamie, da es mit der Narbenfront in direkte Berührung kommt. In vielen Fällen ist beim Erscheinen der Staminodien oder Stamina A2+A3 oder B3 die Lippe petaloid ausgebildet, ein

Beweis für die DARWINsche Labellumgenese. Die Filamente des Stamen sind bei allen Frauenschuhartigen sehr massiv gebaut und entwickeln einen beweglichen bandartigen Fortsatz, an dem die Antheren befestigt sind. Einen beweglichen Filament-Mechanismus finden wir bei vielen Vertretern der Neottioideae, z. B. bei *Cephalanthera*. Die autogamen *Cypripedium*-Arten sind *C. passerinum*, das sogar im subarktischen Bereich vorkommt und *C. dickinsonianum* aus Mexiko, dessen Autogamie-Mechanismen nicht eindeutig beschrieben wurden. Untersuchungen in situ sind hier dringend nötig.

Im Syndrom betrachtet sind die *Cypripedioideae*, vor allem in der Frontalisation ihrer reproduktiven Organe, mit den anderen Unterfamilien der *Orchidaceae* durchaus vergleichbar, stehen aber in keiner Beziehung zu den *Apostasiaceae*. Die Diandrie ist auch bei *Diplandrorchis sinica* (Abb. 17) vorhanden, die durch die Präsenz des unpaarigen fertilen Stamens des äußeren A3 und des unpaaren fertilen Stamens des inneren Staubblattkreises B3 zustande kommt. Wir müßten auf Grund dieses Merkmals für die monotypische *Diplandrorchis*, die außerdem saprophytisch ist (Saprophyten sind sehr oft autogam und neigen zu Atavismen) einen höheren taxonomischen Rang begründen.

Bevor wir uns endgültig mit *Epipactis* beschäftigen, müssen noch einige primitive Triben und Subtriben vorgestellt werden: Als erste die sehr primitive pantropische Gattung *Tropidia* (*Tropidieae*) mit *Tropidia viridifusca* (Abb. 32,2), bei der das Problem des Hamulus, dem wir bei *Epipactis* wieder begegnen werden, auftaucht. Untersuchungen der Molekularbiologen 1997 haben ergeben, daß die *Tropidieae* den primitiven *Epidendroideae* zuzuordnen sind. Aus der Unterfamilie *Spiranθοideae* wurde die Tribus eliminiert. F. G. BRIEGER hat auch auf die vegetative Übereinstimmung der *Tropidieae* mit den *Epidendroideae-Arethuseae* aufmerksam gemacht, hat aber die Tribus wegen der neottioiden Columnastruktur bei den *Neottioideae* belassen. Alle *Tropidia*-Arten zeichnen sich durch einen primitiven schilfartigen Wuchs mit drahtigen Wurzeln aus. Die besonderen Merkmale (wir haben hier eine der primitivsten Orchideen vor uns), sind folgende:

1. Das an der Spitze zweischienige Rostellum ist riesig entwickelt und übertrifft an Größe die beiden Narbenlappen.

2. Der Hamulus (Abb. 33,3) ist extrem lang und liegt der Carina stylidii auf, die bis unter die Antherenfächer geht. Ob ein mesotoner Zustand vorliegt, ist eine Definitionsfrage, da in unserem Falle der Hamulus mit den Antheren in deren Mitte verbunden ist und nicht wie üblich das Viscidium. Nur für diesen Fall könnte man eindeutig von Mesotonie sprechen. Die Frage nach der Entstehung des Hamulus drängt sich hier auf. Wir kennen ihn nur bei einigen Gattungen. Ist der Hamulus nun ein Relikt

und kann er bei anderen Gattungen als Rudiment nachgewiesen werden? Hamulus-ähnliche Strukturen findet man bei *Liparis loeselii*. BRIEGER meint, daß die Viscidien bei den *Epidendroideae* primitiv sind.

3. Das Viscidium erscheint am zweiseitigen Rostellum als schildförmiger Klebkörper, wie wir dies auch bei den spiranthoiden Orchideen sehen.

4. Die beiden getrennten, kugeligen Narben sind von der Achse stark abgewinkelt und auf zwei Stylusästen gelagert, die unter der Narbe deutlich zu erkennen sind. In jungen Stadien stehen die beiden Narben jedoch aufrecht. Das Rostellum und die Narben sind wulstig umrandet, wie wir dies auch bei spiranthoiden Orchideen finden.

5. Es wird ein unansehnliches flaches Klinandrium gebildet, das seitlich vom Rostellum und nicht von den Staminodien eingegrenzt wird, da diese Staminodien, die im Normalfall die seitlichen Wände bilden, kaum entwickelt sind. Bei der nahe verwandten *Corymborkis* aber sind die Staminodien, die das Klinandrium eingrenzen, sehr schön entwickelt. Bei *Anoectochilus imitans* (Neukaledonien) finden wir ähnliche Klinandriumverhältnisse wie bei *Tropidia*.

6. Eine kräftige Carina stylidii (dies ist der Griffelast des Rostellums) ist zu erkennen, die firstartig die Säulenoberfläche zwischen Anthere und Rostellum durchzieht.

7. Das Antherenfilament ist sehr kurz und weist einen fadenförmigen Fortsatz auf, der sehr leicht abreißt.

8. Der Sockel, auf dem das fertile Stamen mit einem dünnen, schwachen Filament befestigt ist, besteht entweder aus Filamentgewebe oder es ist staminodialer Herkunft. Dieser Zweifel ergibt sich bei Untersuchungen dieser Strukturen oft.

9. Der Konnektivfortsatz ist geschnäbelt und harmonikaartig gefaltet, wie wir dies auch bei *Cryptostylis* finden.

10. Die Petalen und das Labellum sind gewellt wie bei *Himantoglossum* oder *Microtis*.

11. Die stylare Columna entwickelt sich in der Ontogenese erst nach der staminalen Columna, die in diesem Stadium schon eine beachtliche Größe erreicht hat. Entwicklungsgeschichtlich ist dies verständlich, da die besonderen orchideentypischen Narben und vor allem deren Organe erst im Laufe der Weiterentwicklung entstanden sind.

Wir kommen nun zur Heterobathmie. Das heißt, daß in ein- und derselben Gruppe die Differenzierung eines Merkmalbereiches gegenüber der Ausgangssippe beschleunigt oder verlangsamt sein kann, so daß primitive und abgeleitete Merkmale zusammen vorkommen können. Dies ist der Fall beim Hamulus von *Tropidia* (Abb. 32,2; von dem wir nicht wissen ob er primitiv ist; in allen anderen Merkmalen ist *Tropidia* sehr ursprünglich), der besonders schön entwickelt ist. BRIEGER hält bei den *Epidendroideae* die Vertreter mit Viscidien für primitiv. Das würde in unserem Falle besagen, daß der Hamulus ein ursprüngliches Organ ist, das bei anderen Arten einer Gattung ablastiert oder rudimentiert wurde. Eines der vielen Beispiele, in denen alte und primitive Merkmale gemeinsam vorkommen, ist der Calyculus (Außenkelch), der nur bei den Gattungen *Neobenthamia* (Abb. 3; *Vandoideae*, die die höchste Entwicklungsstufe einnehmen) und den Gattungen *Lecanorchis*, *Epistephium*, und *Clematepistephium* (die eine niedere Entwicklungsstufe einnehmen) gebildet wird. *Thelymitra*, eine australische Gattung mit kompliziertem Blütenbau, zeichnet sich durch ein fast radiäres Perianth (ein primitives Merkmal) aus. Das Labellum ist von den Petalen kaum zu unterscheiden. Das Antherenfilament ist mit den riesig entwickelten Staminodien (Mitra) verwachsen. Auffallend ist, daß diese Staminodien (die Mitra) über und hinter dem fertilen Stamen erscheinen. An dieser Stelle sollte kein Staminodium stehen, denn das Stamen A3 des äußeren Kreises schließt die Blüte dorsal nach außen ab. Wenn staminale Substanz an diesem Platze zu sehen ist, kommt dies meist durch seitliche Verlängerungen der Staminodien B1 und B2 zustande.

Tribus Neottieae

Die nächste Tribus *Neottieae* weist drei Subtriben auf: Die *Neottiinae*, die *Cephalantherinae*, zu der auch *Epipactis* gehört, und die *Physurinae* sensu SCHLECHTER und BRIEGER. Die *Neottiinae* sind uns bestens bekannt, weil die Gattungen *Listera* und *Neottia* (namengebend für die ganze Unterfamilie) dazu gehören. Die dritte Gattung ist *Halopogon*, die aber in die Synonomie von *Archineottia* verwiesen wurde. Die Gattung *Archineottia* (Abb. 29) wurde von ihrem Entdecker CHEN-SI zu *Neottia* gestellt. HANDEL-MAZZETTI hat in der Zeit des Ersten Weltkrieges - er wurde in China interniert - einige *Neottia*-Arten beschrieben, die heute zu *Archineottia* gestellt werden. *Listera* und *Neottia* (Abb. 34,1) zeichnen sich durch ein spezielles Rostellum mit einer einmaligen aus Ampullenzellen bestehenden Spritzvorrichtung aus, von der die Blütenbesucher "überfallsartig" getroffen, zu ihrer Pollinationsarbeit gezwungen werden. Die Säule ist deutlich in einen männlichen und weiblichen Teil getrennt. Bei *Listera* ist außerdem eine Gewebepartie um das Staubblatt herum angelegt. Dieses Gewebe ist entweder eine Fortsetzung des Filaments, das wie bei den Staminodien von *Thelymitra* mit dem Staubblatt verbunden ist. Es kann aber auch nur aus staminodialelem Gewebe bestehen, oder es bildet eine Fusion aus beiden Gewebearten. Die

seitlichen Staminodien (B1+B2), die fast bei allen Vertretern der Unterfamilie vorhanden sind, fehlen in dieser Tribus. Bei einer monströsen *Neottia nidus-avis* (Abb. 34,2) aber sind zwei Rostella vorhanden. Außerdem treten zwei zusätzliche Staubblätter auf, die genau dort erscheinen, wo die seitlichen Staminodien zu erwarten sind, nämlich seitlich an der Narbe. E. NELSON hat eine *Neottia* mit den gleichen Merkmalen abgebildet.

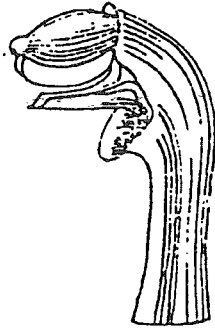


Abb. 34/1: *Neottia tenii*

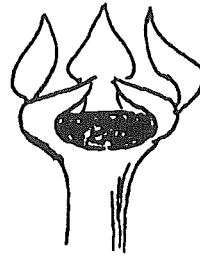


Abb. 34/2: *Neottia nidus-avis* (Atavismus)

Bei *Eulophia andamanensis* hat F. RASMUSSEN bei einer atavistischen Pflanze neben zwei Extra-Antheren auch zwei Tegulae festgestellt. Die Tegula (Abb. 33,2) ist ein hamulusartiges Organ, das auch vom Viscidium ausgeht, wobei noch andere Gewebearten (wie die Rostellum-epidermis) beteiligt sind. Er meint, daß die Entwicklung des Rostellum (das vor den beiden Narbenlappen erscheint) den Impuls für die Antherenbildung darstellt. Ebenso möglich ist eine umgekehrte Deutung. Denn die Anthere ist lange vor der orchideentypisch entwickelten Narbe und deren Organen (die sehr spät erworben wurden) vorhanden gewesen. Bei ontogenetischen Studien an den neottioiden Orchideen hat H. KURZWEIL die Heterochronie zwischen der primordialen Entwicklung des Androeceums und des Gynoeceums bewiesen. Das Androeceum mit dem fertilen Stamen und den Staminodien wird zuerst gebildet. Auf dieses Problem von überzähligen Organen wie bei *Eulophia andamanensis* wird bei den drei Viscidien in der Gattung *Epipactis* zurückzukommen sein. *Neottia* hat aber kein Klinandrium, da das überentwickelte Rostellum diesen Raum komplett einnimmt. Da keine Staminodien entwickelt werden, fehlen auch die seitlichen Klinandriumwände. Die Kladistiker versuchen die *Neottiinae* besonders wegen der gegenständigen Laubblätter von *Listera*, des eigenartig gekrümmten Stamens und des Wurzelsystems, aus dem sproßtragende Adventivwurzeln entstehen, in die Tribus *Spirantheae* einzugliedern. Bei *Archineottia*, die autogam ist, gibt es kein Klinandrium und kein Rostellum, weil die dreiteilige Narbe terminal gelagert ist und noch keinerlei Differenzierung aufweist. Die Lippe bei *Archineottia* ist

fast petaloid ausgebildet. Diese Unterentwicklung der Lippe kommt unerwartet. Wir finden die Petaloidie nur dann vor, wenn Extra-Staminodien wie A1, A2 oder B3, die am Lippenaufbau beteiligt sind, an der Columna erscheinen, wie z. B. bei *Tangisnia*. Die unterentwickelte Lippe ist bei *Archineottia* wie auch die anderen primitiven Merkmale, etwa die terminale Narbenstellung etc., als autogamiebedingte Rückschlagserscheinung zu deuten. Die Autogamie ist immer von allogamen Formen abgeleitet. Bildungsabweichungen wie in diesem Falle zeigen uns Entwicklungsstadien aus der fernen Vergangenheit, wiewohl die bei Autogamie auftretenden Inzuchtdepressionen eine Rekonstruktion der Ahnenform sehr erschweren, falls nicht allogame, "gesunde Arten" aus derselben Gattung zum Vergleich herangezogen werden können. Weitere Atavismen werden uns in der Gattung *Epipactis* begegnen.

Bevor wir uns nun endgültig mit der Gattung *Epipactis* beschäftigen, werden die anderen Gattungen des Subtribus *Cephalantherinae* vorgestellt, vor allem die Gattung *Cephalanthera* (Abb. 35,1) in ihrer Beziehung zur Gattung *Epipactis* (Abb. 35,2-4). Die Pollenbeschaffenheit in der Subtribus ist sehr verschieden. Wir finden Gattungen wie *Cephalanthera* mit monadischem, *Epipactis* mit tetradischem Pollen und bei *Epipogium* sind sogar Massulae vorhanden. WETTSTEIN hat den Versuch gemacht, auf Grund einer sehr zweifelhaften Hybride zwischen *Cephalanthera* und *Epipactis*, der *Epipactis speciosa*, (von der sich WETTSTEIN später distanziert hat), die Gattungen *Cephalanthera*, *Epipactis* und auch *Limodorum* zusammenzulegen. R. SCHLECHTER hat diese Vereinigung mit Recht strikt abgelehnt. Heute staunen wir darüber, daß es in der Natur keine Hybridisierung zwischen diesen Gattungen gibt, obgleich beide in gleichen Biotopen zu Millionen und seit Jahrmillionen nebeneinander stehen. P. STEIN meldete erstmals 1997 künstliche Hybriden zwischen *Epipactis* (Sektion *Megapactis*) und *Cephalanthera*. Es sind dies *Ceph. rubra* X *E. veratrifolia* = *Cephalopactis aurora* und *Ceph. rubra* X *E. gigantea* = *Cephalopactis stella*, die beide in Kew registriert wurden.

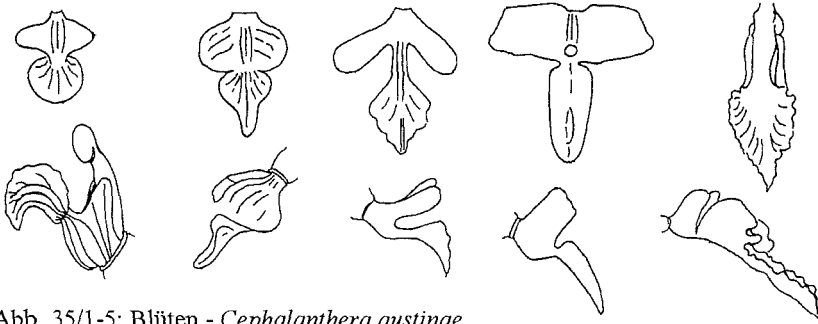


Abb. 35/1-5: Blüten - *Cephalanthera austinae*,
Epipactis gigantea, *Ep. africana*, *Ep. ulugurica*, *Aphyllorchis caudata*

Die Ähnlichkeiten zwischen den Hypochilien von *Cephalanthera* (Abb. 35,1-4) und *Epipactis* (Sektion *Megapactis*) sind verblüffend. Wenn wir uns zuerst dem Hypochil von *Cephalanthera* zuwenden, sehen wir zwei Hypochilflügel, zwischen denen Nektar produziert wird, der auch den Sporn (oder eine Andeutung desselben) hinter den Flügeln ausfüllt. Wir finden in dieser Gattung sowohl gut gespornte als auch nur mit einem Kinn versehene Arten, wie z. B. *Cephalanthera longifolia* var. *gibbosa*. Die entwicklungsgeschichtlich wichtige Tatsache ist die Spornbildung, die dann bei *Limodorum abortivum* einen Höhepunkt erreicht. In den beiden anderen Arten *L. brulloi* und *L. trabutianum* kommt sie aber nur mäßig zum Zuge. Wenn wir die Hypochilien von *Cephalanthera* mit den Hypochilien von *Epipactis*-Vertretern der Sektionen *Atrochilium*, *Cymbochilium* und *Megapactis* vergleichen, so sollen diese drei Sektionen zusammengefaßt werden, da die Unterschiede untereinander nur quantitativ sind. Bei (*Eu*-)*Epipactis* erkennen wir im Gegensatz zu den offenen Hypochilien (die ein primitives cephalantheroides Merkmal darstellen) der anderen Sektionen eine fast geschlossene Nektariumform, die eine gesteigerte Nektarproduktion bewirkt. Es scheint, daß die Seitenlappen sich zu diesem geschlossenen becherartigen Nektarium vereinigt haben. Diese Entwicklung ist anders als bei *Cephalanthera*, bei der diese Hypochilflügel eine Spornbildung eingeleitet haben. Im Säulenbau aber ist *Cephalanthera* deutlich von *Epipactis* zu unterscheiden. Bei *C. rubra* sind neben der Carina stylidii auch die beiden anderen Griffeläste (im Längsschnitt dargestellt) besonders schön zu sehen. Das Rostellum hat noch kein Viscidium entwickelt, das Antherenfilament ist lang und schmal sowie mit einem Fortsatz versehen, an dem die Anthere sogar bewegt werden kann. Die Narbe ist von einem Wulst umgeben und \pm konkav. Die Staminodien gehen bis zur Lippenbasis herunter. Eine offene Frage ist, wie überhaupt bei den *Neottioideae*, ob der dorsale sockelartige Teil des Stamen aus filamentösem oder aus staminodialelem Gewebe oder eventuell aus einer Fusion dieser beiden Texturen besteht. Bei anderen Gattungen ist des öfteren ein Nachweis dieser Fusion gelungen. Die Gattung *Limodorum* mit drei Arten, dem allogamen *L. abortivum* und den autogamen Arten *L. brulloi* und *L. trabutianum*, zeigt die meisten Bildungsabweichungen in der Subtribus, durch die aber viele Phasen der Orchideengenese erklärt werden. Bei der Varietät *polyandrum* von *L. abortivum* werden drei bis vier Antheren entwickelt, oft findet man auch triviscidiale Pflanzen. Manchmal sind wie bei *L. brulloi* auch alle fünf Staminodien vorhanden. Die vielen Monstrositäten führen nicht zum genetischen Tod. Im Gegenteil: Die Gattung ist sehr erfolgreich und weit verbreitet. Die Gattung *Aphyllorchis* (Abb. 35,5) zeigt im Säulenbau viele Ähnlichkeiten mit den Gattungen *Cephalanthera* und *Limodorum*. Die Lippe ist in ein Hypo- und Epichil gegliedert. Das Hypochil besteht aus zwei kleinen aufrechtstehenden Flügeln wie bei *Cephalanthera* und *Megapactis*. Das Klinandrium ist sehr tief ausgeformt und wird von einer breiten Carina stylidii durchzogen. Die Narbe ist konkav.

Neue Gattungen, die provisorisch zur Subtribus Cephalantherinae gezählt werden

Mit der schon vorgestellten Gattung *Archineottia* haben wir Bekanntschaft mit einer Ur-Orchidee gemacht, die, wenn auch autogam, atavistisch eine Zwischenstufe von den *Liliiflorae* zu den *Neottioideae* darstellt. Mit *Tangtsinia nanchuanica*, einer monotypischen Gattung aus Szetschuan, finden wir wieder eine terminale Narbe ohne den Ansatz einer Differenzierung und als besonderes Merkmal fünf Staminodien, die uns zusammen mit dem Stigma eine Ursituation der Orchideengesehe vergegenwärtigen. Wie man sich eine *Liliiflorae*-Blüte mit 2x3zähligen Staminalkreisen rund um das Stigma vorstellt, so wird diese Erwartung bei *Tangtsinia* in der Form von fünf Staminodien und einem fertilen Stamen realisiert. Die Narbe wird im Gegensatz zu einem *Liliiflorae*-Stigma tief und horizontal unter dem einzigen fertilen Stamen gebildet. Die Lippe ist noch den Petalen gleichwertig und nicht differenziert. Die Blütenblätter sind flach ausgebreitet und haben noch keine Schutzfunktion für die reproduktiven Organe übernommen. Nach unserer Definition der Orchideenentwicklung haben wir eher ein lilienartiges Gewächs als eine Orchidee vor uns. Wie verschieden sich der Verlust, die Reduktion oder der Umbau der fünf zu erwartenden Staubblätter zeigen kann, ist am Beispiel der ebenfalls monotypischen Gattung *Diplandrorchis* zu ersehen. Eine eigenartige Diandrie ist das Hauptmerkmal dieser Gattung. Dem uns bekannten fertilen Staubblatt A3 steht das unpaarige fertile Staubblatt B3 (beide intrors orientiert) des inneren Kreises gegenüber. Die Narbe ist terminal gelagert, das Klinandrium und die Staminodien fehlen. Mit *Sinorchis simplex* (Abb. 21), bei der ein zweilappiges apikales Stigma zu erkennen ist, zeigt sich bereits ein Rostellum und zwei lineare Staminodien neben den Narben. *Thaia saprophytica* hat unter der Narbe eine von der Säule abgewinkelte zungenartige Struktur, die vielleicht als Staminodium gedeutet werden kann. Diese Struktur ist abwärts gerichtet, während in den meisten Fällen beim Auftreten des Staminodiums B3 dieses aufwärts gerichtet ist. Ähnlichkeiten zu *Limodorum brulloi* und *Limodorum trabutianum* sind vorhanden. Es fehlt allerdings bei *Thaia* die Lippendifferenzierung in ein Hypo- und Epichil. Bei *Stigmatodactylus paradoxa* (Abb. 20) ist auch eine von der Säule rechtwinklig abstehende Struktur unter der Narbe zu erkennen, die wahrscheinlich das Staminodium B3 ist. Bei *Petalochilus saccatus* (Abb. 24) sind die Staminodien B1+B2 unter der Narbe bogenartig durch das Staminodium B3 verbunden. Bei *Didimoplexis* und *Didimoplexiella* findet man zwei auffallend geflügelte, nach vorne verlängerte und abwärts gerichtete Staminodien unter der Narbe. Bei *Adenochilus nortonii* (Australien) findet man unter dem Stigma eine bis zum Säulengrund gehende leistenartige Struktur, die von BRIEGER, der nur Herbarmaterial untersucht hat, als Drüse gedeutet wurde. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist dieses Gebilde wie auch die infrastigmatischen Platten, die bei den ONCIDIEAE häufig zu finden sind, stylarer Natur. Stylodien sind stylare Bildungen, die in vielen Familien entwickelt werden. Die Krokusblüte z. B. zeigt stark zerteilte Griffeläste. Eine gene-

relle Untersuchung stylarer und staminaler Gewebe, die für phylogenetische Aussagen wichtig wäre, wird in einer weiteren Arbeit durchgeführt werden. Die Narbe ist wulstig umrandet, deutlich zweiteilig und ähnelt in der Gestalt der *Pterostylis*-Narbe, nur mit dem Unterschied, daß die beiden Narbenteile schräg auseinandergezogen sind (bei *Pterostylis* sind die Narben parallel gelagert). Das Rostellum ist gut entwickelt und weist zwei Viscidien auf, die in der Mitte durch einen Bogen verbunden sind. Die Doppelviscidien waren bisher in der Unterfamilie *Neottioideae* noch nicht bekannt. Die Staminodien gehen von der Columnabasis bis über die Anthere hinaus und sind mehrteilig angelegt. Wir finden die Anthere auch seitlich von staminodialer Substanz umwallt. Die Gattung *Adenochilus* bildet keine Wurzelknollen aus, sondern entwickelt ein Rhizom mit fleischigen Wurzeln. *A. nortonii* ist an Feuchtbiootope gebunden und scheint sich vegetativ zu vermehren. In den Blauen Bergen (New South Wales) habe ich diese Art unter Wasserfällen gefunden. Die Lippe ist wie bei *Megastylis* oder *Caladenia* mit vielen Drüsen versehen, was für die Orchideenflora Gondwanas typisch ist. Das Doppelviscidium ist nur bei den *Epidendroideae* in den Subtriben *Glomerinae*, *Podochilineae* und *Liparidinae* bekannt. Ein weiteres Problem ist die geheimnisvolle, unterirdisch blühende australische Gattung *Rhizanthella*, mit *Rh. gardneri* und *Rh. slateri* (die ich südlich von Sydney beobachten konnte), die nach P. BURNS-BALOGH mit *Cephalanthera* verwandt ist. Zu beachten ist, daß hier eine *Cephalantherinae* (die eigentlich nur in den *Fagus*-Gebieten der Nordhemisphäre vorkommen) die *Nothofagus*-Zone der Südhemisphäre erreicht hat. Die Subtribus *Cephalantherinae* ist, wenn wir *Tangtsinia*, *Diplandrorchis*, *Sinorchis*, *Rhizanthella*, *Epipogium* (die wahrscheinlich aus der Subtribus ausgegliedert werden muß) und *Thaia* dazuzählen, ein Problemfeld, in dem sich die meisten entwicklungsgeschichtlichen Sphynxen befinden. Die *Limodorinae* (sensu BENTHAM) entsprechen unseren *Cephalantherinae*, beinhalten aber noch die Gattung *Lecanorchis*, die zu den *Vanillinae* zählt. Nach den molekularen Daten wurde diese zwischen den apostasioids und cypripedoids eingereiht. Für uns Europäer ist es ein Glück, daß viele Vertreter dieser rätselhaften Subtribus, in der viele Entwicklungslinien zusammenlaufen, in unseren Breiten vorkommen.

Die Subtribus Physurinae

Die Subtribus *Physurinae*, die in die Gattungsreihe *Diplostigmata* mit zwei Narben (primitives Merkmal) und in die weiterentwickelte Gattungsreihe *Haplostigmata* (eine Narbe) zerfällt, kann wegen des enormen Umfangs nicht umfassend vorgestellt werden. Nur *Ludisia discolor* (Abb. 36), wird in der Folge eingehend besprochen werden. Die *Physurinae* zeichnen sich durch besondere staminodiale und blütenbiologische wirksame Bildungen aus. In vielen Gattungen, die ich untersucht habe, ist ein Hamulus oder eine Tegula vorhanden. F. RASMUSSEN hat neben dem

Hamulus auch die Tegula entdeckt. Die Tegula ist ein dem Hamulus ähnliches Organ, das jedoch nicht wie dieser nur aus viscidialem Gewebe besteht. Gewebeschichten der Columna sind an der Bildung dieses Organs ähnlich wie beim Stipes der höheren Unterfamilien *Epidendroideae* und *Vandoideae* beteiligt. Bei der Tegula von *Haeteria* ist auch das von den Massulae produzierte Viscin beteiligt, das die Verbindung mit der Tegula garantiert.



Nun folgt eine Übersicht über die Gattung *Epipactis*.
Deren Verbreitung findet sich auf der Weltkarte der Fagaceae (Abb. 37).

Abb. 36: *Ludisia discolor*

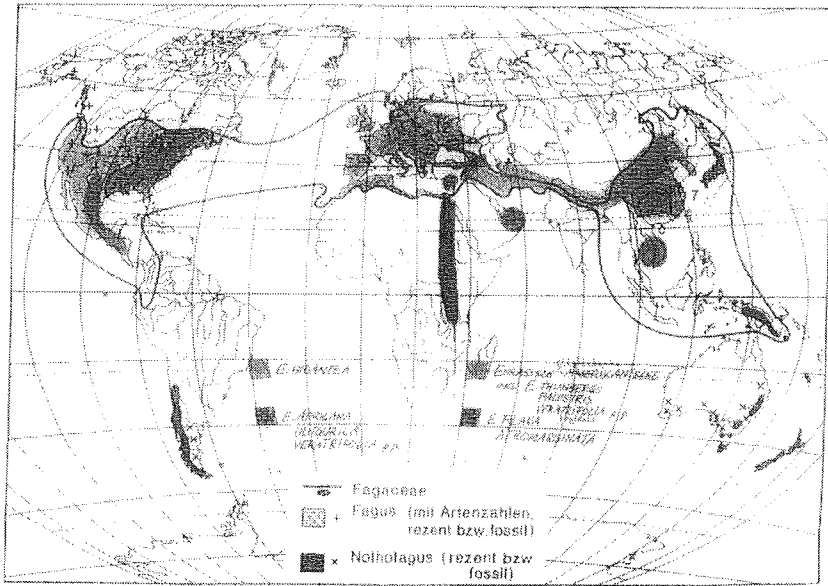


Abb. 37: Verbreitungskarte der Fagaceae

Die Fagaceae

Die Buchengewächse, auf dieser Karte in *Fagus* (nordhemisphärisch) und *Nothofagus* (südhemisphärisch) untergeteilt (sowohl rezent als auch fossil dargestellt), existieren

seit ungefähr 90 Mio. Jahren (dies ist durch Fossilfunde belegt). Sie waren und sind als Landbiomasse wohl unübertroffen. Was uns daran besonders interessiert, ist die Tatsache, daß die Orchideen vor ca. 65 - 85 Mio. Jahren entstanden sind und in dieser Buchengemeinschaft immer vertreten waren und heute noch vertreten sind. Diese Lebensgemeinschaft der Buchenwälder ist uralt. In einer anderen Arbeit habe ich mich mit den vielen Saprophyten sowohl unter den Orchideen (viele der hier behandelten Gattungen gehören auch dazu) als auch in anderen Familien, wie z. B. in den Gattungen *Paris*, *Pyrola*, *Monotropa* etc. (die letzte Gattung ist eigentlich ein *Fagus*-Saprophyt, die mit der manchmal auch unterirdisch blühenden Art *Monotropa hypophegea*, in Mexiko und Burma ihre Südverbreitung erreicht) beschäftigt. Saprophytismus ist immer mit Mykorrhiza verbunden, und die Buchenwälder bilden das geeignete Substrat für die meist basiphilen Pilze. Die Orchideen-Mykorrhiza ist etwas Spezifisches und kommt nahe an den Parasitismus heran, den es bei den übrigen Monokotylen überhaupt nicht gibt. Auffallend ist bei den Orchideen, daß sie neben Fungistatika auch Mittel gegen pflanzliche Parasiten entwickeln. Parasiten aus der Familie *Scrophulariaceae* bevorzugten - experimentell von H. Chr. WEBER (Marburg) nachgewiesen - vor die Wahl gestellt, Orchideen zu attackieren oder den Freitod zu suchen, letzteres. Die ökologische Monotonie unserer Buchenwälder (*Fagus silvatica*, *Carpinus betulus*, im Süden *F. orientalis* und *C. orientalis*) wird nur vom Substratwechsel und der wahrscheinlich damit verbundenen unterschiedlichen Mykorrhiza unterbrochen, da die Buche sowohl basische als auch saure Bodenarten ertragen kann. Ausnahmen gibt es im Pamir, wo der Buchenwald teilweise durch *Juniperus*-Arten ersetzt wird. In der italienischen Serra findet man auch die Buche in der Minderzahl gegenüber Tannen und der kalabrischen Kiefer. Dies ist die Heimat von *E. aspromontana* und *E. schubertiorum*. *E. dunensis* und *E. phyllanthes* z. B. haben sich ebenfalls in den Pineten (meist adventiver Herkunft) der atlantischen Küsten angesiedelt. Auch die Zoologen sind von diesen alten Lebensgemeinschaften, deren Vertreter auf Buchenbiotope spezialisiert sind, überzeugt. Die Schädlingsfauna der *Fagaceae* unter Einschluß von *Nothofagus* weist auf eine sehr lange Spezialisierung hin. Die primitive Unterfamilie der Frauenschuhartigen ist auch zum Großteil in *Fagus*-Wäldern anzutreffen. Es muß allerdings eingeräumt werden, daß die *Cypripedioideae* wahrscheinlich in einem gemeinsamen Tropenbereich Asiens und Amerikas entstanden sind. Die ursprünglichen Paphiopedilen sind nämlich tropischer Herkunft. Aber auch in diesen Tropenbereichen sind *Fagaceae*-Vertreter zu finden. *Paphiopedilum* in Neuguinea erreicht z. B. die *Nothofagus*-Zone. Die Gattung *Cypripedium* ist die jüngste Gruppe der Frauenschuharten, wie dies E. LUCKE durch seine vergleichenden Untersuchungen an den Narbenkanälen der *Cypripedioideae* festgestellt hat, und sie ist auch an *Fagus*-Gesellschaften gebunden. *Goodyera* und *Epipogium* kommen ebenso in beiden *Fagus*-Arten vor. Es scheint das Wiegenlied der ersten primitiven terrestrischen Orchideen in Buchenwäldern erklingen zu sein. Die meisten Orchideen leben heute als Epiphyten. Epiphytismus

ist aber sicher ein abgeleiteter Zustand. Wenn wir wieder einen Blick auf die Weltkarte der *Fagaceae* werfen und auf die Verbreitung von *Epipactis* zurückkommen, erkennen wir, daß die *Fagaceae* (wie auch die *Magnoliaceae*) im Riesenkontinent Afrika weder rezent noch fossil dokumentiert sind. Andere Gondwana-Familien wie die *Proteaceae* sind sowohl in Afrika als auch in Südamerika und Australien vertreten. Afrika ist der Kontinent der basitonen terrestrischen Orchideen mit der Höchstentfaltung der Triben *Diseae* und *Satyriaceae*. Die letzte Tribus ist sogar über die lemurische Brücke bis nach Asien verbreitet. Die Unterfamilie *Neottioideae* ist bis auf *Corymborkis* (pantropisch), *Epipactis* (eurasisch-nordamerikanisch), *Epipogium* (nord- und südhemisphärisch), *Platylepis* (afrikanisch), *Cheirostylis*, *Haeteria*, *Zeuxine* (die letzten drei asiatisch), *Goodyera* (kosmopolitisch), *Maniella* (neotropisch mit westlicher Dispersion nach Afrika) und *Gymnochilus* (endemisch auf den Maskarenen) in Afrika sehr unterrepräsentiert. *Epipogium aphyllum* ist ein Florenelement, das in der Nordhemisphäre sehr verbreitet ist. *Epipogium roseum*, eine autogame Art, erreicht neben Afrika auch das Himalaya-Gebiet und das Gondwana-Areal. Viele neue autogame *Epipogium*-Arten wurden in Indien und Asien in jüngster Zeit gefunden. Diese sind ein Sorgenkind der Systematik. Die so deutliche Bindung von *Epipactis* an die Buchenzone erfährt in Afrika eine Ausnahme. Wir müssen nun das Vorkommen der Gattung *Epipactis* mit den Sektionen *Megapactis* und *Cymbochilium* in diesem Kontinent erklären. Unter Aufrechterhaltung der Buchenwaldtheorie ist darauf zu verweisen, daß die Vertreter der Sektion *Cymbochilium* (mit *E. veratrifolia* und *E. consimilis*, deren Status noch geklärt werden muß, da nach R. SCHLECHTER immer wieder Verwechslungen mit *E. royleana* vorgekommen sind) der Sektion *Atrochilium* (mit *E. palustris*) und der *Megapactis*-Sektion eine auffallende Hydrophilie zeigen. Das heißt, daß das Wasserangebot in ihren Biotopen bedeutend sein muß. Man findet die Vertreter dieser drei Sektionen in Flachmooren, an Rieselhängen, an Bach- und Flußufern, kurzum nach der Formel: Sonne am Kopf und Wasser im Schuh. Aus *E. veratrifolia*, die sogar noch an Wüstenquellen, wie z. B. im Sinai-Gebiet, ihr Dasein fristet, könnten über südliche Wanderwege die Arten *E. africana* und *E. ulugurica* entstanden sein. *E. somaliensis* und *E. abyssinica* sind wahrscheinlich nur Synonyme von *E. veratrifolia*.

Sektion **Megapactis**

Und nun zu den drei Sektionen, die nur quantitativ voneinander zu unterscheiden sind. *E. palustris* (Abb. 4,4; aus der Sektion *Atrochilium*) weist folgende Säulenmerkmale auf: Die Anthere hat eine stumpfe Spitze, das Antherenfilament ist kurz und breit und geht in einen Sockel über, der wahrscheinlich aus staminalem Gewebe besteht. Die gut entwickelten Staminodien überragen das Narbenniveau und bilden die seitlichen Klinandriumverschlüsse. Die Carina stylidii, die weit zurück bis zum

Säulenrücken geht, ist als starke Leiste zu erkennen. Der Hamulus ist als dreieckiges Gebilde mit der Spitze gegen die Pollinien gerichtet, in die er nach dem Aufreißen der Theken eindringt. Die Narbe ist - von vorne betrachtet - deutlich konkav und weist an den Ecken links und rechts eine viscidienartige Figur auf. In manchen Populationen war ein Zähnchen unter der Narbe vorhanden, wie dies H. KURZWEIL festgestellt hat. Diese Zähnchen unterhalb der Stigmaregion stellen meistens das unpaarige Stamen des inneren Staubblattkreises (B3) dar, wie z. B. bei *Limodorum trabutianum* (Abb. 19,1). Manchmal aber sieht man bei *Chloraea*, *Gavilea*, *Tropidia*, *Anoectochilus* und *Pterostylis* unter der Narbe zwei Träger-Strukturen, die wahrscheinlich die beiden Griffeläste (oder deren Sonderbildungen), deren dritter die Carina stylidii ist, darstellen. Stigmatophoren gibt es in der Tribus Habenariinae (*Orchidoideae*). Die Histogenese dieser Gebilde aber ist noch zu wenig erforscht, um sie mit den Narbenträgern der *Orchidoideae*, deren Rostellum organophyletisch anderen Ursprungs ist, homologisieren zu können. Da die Stigmatophoren bei *Habenaria* nur in Zweifzahl vorhanden sind (man erwartet vom *Liliiflorae*-Erbe her drei Narbenträger, weil der Griffel wie auch die Narben trimer sind), ist ihre Homologisierung mit dem Stylus sehr fraglich. Das Viscidium von *E. palustris* ist sehr stark entwickelt und ballähnlich geformt. Die Lippenkonstruktion besteht aus einem offenen Hypochil mit zwei Flügeln und einer Drüsenreihe am Grunde. Das bewegliche Epichil, von höchster blütenbiologischer Bedeutung, zeigt zwei riesige primitive Calli, die kaum gegliedert und apikalwärts nicht verlängert oder gefeldert sind, wie wir dies bei (*Eu-*)*Epipactis* sehen.

Bei *E. veratrifolia* (Sektion *Cymbochilium*) sehen wir morphologisch-strukturell eine völlige Übereinstimmung mit *E. palustris*. Die Unterschiede zwischen beiden Arten sind nur im quantitativen Bereich gegeben, haben aber entwicklungsgeschichtlich eine geringere Bedeutung.

Es folgt nun eine Kurzbesprechung der Sektion *Megapactis*, die in der Grundkonstruktion mit den Vertretern der Sektionen *Atrochilium* und *Cymbochilium* übereinstimmt. Aus diesem Grund sollen sie in einer Sektion vereint werden.

E. gigantea (Abb. 32,3 und 35,2) ist großblütig. Der Pollen ist sehr pulverig und bedeckt den Hamulus meistens schon in der Knospe, die Narbe ist deutlich triviscidial. Als Bestäuber wurden *Syrphiden* beobachtet.

E. royleana ähnelt der *E. gigantea*, und erreicht eine vertikale Verbreitung bis 4000 msm (*E. helleborine* erreicht im Himalayagebiet sogar 4500 msm, was sehr fraglich ist, da das Schwarz-Weiß-Bild von dieser *E. helleborine* von sehr schlechter Qualität ist). Die Blütenbiologie ist verschieden. *Bombus*-Arten wurden als Bestäuber beobachtet, die Narbe ist deutlich triviscidial.

E. flava: tropisch. Die Narbe ist deutlich triviscidial, die Wuchshöhe nur 30-40 cm; Thailand, River Kwai.

E. atromarginata: tropisch, aber bis 80 cm hoch, ähnelt der *E. flava*, zeigt aber weißgrüne und bläuliche Blütenfarben, Narbe deutlich triviscidial; Laos und Vietnam.

E. thunbergii: eine leichte Verrohrung des Hypochils ist festzustellen, was als Andeutung des Mesochils zu bewerten ist, kommt der *E. africana* am nächsten; Japan und Ostasien.

E. ulugurica (Abb. 35,4): es ist nur die Zeichnung einer Lippe bekannt, die deutlich dreiteilig ist (mit breiten Hypochilflügeln ohne Mesochilbildung) und sich dadurch von *E. africana* unterscheidet; Hochgebirge in Tanzania und im ehemaligen Mozambique.

E. africana (Abb. 35,3): von allen bekannten *Epipactis*-Arten durch eine Mesochilbildung verschieden (wodurch die Gründung einer eigenen Sektion zu erwägen ist), die durch eine Verengung des Hypochils hervorgerufen wurde; afrikanische Hochgebirge bis zu 3750 msm; Wuchshöhe bis zu 3 ½ m. Das blütenbiologisch wirksame mobile Epichil (das bei allen *Megapactis*-Arten vorkommt) ist als Primitivum zu deuten. Der umgekehrte Evolutionsgang, daß sich aus dem (*Eu*-)*Epipactis*-Nektarium diese *Megapactis*-Hypochilform entwickelt hätte, ist schon durch die Übereinstimmung mit dem *Cephalanthera*-Hypochil (die Gattung *Cephalanthera* ist eindeutig primitiver als *Epipactis*) abzulehnen. In der Gattung *Aphyllorchis* (Abb. 35,5) sind auch auffallende Hypochilien mit kurzen Flügeln zu finden.

Zusammenfassung der *Megapactis*-Merkmale:

1. Hochwüchsige und große Pflanzen

2. Epichil mit großen, ungegliederten Calli

3. Epichil mobil: Bei *E. helleborine* ist an einem Atavismus eine sehr schmale Verbindung zwischen Epi- und Hypochil gefunden worden, wodurch eine hohe Epichilmobilität wie bei *Megapactis* zu beobachten war. Bei einer anderen *E. helleborine*-Abweichung sieht man zwei ganz einfache, aber riesig entwickelte Calli, wie wir sie von *Megapactis* kennen. Diese beiden Atavismen bedeuten zwei interessante genetische Erinnerungen an die *Megapactis*-Vergangenheit.

4. Die typische offene Hypochilform ist ein sehr primitives Merkmal, wie wir dies bei *Cephalanthera* und bei *Aphyllorchis* finden.

5. Ausgeprägte Hydrophilie

6. Enorme Resistenz gegen starke Insolation.

Im großen und ganzen sind diese Merkmale nur quantitativ abgewandelt und auch bei den Sektionen *Atrochilium* und *Cymbochilium* zu erkennen.

Sektion **Epipactis**

Bevor wir uns nun endgültig der Sektion (*Eu-*)*Epipactis* zuwenden, deren Fülle einerseits wegen der vielen obligaten oder fakultativ autogamen Arten, andererseits wegen der vielen Lusi, Subspezies und Varietäten von *E. helleborine* s.l., systematisch schwer einzuordnen ist, ist zu überlegen, warum z. B. *E. helleborine* in den USA völlig stabilisiert ist und fast keine Varietäten aufweist. Voraussetzung dafür ist, daß *E. helleborine* in den USA autochton und nicht adventiv vorkommt. Durch Beobachtungen erhärtet ist die Ausbreitung von *E. helleborine* in den USA seit dem Jahre 1879. Seit einigen Jahren ist auch *E. atrorubens* in den USA nachgewiesen, wobei es sich nach Beobachtungen von europäischen Botanikern aber nur um eine rotblühende *E. helleborine*-Varietät handeln soll. Die Bestäuber sind wie in Europa unter den Faltenwespen zu finden. Das ist ein Beweis mehr für die Anpassungsfähigkeit dieser Art. I. MÜLLER hat in einer exzellenten Arbeit das Pollenvektorenspektrum analysiert und festgestellt, daß Alkohol unter Mitwirkung von Hefepilzen im Hypochil synthetisiert wird. Sie konnte viele der Bestäuber in einem trunkenen Zustand beobachten, wie dies auch D. SZLACHETKO an *Epipactis*-Sippen an der Ostseeküste gesehen hat. Von diesen konnte er die Hummeln im betäubten Zustand einsammeln. Nach diesen Beobachtungen scheint dieser synthetisierte Alkohol eine blütenbiologisch wirksame Attraktivität zu sein. Ein Beweis für das autochtone Vorkommen dieser Art wäre die Parallele zu *Cephalanthera*, *Listera*, *Cypripedium* (*C. arietinum* in Nordamerika und das sehr nahe verwandte *C. plectrochilum* in China), *Malaxis* etc., die auch ein eurasisch-amerikanisches Verbreitungsbild aufweisen.

Im Gegensatz zu diesem Beispiel der Stabilisierung von *E. helleborine* in den USA müssen wir im eurasischen Raum eine permanente Hybridisierung postulieren, um die unübersichtliche Artenzahl erklären zu können. Nach E. MAIR, einen bekannten amerikanischen Evolutionstheoretiker, kommen bei Hybridisierung Merkmale, die bei keinem der Eltenpaare vorhanden waren, zum Vorschein. Diese neuen Merkmale aber kann man bei anderen Arten der Gattung beobachten. Am Ulrichsberg in Kärnten habe ich hybridogene Heterosis-Pflanzen mit 1,15 m Wuchshöhe gefunden, die schon vor *E. atrorubens* (die als Hybridpartner in Frage kommt) blühen. Als Hybridisierungspartner von *E. helleborine* kommen vor allem die sympatrischen

Arten *E. atrorubens*, *E. purpurata* und auch die vielen autogamen Arten in Frage, die durch Rückkreuzungen aber an morphologischem Profil verloren haben, so daß die Hybridderivate kaum mehr zu erkennen sind. Außerdem können die vielen allogamen Arten, die in letzter Zeit beschrieben wurden, an dieser Hybridisierung beteiligt sein. Von den vielen Arten wurden seit HAGERUP nur wenige karyologisch untersucht, wobei viele Unterschiede festgestellt wurden. Man hat z. B. die triploide *E. atrorubens* ssp. *triploidea* mit $2n = 60$ gefunden. In der Schweiz wurde dieselbe triploide Art von MEILI-FREI gefunden und karyologisch untersucht. Nur DNS-Analysen oder die Elektrophorese könnten, wenn alle Elternarten bekannt sind, Aufklärung bringen. Ökologisch bedingte Einnischungen können auch eine Artenbildung nach sich ziehen. Dies trifft mehr für die Arten der Auwälder und für Arten feuchter Waldgebiete (z. B. *E. greuteri*) zu. Außerdem wurde durch Exkursionen und Herbarstudien in Duschanbe (Tadschikistan) eine weitere enorme Artenentfaltung im Pamir-Gebiet, vorwiegend in *Juniperus*-Wäldern, festgestellt. Dort habe ich viele autogame Arten, die Anklänge an *E. muelleri* und *E. leptochila* und sogar *E. distans* und *E. rechingeri* aufwiesen, gesehen, konnte aber die Studien wegen kriegerischer Unruhen in diesem Gebiet nicht fortsetzen. Im Pontus gibt es *E. helleborine*-Populationen mit violetten Laubblättern, und in Italien bei Alpe di Benedetto finden sich neben *E. muelleri*, *E. leptochila*, *E. neglecta*, *E. gracilis*, *E. meridionalis*, *E. purpurata* und *E. microphylla* auch einige polymorphe *E. helleborine*-Populationen. Im österreichischen Burgenland sind neben einer üppigen Entfaltung des *E. helleborine*-Aggregates, ebenso viele autogame Arten wie *E. greuteri*, *E. gracilis*, *E. nordienorum*, *E. albensis*, *E. voethii*, *E. muelleri* und *E. pontica* und die allogamen Arten wie *E. purpurata* und *E. atrorubens* festzustellen, die allerdings sehr selten mit *E. helleborine* (wegen der unterschiedlichen Standortsansprüche) gemeinsam vorkommen. Interessant ist das Fehlen von *E. leptochila* im Burgenland. Die Wanderwege vieler dieser autogamen Arten dürften vom Karpatenbogen ausgehen und dann über Ungarn, die Slowakei und Tschechien (in diesen Gebieten habe ich noch viele neu zu beschreibende Arten entdeckt) unser Gebiet erreichen. Das ist der Grund, daß *E. pontica*, die in den Karpaten vorkommt, in Italien nicht zu finden ist. Diese Art wurde aber nahe der österreichischen Grenze in Slowenien gefunden, wodurch auch ein südlicher Wanderweg in die Balkanhalbinsel ermöglicht wird. Interessant ist das Vorkommen der autogamen *E. danubialis* und der allogamen *E. guegelii* auf engstem Raume im Donaudelta, in dessen weiterer Umgebung eine auffällige *E. helleborine*-Sippe vorkommt. Es gibt auch Beispiele dafür, daß *E. helleborine* als Nachbar von anderen Arten völlig ausgeschlossen ist, wie z. B. in *E. greuteri*, *E. albensis*, *E. condensata* und *E. troodi*-Populationen. Bei *Epipactis* spielt auch die Phänologie als Kreuzungsbarriere eine große Rolle, weil die Blühsaison von Mitte April bis Mitte November andauert. Eine Vorliebe für Pineten, ähnlich wie sie die *Epipactis*-Arten des Pamirgebietes für *Juniperus* zeigen, haben die Arten *E. distans* (die jetzt wieder in *E. helleborine* var. *orbicularis* umbenannt wurde) in Hochgebirgspineten.

E. phyllanthes und *E. dunensis* z. B. aber sind in Pinus-Anpflanzungen der atlantischen Küsten anzutreffen. In diesen Fällen kommt es vielleicht zu einer Bindung an Pilzsymbionten, die *Pinus*-Arten bevorzugen. Die einzige amerikanische *Cephalanthera*-Art, *Cephalanthera austinae*, ist auch die einzige acidiphile, saprophytische *Cephalanthera*, die ausschließlich Pineten bewohnt. Zu fragen ist, ob die autogamen Arten „Kleinarten“ von *E. helleborine* s. l. sind, wie dies viele Autoren zu erklären versuchen, oder ob wir sie als selbständige alte Arten teils mit Reliktcharakter betrachten wollen. Ein Beispiel für eine Kleinart könnte *E. leptochila* sein, die in den vegetativen Teilen (Laubblattmorphologie) mit *E. helleborine* annähernd vergleichbar ist. Viele allogame Arten wie *E. aspromontana* etc. zeigen aber auch einige vegetative Merkmale von *E. leptochila*. Die *E. renzii* von Nord-Jütland, ist eine autogame Form, die vegetativ mit *E. neerlandica* übereinstimmt und auch deren Areal besetzt. Eigentlich stellt sie ein status-nascendi-Beispiel von beginnender Autogamie dar.

In diesem Zusammenhang müssen wir auch an Klimaverschlechterungen (Eiszeiten etc.) denken, die auf die Entwicklung autogamer Arten einwirken. Wenn man die Klimaverschlechterungen im antarktischen Bereich, der erst seit 20. Mio. Jahren vergletschert ist, in diese Überlegungen miteinbezieht, haben wir eine vielleicht auffallende Parallele zum eurasischen Eiszeitgeschehen. Bei meinen Studien über die Autogamie war es sehr auffallend, daß die patagonischen *Chloraeinae*, die vom Blütenbau her ausgesprochen attraktiv waren - man hätte Allogamie erwarten können - durchgehend autogam sind. Interessant wäre eine Untersuchung an *Ophrys apifera*, ob sie in unwirtlichen Biotopen eher zur Autogamie neigt und der Süd-Nord-Gradient dafür verantwortlich ist. HAGERUP hat dies bei *Cephalanthera rubra* festgestellt, die an ihren dänischen Standorten autogam ist. Bei den patagonischen *Chloraea*- und *Gavilea*-Arten (wie z. B. *Gavilea lutea*, die eine semikleistogame Art ist, die am Beagle-Kanal vorkommt) ist es aber der Nord-Süd-Gradient (Süden bedeutet hier Antarktisnähe) der Autogamie auslöst. Da fast alle patagonischen Gattungen autogam oder fakultativ autogam sind, stellt sich in diesem Falle bei *Chloraea* und *Gavilea* nicht die Frage, ob es sich hier um „Kleinarten“ handelt, die aus allogamen Vorgängern hervorgegangen sind. Autogamie ist natürlich immer von einer allogamen Form abgeleitet. Wenn schon alle patagonisch-andinen Gattungen der Subtribus *Chloraeinae* diese Autogamietendenz zeigen, können wir das eher auf dem viel zusammenhängenderen Gattungsniveau von *Epipactis* erwarten.

Sind eventuell auch die autogamen *Epipactis*-Arten unter ähnlichen Bedingungen (Ausfall von Bestäubergruppen oder Vordringen in unwirtliche Biotope) entstanden? Eine Aufzählung der autogamen Arten in ihren Lebensräumen könnte diese Frage teilweise beantworten: *Epipactis confusa*, *E. phyllanthes*, *E. dunensis* und *E. renzii* besiedeln die atlantischen Küsten. *E. albensis*, *E. fibri* und *E. danubialis* sind

in den Auwäldern der großen Flußsysteme Mitteleuropas vertreten. In hohen Gebirgszügen des mediterranen Raumes und den Mittelgebirgen Mitteleuropas finden wir *E. pontica*, *E. greuteri*, *E. pseudopurpurata*, *E. komorocensis*, *E. placentina*, *E. gracilis*, *E. persica*, *E. troodi*, *E. campeadori*, *E. olympica*, *E. naousaensis* und *E. rhodanensis*, die noch in den Pyrenäen auf 1450 msm vorkommt (etwas höher auf 1500 msm wächst auch *Epipactis gracilis*). Bei *E. gracilis* reicht dann das Verbreitungsgebiet von Asien bis in die Pyrenäen. Zwischen dem westlichsten Fundpunkt in Sardinien klafft dann eine große Lücke bis zu den spanischen Pyrenäen. Noch immer habe ich deshalb die Hoffnung, auch *E. rechingeri*, die im Iran sympatrisch mit *E. microphylla* und *E. persica* vorkommt, in Europa zu finden. In den Mittelgebirgen und im Hügelland ist *E. muelleri*, *E. leptochila*, *E. neglecta*, *E. peitzii*, *E. bugacensis*, *E. meszekensis*, *E. nordeniorum*, *E. voethii* und *E. tallosii* anzutreffen. Von *E. voethii*, von der nur ein Fundort (am Bisamberg im Urstromtal der Donau) bekannt war, wurde 1997 ein Großvorkommen im Burgenland bei Rechnitz (Grenzort zu Ungarn) in einem Mischwald entdeckt. Interessant ist auch das Vorkommen von *E. provincialis*, die die Lavendelheiden der Provence an extrem sonnigen Standorten besiedelt. *E. aspromontana* und *E. schubertiorum*, die mit *Limodorum brulloi* gemeinsam in der Serra vorkommen, zeigen eine Vorliebe für kalkfreie Böden. Die in diesem Gebiet vorkommende *E. helleborine* ist auch einer Introgression unterworfen, wie man das immer wieder bei sympatrischem Vorkommen von *E. helleborine* und anderen Arten feststellen kann. In den Abruzzen, in der auch die seltene orientalische Hainbuche (*Carpinus orientalis*) vorkommt, habe ich 1997 eine an *E. schubertiorum* herankommende basiphile Art gefunden. Vikarianz sieht man bei *E. atrorubens*, die in Spanien von *E. parviflora*, in Griechenland von *E. subclausa* und in Bulgarien von *E. spiridonovii* vertreten wird. Auffallend ist, daß die *E. helleborine* in *E. neerlandica*- und *E. renzii*-Populationen nicht anzutreffen sind. *E. helleborine* bevorzugt trockenere Böden. Es gibt aber Ausnahmen, wie z. B. in einer Population von *E. fibri* (die in Auwäldern an der Rhone zu finden ist), in der eine eigenartige kleinwüchsige *E. helleborine*-Sippe vorkommt. In Wildenstein (Kärnten) gibt es neben der *E. leutei* an Bachufern stehende kleinwüchsige *E. helleborine*-Pflanzen. Hygrophilie ist in der Sektion (*Eu*-)*Epipactis* bei den autogamen Arten *E. greuteri*, *E. persica*, *E. gracilis*, *E. nordeniorum*, *E. danubialis*, *E. fibri*, *E. albensis* und *E. rhodanensis* zu erkennen. Bei der Eroberung neuer Lebensräume, z. B. bei der Besiedelung von Auwäldern oder Dünen, sind die Vertreter der (*Eu*-)*Epipactis*-Sektion sehr erfolgreich. Die Vertreter der hydrophilen *Megapactis*-Sektion sind dafür nicht geeignet. Diese benötigen dauernd feuchte Böden. Die autogamen Vertreter der (*Eu*-)*Epipactis*-Arten aber sind in periodisch überschwemmten Auwäldern als Pionierpflanzen bestens geeignet.

Sind nun die autogamen Arten aus der *E. helleborine*-Verwandtschaft abzuleiten, oder ist ihnen ein hohes Alter zuzuschreiben? Mit *E. gracilis*, *E. pontica*, *E. muelleri*

und *E. placentina* haben wir sicher sehr alte Formen vor uns. Das *E. muelleri*-Syndrom (bei dem das Klinandrium extrem reduziert und die Anthere zugespitzt ist), das bei *E. renzii*, die aus *E. neerlandica* hervorgegangen ist, zu beobachten ist, finden wir auch bei *E. dunensis* (Holy island), *E. placentina*, *E. naoussaensis*, *E. greuteri*, *E. pseudopurpurata*, *E. komorocensis*, *E. peitzii* und manchmal sogar bei der allogamen *E. cretica*. Ebenso aus Stammarten hervorgegangen ist vielleicht die jüngst beschriebene *E. pseudopurpurata* aus *E. purpurata* und die gleichfalls autogame *E. papillosa* var. *sayekiana* (eine japanische Dünenform) aus *E. papillosa*. Bei *E. microphylla*, einer alten stabilisierten Art mit fakultativer Autogamie (die wahrscheinlich häufig vorkommt, weil die Hamulus-Funktion pro Art verschieden wirksam sein kann), finden wir bereits Anfänge, die zur obligaten Autogamie führen können. Diese permanenten Übergänge von der Allogamie zur Autogamie bei Präsenz der bestäubungsbereiten Insekten müssen wir zu erklären versuchen.

In der Folge werden die bei *Epipactis* zu findenden Autogamiemechanismen vorgestellt.

Die Autogamiemechanismen in der Gattung *Epipactis*:

Wenn wir von Verschleppungen der Pollinien durch Kleininsekten (z. B. durch Thripse, die eine große Rolle bei der Hybridisierung von autogamen Arten spielen können) oder durch Windtätigkeit hervorgerufene Pollinienplazierung auf der eigenen Narbe absehen wollen, kommen wir zu folgenden, die Autogamie bedingenden Mechanismen. Die von P. MARTENS vorgestellte Autogamie (Abb. 38) ist nicht leicht nachzuvollziehen. Im Feld habe ich aber alle Phasen, die er in seinen Zeichnungen darstellt, beobachten können. Auch WIEFELSPÜTZ hat Autogamiefälle bei *E. helleborine* beobachtet. Durch die Vielgestaltigkeit von *E. helleborine* sensu lato ist es unmöglich, die beobachteten autogamen Pflanzen einer Varietät oder Unterart eindeutig zuzuordnen.

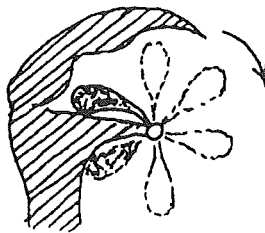


Abb. 38: *Epipactis* - Autogamie durch Pollinien-Rotation

1. Asymmetrie: finden wir bei *E. muelleri* und *E. microphylla*, bei denen die Anthere schief angesetzt ist, sodaß die eine der beiden Antheren-Hälften links oder rechts vom Viscidium mit der Narbe in Berührung kommt. F. TAUSCH hat überzeugend dargestellt, daß die schiefstehende Anthere durch die asymmetrische Entwicklung der Narbe und des Rostellum zustande kommt. Die Anthere paßt sich nur den asymmetrischen Verhältnissen an.

2. Die Form des Rostellum: Das Rostellum kann apikal mit den Pollinien in Berührung kommen. Der Rostellarm, der die Drüse trägt, kann sehr hoch aufgerichtet sein, wie z. B. bei *E. fibri* oder weit unter die Antherenfächer gehen, wie z. B. bei *E. pseudopurpurata*. Durch die Nähe der Pollinien an der Rostellldrüse ist die Bereitschaft zur Autogamie vorgegeben. Nach BRIEGER ist nur die untere Rostellumhälfte fertil, ausgenommen ist die Gattungsreihe *Diplostigmata* der *Physurinae* mit sterilem Rostellum. Zu beachten ist auch die Hamulusfunktion, die jederzeit auch bei anscheinend allogamen Arten Autogamie bewirken kann.

3. Die Pollinienbeschaffenheit ist für die Autogamie von Bedeutung. Der Pollen kann entweder staubig-trocken, pulverig oder körnig-feucht sein. Nach neueren Beobachtungen sind die Pollinien im Knospenstadium vor Aktivierung des Hamulus immer stark durchfeuchtet. Das größte Problem ergibt sich hinsichtlich der Hamulusfunktion. Wenn der Hamulus aktiv ist, scheint er die Pollinien mit Klebstoff zu versorgen und verändert deren ursprüngliche Konsistenz. Der Hamulus wirkt möglicherweise von Art zu Art verschieden. Ein Beispiel: Bei *E. voethii* kommt es in trockenen Jahren zu einem raschen Verfall der Viscidiumfunktionen. Bei hoher Luftfeuchtigkeit bleibt das Viscidium aber einige Tage aktiv. Eingehende Untersuchungen über die Hamulusaktivitäten sind noch ausständig.

4. Carina stylidii (Abb. 28): Diese Leiste, die den mittleren Griffelast darstellt, ist für die Lagerung der Pollinien im Klinandrium sehr wichtig und steht im Zusammenhang mit dem Hamulus, der dem apikalen Ende dieser Leiste aufliegt. *E. cretica* und *E. purpurata* haben eine sehr kräftige Carina stylidii, wobei bei letzterer der riesig entwickelte Hamulus mit dieser Leiste fast verwachsen erscheint. *E. cretica* hat als auffallendes primitives Merkmal auch laubblattartige Brakteen.

5. Klinandrium-Morphologie: Die Pollenschüssel kann kurz oder lang, hoch oder flach oder total verkürzt und überwachsen wie bei *E. muelleri* sein. Bei *Gastrodia sesamoides* ist eine einmalige Entdeckung gelungen. Das Klinandrium höhlt die Säule fast ihrer ganzen Länge nach aus und ist mit den Massulae ausgefüllt. Die Narbe befindet sich an der Basis der Säule und ist vom Viscidium des Rostellums sehr weit entfernt. Das Rostellum ist hoch aufgerichtet und entwickelt eine viscidiumartige Struktur, die von der Säule im rechten Winkel absteht. Die Sepalen und Petalen sind

glockenförmig verwachsen. Die Klinandrium-Veränderungen können Autogamie bewirken. Ob hier Autogamie vorliegt, muß erst überprüft werden. E. KRÖSCHE beschreibt die Narbe von *E. muelleri* als nach hinten fliehend. Damit wäre die Tendenz zu einer terminalen Narbe wie z. B. *Tangtsinia* zu erkennen, bei der das Klinandrium fehlt.

6. Viscidium: Dieses Organ weist zwei Funktionen auf: Erstens die introrse Wirkung auf die Pollinien, die schon deren Konsistenz verändern kann oder auch Blockade-wirkung aufweist. Durch Aufquellung der Pollinien wird die Verbindung zum frontalen Teil des Viscidiums verhindert, wodurch die Narbe von den Pollinien nicht erreicht werden kann. Bei den autogamen Arten aber führt die Klebstoffverbindung zu den Pollinien oft zu deren Vorfall (am frontalen Viscidium links oder rechts vorbei) auf die Narbe. Der frontale Teil des Viscidiums übernimmt die Pollinien als abholbereites Paket für die Pollinatoren. Man muß die gebräuchliche Definition Pollinarium (Einheit von Pollinien und Viscidium) erweitern, weil das Viscidium mit dem Hamulus zwei verschiedene, mitunter konträre Funktionen ausübt. Die Doppelfunktion des Viscidium sollte von Art zu Art genauer untersucht werden. Bei *E. muelleri* konnte ich in einigen Populationen eine starke viscidiale Aktivität feststellen. Im Knospenstadium kommt es zur Sekretbildung durch einen sehr stark rudimentierten Hamulus, der von einem rudimentierten Viscidium gebildet wird. Dieses Sekret zieht Fäden in die beiden Theken. Bei *E. atrorubens* ist der Hamulus besonders schön entwickelt und mit einer Nadel auf seine vielfache Länge auszuziehen. Ohne Hamulusaktivität können die Pollinien im Klinandrium vertrocknen. Diese vertrockneten Pollinien sind bei *E. helleborine* nur mit Gewalt aus der Pollenschüssel zu entfernen.

Historischer Überblick

Es hat 120 Jahre gedauert, bis man die Erkenntnisse H. MÜLLERs ernst genommen und *E. muelleri* als gute Art erkannt hat. Nicht einmal Unterschiede im vegetativen Bereich (durch ihre besondere Laubblattmorphologie und Färbung) hat man als Unterschied zu *E. helleborine* gewertet. H. MÜLLER hat sich auch um die Artberechtigung von *E. microphylla* bemühen müssen. W. ZIMMERMANN hat mit der Gattung *Parapactis* seinen Protest gegen die Einbeziehung von *E. muelleri* in die *E. helleborine*-Gruppe zum Ausdruck gebracht. Bei dieser Gelegenheit muß man auch an das *E. viridiflora*-Unglück erinnern. *E. viridiflora* ist ein Taxon, das die gesamte Fachliteratur sehr lange beschäftigt hat, und von dem es keinen Herbarbeleg gibt. Dieses Taxon war eine langanhaltende Mystifikation, die aus dem Unvermögen resultierte, die Säulenmerkmale zu gewichten. Es gibt z. B. im KELLER-SCHLECHTER-SOO keine einzige Abbildung einer autogamen *Epipactis*-Art. Leider wurde die Zweitfunktion des Viscidiums nicht erkannt. Aus diesem Grund müssen wir diese Funktionen neu überprüfen. Obgleich H. MÜLLER, Ch. DARWIN,

F. RASMUSSEN und H. KURZWEIL (die beiden letzten haben durch SEM- und REM-Aufnahmen viele ontogenetische Stadien der Gattung *Epipactis* untersucht) sich mit *Epipactis* eingehend beschäftigt haben, ist dieser Hamulus (Abb. 33,3; RASMUSSEN hat übrigens diesen Hamulus als erster, allerdings nicht bei *Epipactis*, sondern bei *Microtis* und *Ponthieva* beschrieben) nicht gefunden worden. Der hervorragende Epipactologe E. KRÖSCHE hat im Jahre 1928 bereits diese Entdeckung gemacht. Er schreibt: „Das Rostellum ist mit einem nach hinten gerichteten Höcker versehen“, womit er den Hamulus gemeint hat, den er aber trotz seiner sprichwörtlichen Genauigkeit leider nicht weiter untersucht hat. In der Zwischenzeit bin ich als Bearbeiter der gesamten Unterfamilie Neottioideae in einigen Gattungen, vor allem bei *Epipactis*, auf einen Hamulus gestoßen. Der Hamulus scheint viel weiter verbreitet zu sein, als bislang angenommen wurde. Bei *Liparis loeselii* habe ich einen neuen Autogamiemechanismus, der mit einer Hamulusfunktion zusammenhängt, festgestellt. *L. loeselii* besitzt zwei Viscidien (dies ist ein äußerst seltenes Merkmal innerhalb der Unterfamilie *Epidendroideae*), die auch nach innen eine hamuloide Funktion ausüben, durch die die vier kugeligen Pollinien (dies ist nur in der Knospe festzustellen) mit einer Drehbewegung auf den vorderen Teil der Viscidien zu liegen kommen und von dort in die tief gehöhlte Narbengrube eingelagert werden. Diese Bewegung kommt durch eine fingerartige Ausstülpung der Viscidien (Hamulus!?) zustande, durch die die Pollinien nach vorne gezogen werden. Nach Erreichen des autogamen Zustandes ist weder vom frontalen noch vom introrsen Viscidium eine Spur zu erkennen. Bei der Abwärtsbewegung der Pollinien in die Narbengrube wurden diese klebstoffliefernden Organe zur Gänze in der Narbe aufgelöst. Ähnlich ist die Situation bei *Malaxis monophyllos*, bei der auch zwei, aber fast schon miteinander verschmolzene Viscidien zu sehen sind. Bei den *Liparidinae* gibt es sowohl in der Ein- wie auch in der Zweizahl Viscidien oder auch nur Sekretionszonen am oberen Rostellumrand mit Klebtröpfchen-Bildung. Bei *Corallorhiza trifida* habe ich 100%ige Autogamie festgestellt, die durch ein ähnlich hamuloides Viscidium herbeigeführt wird. Zusätzlich wird die Anthere gleich nach der Anthese wie auch bei vielen anderen *Epidendroideae* abgeworfen, was zur Autogamie führen kann. BRIEGER hält das Viscidium bei den *Epidendroideae* (bei denen es viele Zwischenformen zwischen Arten mit funktionierenden Viscidien und nur rostellaren sekretorischen Aktivitäten gibt) für primitiv. Vielleicht ist auch der Hamulus in diesem Sinne als Teil dieses Viscidiums zu deuten.

Merkmale

Wenn wir uns nun der Merkmalsanalyse der vegetativen Teile und der Blütenmorphologie zuwenden, unterscheiden wir im Wurzelbereich Flach- oder Tiefwurzler. Das Rhizom kann entweder waagrecht oder vertikal ausgerichtet sein. Die Wurzeln können sehr dick und fleischig oder manchmal sehr dünn sein. Bei *E. bugacensis*

gehen die wassersuchenden Wurzeln z. B. sehr tief in das Substrat. In der Laubblattmorphologie unterscheiden wir die Scheiden-, die Laub-, die Hochblätter und die Brakteen und deren Dimensionen und Farben (z. B. chlorotisch-gelb, grün oder violett). In der Blüte sind die Sepalen und Petalen-Formen zu unterscheiden. Besonders wichtig ist das Labellum mit seiner Gliederung in ein Hypo- und Epichil und deren Verbindung (bei *E. africana* wird sogar ein Mesochil gebildet). Beim Hypochil ist die Nektarführung von Bedeutung. Die Labellum-Morphologie ist besonders wichtig, besonders die Form des Epichils. Dieses - ob länglich oder breit, mit zurückgekrümmter oder ausgebreiteter Spitze - ist für die Artenbestimmung von großer Bedeutung. Das rückgekrümmte Epichil ist meist bei den allogamen Arten anzutreffen, weil es als Aufstiegshilfe für die Bestäuber, vor allem für die Wespen, bestens funktioniert. Das bewegliche Epichil von *E. gigantea* wird von Schwebfliegen und kleineren Insekten (lt. Literatur) besucht. Im Pamir aber habe ich bei *E. royleana* sehr viele von Hummeln angebissene Blüten gesehen. Der Hypochil-Übergang, vom Epichil her, ist bei den meisten autogamen Arten verengt. Bei diesen Arten muß der Bestäuber, der nicht benötigt wird, nicht auf das gefüllte Nektarium aufmerksam gemacht werden. Bei *E. placentina* und *E. neglecta* kommt es sehr oft zu einer Anhebung des Hypochil-Bodens. Dies ist aber eher als eine genetische Erinnerung an den *Megapactis*-Zustand denn als eine blütenbiologische Raffinesse zu deuten, bei der der gehobene Hypochil-Boden dem Insektenauge besser präsentiert wird.

Die Autogamie und die vorgestellten Merkmale sollen nun entwicklungsgeschichtlich interpretiert werden. Als Beispiel hiezu dient *E. muelleri*. Die Merkmale der extrem langen Antherenspitze und die schiefe Stellung der Antheren (die von H. MÜLLER auch bei *E. microphylla* entdeckt wurde), das völlig unterentwickelte und überwachsene Klinandrium und der Verlust der Rostelldrüse bei überzeugender Vitalität dieser Pflanze, ist Grund genug, sich damit näher zu beschäftigen. Spitze Antheren (die spitze Anthere, die wie auch bei *E. fibri* und *E. pseudopurpurata* vorhanden ist, ist pollinienfrei; die Pollinien sind an der Basis konzentriert und kommen, weil das Klinandrium fehlt, mit der Narbe oder dem rudimentierten Rostellum, das zahnartig aufragt, in Verbindung, womit der Zustand der Pseudobasitonie gegeben ist) sind bei vielen ursprünglichen *Neottioideae*, wie z. B. bei *Cryptostylis*, *Chloraea*, *Aphyllorchis* etc., zu sehen. Zur schiefstehenden Anthere ist zu sagen, daß wir ihre Rolle für die Autogamie verstehen, wenn wir *E. microphylla* betrachten. Bei dieser ist die schief stehende Anthere das einzige Autogamie bewirkende Instrumentarium. Bei der allogamen *Ludisia discolor* kommt es zu totaler Asymmetrie (Asymmetrie, die wie bei *E. muelleri* und *E. microphylla* Autogamie auslösen kann, ist entwicklungsgeschichtlich von größerer Bedeutung als bisher angenommen wurde), wodurch aber die Blütenbiologie nicht gestört wird. *Ludisia discolor* (*Physurinae*) besitzt ein einseitig verdrehtes Rostellum, das wie ein Bumerang geformt ist, einen schiefen Blattansatz und eine verdrehte Lippe. Das ist in der Summe eine völlig asymmetrische Grundausrüstung. Dennoch wird sie von einem seitlich landenden

Schmetterling, *Plesioneura asmara*, erfolgreich bestäubt. Bei *Evrardia poilanei* und *Dossinia marmorata* findet man ein schienenartiges asymmetrisches Rostellum, an dem das Viscidium seitlich befestigt ist. Die vielen angeführten Organausfälle bei *E. muelleri* können wir in der zeitlichen Abfolge nicht mehr rekonstruieren. Die schiefstehende Anthere könnte allein schon Autogamie bewirken. Wie sind die weiteren Veränderungen wie Viscidiumausfall und Reduktion des Klinandriums zu erklären? Wir haben praktisch vielfache Autogamieeinrichtungen vor uns, von denen einige überflüssig sind.

Eine Erklärung dafür ist die Neotenie. Das heißt, daß ontogenetisch frühe Stadien beibehalten werden (in der Ontogenese zeigt sich das Klinandrium zuerst als schmaler Spalt, der bei anderen allogamen Arten dann breitträumig weiterentwickelt wird und nur bei *E. muelleri* und einigen anderen Arten als schmaler Spalt bis zur fertigen Blüte verbleibt). Auch die Entwicklung der Calli am Epichil beginnt erst in der letzten Phase knapp vor der Anthese. Atavismen zeigen alte Baupläne auf, die *Liliiflorae*-Merkmale wiederholen, wie z. B. zwei überzählige Antheren bei Triandrie. Bei vielen Saprophyten wie bei *Cymbidium macrorhizon* (die von BURGEFF als Beispiel für Neotenie angeführt wurde) wird die Ausbildung von Laubblättern unterdrückt, oder die Laubblätter und die Brakteen sind nicht mehr zu unterscheiden, wie z. B. bei *Danhatchia australis* (Neuseeland). Der *Axolotl*, ein berühmtes Beispiel für Neotenie bei den Amphibien, wird schon im Kiemenstadium geschlechtsreif. Die Geschlechtsreife tritt im larvalen Stadium ein. Es kommt zur Abbreviation der Ontogenie, die die Körpergestalt entwickelt. D. h., ein wichtiges Stadium wird übersprungen, aber das Reproduktionsorgan erscheint mit vollen Funktionen. Mitunter ist es schwer zu unterscheiden, ob hier ein frühes ontogenetisches Stadium beibehalten wird oder ob alte, abgelegte Baupläne wieder phänotypisch werden. Atavismen sind nach HUXLEY durch neue Kombinationen alter Gene bedingt. Die amerikanischen Evolutionstheoretiker um ihren Doyen E. MAIR verwenden oft den Begriff der „hopefull-monsters“, mit denen man viele nicht erklärbare Entwicklungssprünge begründet. In *E. muelleri* haben wir eine Pflanze vor uns, die eigentlich ein „successfull-monster“ ist, was auch für die autogamen *Chloreainae* gültig sein kann, die sehr viele Bildungsabweichungen aufweisen. Man erkennt daraus, daß stabilisierte Atavismen für den Artbildungsprozess unvermeidlich und vielleicht sogar unverzichtbar sind. Vor allem bei autogamen Arten wie *E. muelleri*, *E. placentina*, *E. dunensis* (Holy island), *E. komorocensis*, *E. pseudopurpurata*, *E. renzii*, *E. peitzii*, *E. naoussaensis*, *E. greuteri* (*E. greuteri* zeigt in vielen Populationen ein ähnlich unterdrücktes Klinandrium wie *E. muelleri*, in anderen Populationen können auch Pflanzen mit normalem Klinandrium vorkommen) kommt es wie auch bei der allogamen Epipactis *E. cretica* gehäuft zu Degenerationserscheinungen (wie Farbe-, Kontur- und Funktionsverluste, Pelorien-Häufigkeit wie bei *E. phyllanthes* var. *degenera*), die aber die Vitalität nicht vermindern. Es ist eher umgekehrt, daß die blütenbiologisch komplizierten Arten bei Bestäuberausfällen geringere Überlebenschancen haben.

DARWIN war der Meinung, daß z. B. *Ophrys apifera* in tausend Jahren - er wollte deshalb so lange am Leben bleiben - in eine totale Degeneration verfallen würde. Der Fall liegt aber vielleicht anders. Denn *O. apifera* zeigt sich bei gesicherter Reproduktion in vielen morphologischen Varietäten und Farbspielarten. In letzter Zeit wurde die wunderschöne *O. apifera* subsp. *fulvofusca* (ob autogam?) in Sardinien entdeckt. Naegeli glaubt in den Abweichungen von *O. apifera* das Gegenteil von Inzuchtdepressionen zu erkennen und meint in den Varietäten eine Unmenge der prachtvollsten und seltsamsten Neuschöpfungen zu sehen. Zurück zu *E. helleborine*. Ihre Entfaltung in Buchenwäldern - die Buchenwälder (Buche, Hainbuche und Eiche) können auch hohe Azidität ertragen - ist, damit unabhängig vom Substrat, verständlich. *E. helleborine* hat wohl den höchsten Anpassungsgrad erworben, wie man dies dem Verbreitungsbild entnehmen kann. Die Einteilung der Laubblattform, in den *platyphylla*-Typ (flachblättrig) und den *orbicularis*-Typ (kreisförmig), die die früheren Botaniker zur Anwendung gebracht haben, hat die taxonomischen Probleme aber nicht gelöst. Die Erklärung ihrer Varietätenfülle - für den Fall, daß sie hybridogen ist - ist nur durch DNS-Analysen, Elektrophorese, karyologische, embryologische u.ä. Untersuchungen möglich. Die autogamen Arten sollte man bis auf wenige Ausnahmen besser als alte Sippen betrachten. Entwicklungsgeschichtliche Parameter sind schwer zu erstellen, da Heterobathmie, blütenbiologische Zwänge, neotene Verhältnisse oder stabilisierte Atavismen uns vor eine Situation stellen, in denen abgeleitete und alte Merkmale gemeinsam vorkommen. Ein Merkmal ist noch zu erwähnen. Das sind die laubigen Brakteen, wie z. B. bei *E. cretica*. Dieses ist sicher als ursprüngliches Merkmal zu bewerten, weil es die Laubblattausgangsformen, von denen die Brakteen abstammen, wiederholt. Die Arten mit schmalen und kürzeren Brakteen (ein abgeleitetes Merkmal) sind viel häufiger anzutreffen. Sehr wichtig war es, den Unterschied zwischen den Vertretern der *Megapactis*-Sektion und der (*Eu*-)*Epipactis*-Sektion herauszustellen. Damit hat man einen entwicklungsgeschichtlichen Parameter erarbeitet. Die alten und ursprünglichen *Megapactis*-Arten scheinen genetisch völlig stabilisiert zu sein, weil sie fast keine Varietäten aufweisen. Von den (*Eu*-)*Epipactis*-Arten hingegen befindet sich *E. helleborine* in einer Phase hochaktiver Evolution und ist sicher als eine junge, erfolgreiche Art (man denke an ihre weite Verbreitung als Neophyt in Nordamerika) zu erkennen, womit sich die Frage nach den "Kleinarten", die aus ihr entstanden sein sollen, erübrigt, weisen diese doch einen weit höheren Stabilisierungsgrad auf.

Entwicklungslinien

Zwei Evolutionslinien sind deutlich zu unterscheiden:

die Entfaltung der Allogamie und
die Entfaltung der Autogamie.

1) Die Entfaltung der **Allogamie**, insbesondere innerhalb des *E. helleborine*-Aggregates, das uns wie ein Kaleidoskop von Farben und Formen erscheint, ist offensichtlich. Wir dürfen nicht die Fehler unserer Vorgänger wie etwa die von Th. IRMISCH wiederholen. Dieser wollte nicht einmal *E. microphylla* oder *E. atrorubens* als eigene Arten gelten lassen. Bei ihnen handelt es sich um zwei Spezies, die schon durch ihre besonders intensive Duftentwicklung auffallen. Man vermutet den Sitz der Osmophoren im Kräuselfeld der Epichilcalli. R. WETTSTEIN versuchte, unter Ignorierung der Merkmale der Säulenorgane und deren Funktionen (wie z. B. der Autogamie) *Epipactis*, *Cephalanthera* und *Limodorum* zu vereinen. R. SCHLECHTER hat diese Absicht überzeugend vereitelt. Selbst R. v. SÓÓ wollte die autogamen Arten, die zu seiner Zeit bereits bekannt waren, als Subspezies oder in noch niedrigeren Rängen zu *E. helleborine* stellen. Aufgrund der primitiven Merkmale der *E. muelleri* wollte ZIMMERMANN die Gattung *Parapactis* begründen. E. KRÖSCHE hat durch seine Studien in Hildesheim und im Leine-Wesergebiet hervorragende Pionierarbeit geleistet und ein sehr praktikables Bewertungssystem erstellt. Er hat damit das Unglück mit *E. viridiflora* beseitigt. Seit 1911 geistert dieses Taxon in unterschiedlichster Bewertung durch die Fachliteratur, in der immer wieder die Säulenmerkmale ignoriert wurden. Überdies existiert von diesem kein einziger Herbarbeleg. Heute können wir annehmen, daß *E. viridiflora* ein Synonym zu *E. muelleri* darstellt. In der Zwischenzeit aber hat sich der Artenstand unserer Gattung vervielfacht. Ein Ende dieser Entwicklung ist nicht abzusehen. Mir sind in Mitteleuropa ungefähr zwanzig noch zu beschreibende "Arten" bekannt.

Sehr lange haben wir uns mit vielen zu vernachlässigenden Formen und Lusi beschäftigt, so daß wir heute ins Gegenteil verfallen sind und nur eindeutig definierte Sippen in den Artrang erheben. Es fehlen Übergangsformen zwischen disjunkt verbreiteten Sippen, wie z. B. bei *Dactylorhiza*, bei der durch ihre Hydrophilie und die dadurch bedingte ökologische Treue viele Populationen in Dauerkontakt verbunden sind. Der Blütentyp im *E. helleborine*-Aggregat ist vorwiegend konstant und von bestem blütenbiologischem Effekt. Einige Änderungen in der Blütenmorphologie kommen bei den anderen allogamen Arten wie z. B. bei *E. schubertiorum* mit extrem kleinen Blüten, vor. Wir vermuten bei *E. microphylla* und *E. atrorubens* Osmophoren. Möglicherweise sind auch die anderen Arten geruchsintensiv, für unseren Geruchssinn aber nicht wahrnehmbar. Genauere Untersuchungen über die Duftlokalisierung sind allerdings noch ausständig. Substrat und Mykorrhiza-Abhängigkeiten, starke Insolation und extreme Höhenlagen schaffen die vegetativen Unterschiede, vor allem im Blattbau, innerhalb der in der Folge angeführten allogamen Arten: *E. atrorubens*, *E. subclausa*, *E. parviflora*, *E. spiridovii*, *E. microphylla*, *E. purpurata*, *E. rechingeri*, *E. condensata*, *E. lusitanica*, *E. tremolsii*, *E. latina*, *E. neerlandica*, *E. jounghiana*, *E. leutei*, *E. meridionalis*, *E. halaszzyi*, *E. distans*, *E. bythinica*, *E. guegeli*, *E. schubertiorum*. Durch die Hamulusfunktionen kann bei manchen der angeführten Arten der allogame in einen autogamen Status übergehen.

Zur Bedeutung der Hybridisation: W. FROSCH und P. STERN haben einige interessante Hybriden innerhalb der *Megapactis*- und *Atrochilium*-Sektion (die, wie schon erwähnt wurde, zusammengelegt werden sollen) hergestellt. Naturhybriden wie *E. atrorubens* x *E. palustris* = *E. pupplingensis* zeigen uns die Kreuzungsmöglichkeiten zwischen den beiden Sektionen. Geklärt werden muß in diesem Zusammenhang, ob einige *Epipactis*-Arten selbststeril sein können. Untersuchungen darüber gibt es bis dato keine. W. TIMPE hat für Österreich eine übersichtliche Zusammenstellung vieler Ökotypen von *E. helleborine* zustande gebracht. Diese Formenfülle kenne ich aus anderen Ländern. An dieser Stelle muß ich eine Beobachtung wiederholen: Wo immer ein neues Taxon auftaucht, sind die im selben Biotop vorkommenden *E. helleborine* Populationen gestört. Sie sind dann nie rein nachzuweisen. Wenn mehrere Arten zusammenkommen, scheinen immer Introgressionen innerhalb des Genpools stattzufinden. O. HAGERUP hat in seiner Arbeit "Parthenogenese, Haploidie, Polyploidie und Aneuploidie bei *E. helleborine*" festgestellt, daß in 10% der Fälle, der unbefruchtete weibliche Kern haploide Embryonen mit $2n = 20$ zu entwickeln beginnt. Später dringen zwar mitunter mehrere Pollenschläuche, meistens aber nur zwei Spermakerne ein, die jedoch keine Funktion mehr ausüben können. Manchmal kommt es auch durch den rechtzeitigen Eintritt von mehreren Pollenschläuchen in die Eizelle zu einer Überfertilisation. Dadurch können polyploide Embryonen entstehen. Aneuploidie aber wurde bei *E. falcata* ($2n = 24$), *E. leptochila* ($2n = 36$) und *E. schizuoii* ($2n = 32$) festgestellt. Für *E. pseudopurpurata* wurden $2n = \text{ca. } 40$ angegeben. Auch in diesem Falle könnte Aneuploidie vorliegen. In Pollentetraden wurden manchmal zusätzliche kleine Mikrosporen gefunden, die mehr Chromatin enthalten als normale Pollenkörner, woraus bei *E. confusa* polyploide Pflanzen entstehen können. HAGERUP hat aber bei seinen Untersuchungen manchmal in normalen Tetraden polyploide Riesenkerne gefunden. HAGERUP empfiehlt, in der Natur nach Heterosispflanzen zu suchen. Mir ist es gelungen, am Ulrichsberg bei Klagenfurt (Kärnten) eine 115 cm hohe hybridogene *Epipactis*-Sippe mit Heterosis-Effekt zu finden. In einem gemeinsamen Vorkommen von *E. helleborine* und *E. leptochila* bei Launsdorf (Kärnten) gibt es ähnliche Pflanzen, die über einen Meter hoch sind. HAGERUP erwähnt die Gattung *Epipactis* als Standardbeispiel dafür, wie Gameten mit abweichender Chromosomenzahl sich in der Natur spontan entwickeln können. Durch die Aneuploidie (die Grundzahl von *Epipactis* ist $n=20$) kommt es zur Entwicklung von neuen Charakterzügen, die dann eine neue Spezies bilden. *E. triploidia* mit $2n = 60$ ist ein Beispiel für eine polyploide neue Art. Parthenogenese oder Agamospermie ist für die Erhaltung von Hybriderivaten sehr wichtig. F. EHRENDORFER aber erkennt in der homoploiden Hybridisierung (homoploide Hybriden entsprechen in der Chromosomenzahl und Struktur ihren Eltersippen, sie können entweder steril oder \pm normal sexuell fortpflanzungsfähig sein) eine besonders wirksame Evolutionsstrategie. Bei sexueller Fortpflanzung kommt es zur Freisetzung einer ungeheuren Variabilität, die auf der Basis von Mutationen um vieles langsamer entstehen würde. Wenn man zwei Individuen kreuzt, die sich in zwei

Genen unterscheiden, entstehen in der zweiten Hybridgeneration (F2) neun erblich verschiedene Rekombinationstypen. Unterscheiden sich aber z. B. die beiden Kreuzungspartner in zehn Erbanlagen, kommt man auf 3^{10} mit 59049 Rekombinationstypen. Für unsere Betrachtungen des *E. helleborine*-Aggregates ist die homoploide Hybridisierung die beste Erklärung für dieses schillernd prächtige Kaleidoskop von Farben und Formen. Das Studium der Embryologie in Verbindung mit der Karyologie ist seit HAGERUP leider nur zögernd fortgesetzt worden, sollte aber wieder intensiver betrieben werden. Vor allem bei den autogamen Arten gibt es bis auf die von HAGERUP bearbeitete *E. confusa* und *E. leptochila* keine Beispiele. Naturhybriden zwischen allogamen und autogamen Arten gibt es folgende: *E. phyllanthes* x *E. atrorubens*, *E. greuteri* x *E. purpurata*, *E. muelleri* x *E. atrorubens*, *E. muelleri* x *E. helleborine*, *E. gracilis* x *E. helleborine*, *E. leptochila* x *E. helleborine*, *E. pontica* x *E. purpurata*, *E. gracilis* x *E. muelleri* !? (eine nicht sicher festgestellte Hybride zwischen zwei autogamen Arten) und vielleicht sind auch *E. pseudo-purpurata* und *E. komorocensis* hybridogen.

Es bleibt zu resümieren, daß kursorische, rein numerische oder statistische Methoden für eine sinnvolle Gliederung des *E. helleborine* Aggregates nicht ausreichen. Von einigen Autoren wurde auch schon die Chaos-Theorie zur Erklärung herangezogen. In diesem Falle können nur DNS-Analysen, die Elektrophorese oder karyologische und embryologische Untersuchungen eine befriedigende Übersicht herbeiführen.

2) Die zweite Evolutionsrichtung ist die Tendenz zur **Autogamie** (die in der Unterfamilie und vor allem in der Subtribus *Cephalantherinae* weit verbreitet ist), von der wir glauben, daß sie gerichtet ist. Die status-nascendi-Beispiele, wie z. B. bei *E. renzii*, *E. pseudopurpurata* und *E. papillosa* var. *sayekiana* lassen das vermuten. Wir dürfen aber nicht vergessen, daß die DARWINsche Evolutionstheorie eine ganze Epoche geprägt hat, unter dem Vorzeichen der Koevolution mit der besonderen Betonung auf der Allogamie, während man der Autogamie nicht die nötige Aufmerksamkeit gewidmet hat. DARWIN hat die autogame *Epipactis phyllanthes*, die zu seiner Zeit beschrieben wurde, auch nicht beachtet und für die allogame *E. helleborine* den vielzitierten Ausspruch getan: „Stürben die Wespen in einem Bezirk aus, würde dies auch mit *Epipactis* geschehen“. Die Frage ist nun, gibt es einen Urahn (den viele Autoren in *E. helleborine* sehen), von dem die Ableitung zu den autogamen Arten ausgeht? Denn Autogamie ist immer abgeleitet, weil sie nie ursprünglich sein und weil dann kein wirksamer Genfluß stattfinden kann. Die ursprüngliche *Megapactis*-Arten scheinen keine Autogamietendenz aufzuweisen. Ist nun das Autogamie-Programm generell in unserer Gattung vorgegeben? Heute wissen wir durch die Funktion des erst kürzlich entdeckten Hamulus, daß vielleicht viele Vertreter der *E. helleborine*-Gruppe auch autogam oder fakultativ autogam sein können.

Das würde ihre Vielfältigkeit erklären, da bei vermindertem Genfluß auch einschneidende morphologische Veränderungen zu erwarten sind. Wenn man die Tendenz der *Neottioideae* zur Autogamie, die durch Neotenie, Saprophytismus und durch die Eroberung unwirtlicher Lebensräume etc. bewirkt wird, ins Kalkül zieht, muß man ein gerichtetes, die ganze Gattung betreffendes Geschehen annehmen. Als Beispiele sind die vielen *Chloraeinae*-Gattungen in Patagonien und die *Prasophyllum*- und *Microtis*-Arten in Australien, die autogam und sogar apomiktisch sein können, zu nennen. Die Entfaltung der *E. helleborine*-Gruppe aber muß man als einmaligen Allogamieversuch betrachten. Die weit verbreitete *E. helleborine* ist sicher eine sehr junge, noch nicht stabilisierte Art von hoher ökologischer Toleranz. Die Neotenie, die in den höheren Taxa nach TAKTAJAN eine bedeutende Rolle gespielt hat, ist auch bei den autogamen *Epipactis*-Arten nachzuweisen: Die Blütenentwicklung bleibt in einem frühen ontogenetischen Stadium stehen. Wenn man eine allogame Art mit einer autogamen Art vergleicht, ist zu erkennen, daß die letztere eine Reduktion des Epichils, das sich in einer Calliverminderung zeigt, aufweist. Das heißt, daß das Epichil auf einem frühen ontogenetischen Stadium stehengeblieben ist. Bei den Allogamen entwickeln sich die Calli des Epichils aber sehr spät. Bei Kleistogamie kommt es zu noch stärkeren Blüten-Reduktionen. Die Knospenbestäubung führt zu einer frühen Pollenreife, die sich in der staubigen Beschaffenheit des Pollens zeigt. Eine ursprünglich hydrophile Waldpflanze (*Megapactis* mit vielen primitiven Merkmalen) ist in neue ökologische Nischen geraten und hat durch die Eroberung von wechselfeuchten oder auch trockenen Lebensräumen eine *Euepipactis*-Form entwickelt, aus der in der Folge die vielen autogamen Arten hervorgegangen sind. Es könnte aber auch aus einer *Megapactis*-Art eine (*Eu*-)*Epipactis* zuerst entstanden sein, die die trockeneren und gebirgigeren Standorte erobert hat und erst nach Besiedelung von Auen- und Dünenzonen die autogamen Arten hervorgebracht haben. Zu bedenken ist, daß die Gewässernetze in früheren Zeiten von unvorstellbaren Ausmaßen waren. Spärlich Reste davon sehen wir noch heute.

Die Dünenlandschaft ist wiederum ein besonderer Lebensraum, der raschen Veränderungen unterworfen ist. Dünenbewohner sind die allogamen *E. neerlandica* und *E. atrorubens*, autogam sind *E. renzii*, *E. dunensis*, *E. youngiana*, *E. phyllanthes* und *E. leptochila*, die alle in *Salix repens*-Gesellschaften und in Pineten vorkommen. In Japan bewohnt die autogame *E. papillosa* subsp. *sayekiana* ebenfalls Dünenlandschaften. Es gibt auch extrem thermophile Arten wie *E. provincialis*, *E. condensata*, etc. Die Suche nach der Ahnenform, von der die autogamen Arten abgeleitet sind, ist schwierig, weil sie ausgestorben sein kann. Vielleicht aber werden diese Autogamen ständig neu entwickelt, wie z. B. *E. renzii*. Die Autogamie ist ja die Antwort darauf, daß eine allogame Form in ihrer Existenz bedroht wurde. Der Zusammenhang zwischen den allogamen und autogamen Arten (man bedenke, daß es autogame Arten in Pamir und

in Japan gibt und ihre Verbreitung weit umfangreicher sein kann, weil viele Gebiete wie etwa China, noch unerforscht sind) ist durch die Isolation der letzteren in kontaktarmen Nischen, in denen es nicht zur Verbindung zwischen mehreren Populationen kommt, sehr gering. Man kann sagen, daß *E. neglecta* und *E. leptochila* wie auch *E. muelleri* und *E. placentina* sehr nahe miteinander verwandt sind (wobei *E. placentina* in der Laubblattmorphologie stark abweicht, aber in der Blütenstruktur mit *E. muelleri* übereinstimmt). Bei den anderen autogamen Arten kommt es zu einer enormen Divergenz in den morphologischen Merkmalen und Autogamie-Mechanismen. Die Autogamie hat den Vorteil, daß die vielen degenerativen Ausfälle in den Populationen durch den 100%igen Samenansatz voll kompensiert werden. Außerdem findet eine strenge Selektion statt, die die degenerativen Individuen eliminiert, wenn Störungen des Reproduktionssystems vorliegen. Dies erklärt unter Umständen die vielen autogamen Arten mit kleinen Populationen in kleinen Nischen (in denen keine allogamen Arten vorkommen, die als Hybridpartner geeignet wären), die voneinander getrennt sind und zwischen denen kein Genfluß stattfindet, wenn nicht als Ausnahme doch eine Hybridisierung zwischen Autogamen vorkommt, wie ich dies bei *E. muelleri* x *E. gracilis* (Pollenübertragung durch Kleininsekten) in Italien gesehen habe. Die autogamen Arten, die meist stark mykotroph sind, geraten leichter in eine Isolation, die durch die nicht überall präsenten symbiotischen Pilze bedingt ist. Dadurch entsteht ein sehr disjunktes Verbreitungsbild. Die Inzuchtdepressionsrate sollte eigentlich immer höher werden. Man hat aber bei Beobachtung von autogamen Populationen den Eindruck von bester Vitalität. Der genetische Tod ist nicht einmal bei *Gavilea australis* oder *Limodorum brulloi* eingetreten, die die meisten Bildungsabweichungen zeigen. Solange die reproduktiven Organe ihre Aufgabe erfüllen, bleiben diese Pflanzen am Leben.

Von den folgenden drei Arten habe ich nur in Alkohol gelegtes Blütenmaterial erhalten: Bei *E. pseudopurpurata* kommen Merkmale, die aber nicht konstant sind, zum Vorschein, die an *E. muelleri* erinnern. Es gibt ein funktionsloses, sehr schmales Klinandrium, das vom Antherenfilament überbrückt wird. Die Anthere steht direkt mit der Narbe und dem Rostellum in Kontakt. Narbe und Rostellum ersetzen den Klinandriumboden, weil beide eine fast horizontale Position einnehmen, wie wir dies z. B. bei den Narben von *Tangtsinia*, *Archineottia* und *Epipogium roseum* sehen. Diese Narben könnten als genetische Erinnerung an sehr frühe Zustände interpretiert werden. Die *E. komorocensis*-Blüte gleicht der *E. muelleri*-Blüte. Sie unterscheidet sich von dieser aber durch leptochiloide Charaktere wie einem spitzen Epichil und einem schmalen Hypochil-Epichil-Übergang. Diese Art ist hybridverdächtig, zumal in ihrem Verbreitungsgebiet *E. muelleri* häufig vorkommt. Abschließend ist zur allogamen *E. distans* festzuhalten, daß der Hybridverdacht ebenfalls gegeben ist. In ihrer Begleitung kommt nämlich immer *E. atrorubens* vor.

Die zwei Extraviscidien in der Gattung *Epipactis*

Ein zuvor erwähntes Problem, das alle (*Eu-*) *Epipactis*-Arten betrifft (bei den abgeleiteten *Euepipactis*-Arten sind die Extraviscidien nur angedeutet), ist die Präsenz von zwei Extraviscidien (die mehr oder weniger deutlich zu erkennen sind) auf den fertilen Narbenlappen. Die viscidiale Natur dieser Gebilde, die dem funktionalen Viscidium des Rostellums gleichen, wird durch die Sektretproduktion noch verstärkt. Die erste Beobachtung dieser Gebilde geht auf E. KRÖSCHE (1928) zurück, der die Form *trirostellata* von *E. helleborine* in seinem Heimatort Stadtohlendorf entdeckt hat. Der bekannte holländische Orchideologe und Phylogenetiker P. VERMEULEN erwähnt mehrmals bei *E. gigantea* (Abb. 32,3) die riesig entwickelten zusätzlichen Viscidien. Als Erklärung hierfür gibt er eine triandrische Ahnenform an, bei der außer den zwei zusätzlichen Stamina auch zwei Rostella vorhanden waren.

Die Einleitung der Entstehungsgeschichte der Orchidaceae zeigt viele Phasen auf, vor allem die Evolution des Griffels und der Narbe. Daß die Liliiflorae-Narbe wie auch der Griffel trimer sind, steht außer Zweifel. Bei *Epipactis* sind die beiden Narbenlappen aber fusioniert, was einen abgeleiteten Zustand darstellt. Diese Narbe, die bei den *Apostasioideae*, *Cypripedioideae* und den *Neottioideae* in Zeichnungen dargestellt wurde, ist nur bei den letzteren zu einem Organträger geworden, durch die Umwandlung des mittleren, unpaarigen Narbenlappens. Dieser Lappen, Rostellum genannt, ist im oberen polliniennahen Teil steril. Er muß es auch sein, um Autogamie zu verhindern. F. G. BRIEGER berichtet von radiären *Rossioglossum grande*-Blüten, bei denen neben drei Antheren auch drei Rostella (je ein Rostellum pro Narbenlappen) und außerdem drei Viscidien vorhanden sind. Diese Beobachtung ist die eigentliche Beweisführung für die triandrische Ahnenform, der sich auch R. DRESSLER anschließt. Es ist allerdings unverständlich, wie aus einer *Liliiflorae*-Ausstattung, in der die dreiteilige Narbe für sechs Stamina ausreicht hat, bei den Orchideen, bei denen durch eine lange Entwicklung fünf Stamina zu Staminodien umgebaut wurden, plötzlich für nur drei Antheren (genauer gesagt für eine Anthere und zwei Staminodien) zwei zusätzliche Rostella entwickelt worden sein sollen. Diese Analyse ist mein Hauptargument gegen die Triandrie-Theorie. Meine Arbeiten an Atavismen haben gezeigt, daß bei Monstrositäten staminale und stylare Gewebe (eingeschlossen deren Organe) vertauscht werden können. In der Form *tridentifera* von *E. helleborine* zeigt schon E. KRÖSCHE die Präsenz von zwei Zusatzantheren auf den Oberkanten des Stigmas auf. Seine Beweisführung ist überzeugend, weil sich in den Zusatzantheren auch Pollinien gezeigt haben. Bei einer atavistischen *Eulophia andamanensis* sehen wir neben einer fertilen Anthere auch zwei weitere zusätzliche Antheren und daneben ein nur zur Hälfte entwickeltes Staubblatt. Neben einem normalen Rostellum ist ein zweites Rostellum mit einer zweiten Tegula entwickelt. Bei einer atavistischen *Neottia nidus-avis* sind neben einer fertilen auch zwei zusätzliche

Antheren zu sehen. Auffallend ist, daß die Zusatzantheren an den Plätzen erscheinen, an denen in anderen Gattungen die Staminodien stehen, die aber bei den *Neottieae* nicht ausgebildet werden. Zwei Rostella sind ebenfalls vorhanden. Bei den zu besonderen Atavismen neigenden *Limodorum*-Arten wie *L. abortivum* (Abb. 39), *L. trabutianum* und *L. brulloi* kann man diese Phänomene mit zwei Extraviscidien auf den Spitzen der fertilen Narbenlappen häufig beobachten. Außerdem findet man oft zwei zusätzliche Antheren, die an den staminodialen Plätzen erscheinen. Bei den



Abb. 39: *Limodorum abortivum*,
Atavismus

Epidendroideae gibt es mitunter ein- oder zweiteilige Viscidien, die immer am Rostellum und nicht auf den beiden fertilen Narbenlappen inseriert sind. Überhaupt sind Organvermehrungen bei Monstrositäten (Dedoublements) häufig zu finden, etwa bei einer monströsen *Neottia nidus-avis* (Abb. 34,2), bei der neben einem Extra-Rostellum auch zwei Staminodien erschienen sind, die es sonst in dieser Gattung überhaupt nicht gibt. Die viermännige *Goodyera procera* mit vier Rostella, vier Viscidien und einer halbentwickelten Zusatzanthere im Petalum wurde schon erwähnt. Meine Erklärung für diese Erscheinung ist, daß Atavismen genetisch stabilisiert werden, wie wir dies bei *E. muelleri*, *Archineottia* etc. erkannt haben.

Untersuchungen über die Histogenese dieser Zusatzviscidien sind noch ausständig. Die Extraviscidien sind wie die zwei überzähligen Stamina bei triandrischen Formen oder wie das zusätzliche Stamen von *Phragmipedium caudatum* subsp. *lindenii*, die überzähligen Viscidien bei den *Limodorum*-Arten, das an der Antherenspitze erscheinende Viscidium von *Stereosandra* (dies ist der einzige Fall in der Familie, daß ein Narbenorgan im Androeceum entwickelt wurde) oder das reduzierte Klinandrium bei vielen *Epipactis*-Arten, als ein stabilisierter Atavismus („succesfull monsters“) aufzufassen. Organgebilde am fertilen Stigma sind die Stigmatophoren in der Subtribus *Habenariinae* (Orchidoideae). Untersuchungen bei den *Neottioideae* an Narbenstrukturen, wie z. B. bei *Thaia* (Abb. 18), *Stigmatodactylus* (Abb. 20) etc., welche die staminale oder eventuelle stylare Natur dieser Gebilde ergründen sollen, sind im Gange. Stylare Bildungen sind z. B. die blattartigen Strukturen bei *Cheirostylis*, die mit der Narbe verwachsen sind. Bei *Evrardia poilanei* stehen über der Narbe zwei kegelartige Gebilde. Und bei *Anoectochilus imitans* sind zwei Lamellen zu erkennen, die die beiden Stylusäste darstellen, wie wir sie bei den *Liliiflorae* finden. Bei den erwähnten Strukturen kann es sich möglicherweise um Sonderbildungen der Griffeläste, um Stylodien (nach TROLL und HANF), handeln.

Ergebnisse und Ausblicke

An vielen Beispielen wird die Ableitung der Orchideenblüte von der Liliiflorenblüte gezeigt. Mit dem Ab- und Umbau der ursprünglichen sechs Staubblätter, der Weiterentwicklung der ursprünglich dreiteiligen Narbe, den neuen Funktionen der beiden Blütenblattkreise, von denen das unpaarige Tepalum des inneren Kreises zum Labellum wird, kommt es zur "Frontalisation" der Orchideenblüte und zum evolutiven Erfolg der artenreichsten Familie unter den Monokotylen.

Die Trennung der *Apostasiaceae* (die einige Autoren als Unterfamilie *Apostasioideae* zu den *Orchidaceae* stellen) von den Orchideen drängt sich durch eingehende Merkmalsanalysen auf. Die bei den Orchideen ausgeprägte Evolutionstendenz im Narbenbereich (der unpaarige Narbenlappen wird zum Rostellum entwickelt) findet im Gynoeceum der *Apostasiaceae* ihr Gegenstück, die ursprünglich dreiteilige Liliiflorennarbe wird nicht weiterentwickelt. Es kommt sogar zu auffälligen Reduktionen des Stigmas.

Die Merkmalsanalyse der *Neottioideae*- und *Epidendroideae*-Blüte, mit Betonung auf der Acrotonie (im Gegensatz zur Basitonie der *Orchidoideae*), führt zur Konfrontation mit den molekularen Daten. Nach diesen wurden viele Triben und Subtriben der *Neottioideae* wie auch der *Epidendroideae* sensu BRIEGER in die "orchidoids" aufgenommen. Ein weiterer Konflikt ergibt sich bei den *Vanillininae* sensu BRIEGER, die durch die rbcL-Plastiden-Sequenzanalysen zwischen den *Apostasiaceae* und den *Cypripedioideae* eingereiht werden. In dieser Studie werden die Orchideenmerkmale der *Cypripedioideae* besonders herausgestellt. In dieser Unterfamilie kommt es zu keiner Weiterentwicklung des Stigmas wie bei den Acrotonen. In den anderen Merkmalen des Androeceums und des Labellums aber ist eine volle Übereinstimmung mit den Orchideen gegeben.

Probleme ergeben sich bei der Unterscheidung androecealer und gynoecealer Gewebe, vor allem wenn Sonderbildungen auftreten. Durch weitere histologische und anatomische Untersuchungen ist die Lösung dieses Problems in Angriff zu nehmen.

Literaturverzeichnis:

- AYLALA, F. J. (1986): Mechanismen der Evolution. - Spektrum der Wissenschaft. Heidelberg, 21-30.
BALOGH, P. (1982): *Rhizanthella* R. S. Rogers, a misunderstood Genus (Orchidaceae), Selbyana 7.
BARTOLO, G. & PULVIRENTI, S. (1993): *Limodorum brulloi* (Orchidaceae) a new species from Calabria. *Candollea* 48 (2).
BARTOLO, G. PULVIRENTI, S. & ROBATSCH, K. (1996): *Epipactis schubertiorum*, Bartolos Pulvirenti et Robatsch, eine neue Epipactis-Art aus Italien. - Jour. Eur. Orch. 28(4): 773 - 780.

- BAUMANN, H. & KÜNKELE, S. (1981): Eine neue *Epipactis*art aus Griechenland. - Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 13 (3). 341 - 346.
- BONGORNI, L. & GRÜNANGER, P. (1993): *Epipactis placentina*, Bongorni & Grünanger, spec. nova, a new species of *E. muelleri* - group from northern Italy. - Mittl. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 25 (4). 459 - 466.
- BRIEGER, F. G., MAATSCH, R. & SENGHAS K. (1970): Die Orchideen, SCHLECHTER R., Paul Parey - Verlag, Berlin, Hamburg.
- BURNS-BALOGH, P. & FUNK, V. A. (1986): A phylogenetic analysis of the Orchidaceae. Smithsonian Contributions to Botany 61: 1 - 79.
- CHEN, SING-CHI (1965): A primitive new orchid genus *Tangtsinia* and its meaning in phylogeny. - Acta Phytotax. Sin. 10. 193 - 207.
- DAFNI, A. & IVRI J. (1986): The flower Biology of *Cephalanthera longifolia* (Orchidaceae) - Pollen Imitation and Facultative Floral Mimicry, Plant Systematics and Evolution. Haifa. 137. 229 - 240.
- DAHLGREN, R. M. T. (1982): The Monocotyledons: a comparative Study. Academic Press, London, New York, Paris, San Diego, San Francisco, São Paulo, Sydney, Tokyo, Toronto.
- DAHLGREN, R. M. T., H. T. CLIFFORD, P. F. JEO (1985): The Families of the Monocotyledons. Structure, Evolution, and Taxonomy. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1985.
- DARWIN, C. (1877): Die verschiedenen Einrichtungen, durch welche Orchideen von Insekten befruchtet werden, Übersetzung von J. V. CARUS, Stuttgart.
- DIETFURTH, H. V. & ARZT, V. (1978): Querschnitt - Dimensionen des Lebens II. - Hoffmann und Campe Verlag, Hamburg.
- DIETFURTH, H. V. (1975): Evolution. - Hoffmann und Campe Verlag, Hamburg.
- DIETFURTH, H. V. (1978): Evolution II. - Hoffmann und Campe Verlag, Hamburg.
- DRESSLER, R. (1987): Die Orchideen. - Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- EHRENDORFER, F. (1984): Artbegriff und Artbildung in botanischer Sicht. - Sonderdruck aus Zschft. f. zool. Systematik und Evolutionsforschung, Bd. 22. Verlag Paul Parey, Hamburg. 245, 253 - 256.
- FERLAN, L. (1958): *Limodorum* L. C. Rich. - Agr. Lusit. 20.
- FREIDINGER, L. & ROBATSCH, K. (1989): Beiträge zur Kenntnis autogamer *Epipactis*-Sippen in Österreich. - Ber. Arbeitskr. Heim Orch, 6 (2) 19 - 21.
- GAREY, L. A. (1963): Evolutionary significance of geographical distribution of orchids. Staats Times Press (M) LTD., Singapore. 170 - 187.
- GAREUS, R. (1991): Untersuchung der Pollen von fränkischen Orchideen. - Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 23 (3): 369 - 448.
- GRANT, V. (1976): Artbildung bei Pflanzen. - Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- HAGERUP, O. (1932): On pollination in the extremely hot air of Timbuctu. - Dansk bot. Artkiv, 8. 1 - 20.
- HAGERUP, O. (1950): Rain pollination. - Biol. Meddel. XVIII. 1 - 18.
- HAGERUP, O. (1952): Bud autogamy in some northern *Orchis*. - Phytomorphologie. 2. 51 - 60.
- IVRI, J. & DAFNI, A. (1977): The Pollination Ecology of *Epipactis consimilis* Don (Orchidaceae) in Israel. - New Phytol. 79. 173 - 177.
- JONES, D. (1993): Nativ Orchids of Australia. - Reed ISBN reprinted.
- KELLER, G. & SCHLECHTER, R. (1930 - 1940): Monographie und Iconographie der Orchideen Europas und des Mittelmeergebietes. - Berlin.
- KIMURA, M. (1979): Die neutrale Theorie der molekularen Evolution. - Scientific American 11.
- KNUTH, P. (1904): Handbuch der Blütenbiologie.
- KOESTLER, A. (1978): Der Mensch - Irrläufer der Evolution. - Verlag Bern, München.
- KORES, P. J. CAMERON, K. M. MOLVRAY, M. & CHASE, W. M. (1997): THE PHYLOGENETIC RELATIONSHIPS OF ORCHIDOIDEAE AND SPIRANTHOIDEAE (ORCHIDACEAE) AS INFERRED FROM rbcL PLASTID SEQUENCES. Lindleyana 12 (1): 1 - 11.
- KRÖSCHE, E. (1928): *E. viridiflora* auct. (em. Krösche) f. *acutiflora* Krösche. - Feddes Rep. II. 305 - 308

- KRÖSCHE, E. (1929): Nochmals *E. viridiflora* auct. (em.) f. *acutiflora*, Krösche. - Feddes Rep. XXVI. 88 - 92.
- KRÖSCHE, E. (1932): Ergänzung zu den Beobachtungen an der Gesamtart *E. latifolia*. - Feddes Rep. XXVII. 368 - 383.
- KRÖSCHE, E. (1936): Gynostemien der *E. latifolia* All. (sensu latu). - Feddes Rep. XXXIV. 356 - 362.
- KUGLER, H. (1930 - 1936): Blütenökologische Untersuchungen mit Hummeln I - VIII. - Berlin.
- KURZWEIL, H. (1988): Developmental studies in orchid flowers III: Neottiid species. - Nord. J. Bot. 8: 271 - 282.
- KURZWEIL, H. (1989): Floral Morphology and Ontogeny in *Huttonaea pulchra*. Lindleyana (1): 1.-5. 1989.
- LEEUWEN, W. M. von. (1932): The Biology of *Epipogium roseum*. - Blumea. J. pl. tax. and plant geogr. supplement I.
- LOVELL, J. (1918): The flower and the bee. - New York.
- LUCKE, E. (1993): Die Gattung *Phragmipedium* Rolfe. - Die Orchidee 44 (3): 129 - 137
- LUCKE, E. (1994): Nektardrüsenhaare bei *Paphiopedilum*. - Die Orchidee 45 (1): 30 - 34.
- MARTENS, P. (1926): L'autogamie des l'*Orchis*. - Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. LIX. 69 - 88.
- MARTENS, P. (1928): La pollination de L'*Epipactis*. - Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. LX. 109 - 111.
- MAYR, E. (1967): Artbegriff und Evolution. - Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- MAYR, E. (1978): Evolution. - Spektrum der Wissenschaft. Heidelberg. 9 - 20.
- MOEBIUS, M. (1913): Beiträge zur Biologie und Anatomie der Blüten. - Frankfurt.
- MOLNÁR, A. & ROBATSCH, K. (1996): *Epipactis mecsekensis* A. Molnár et K. Robatsch spec. nov. eine neue *Epipactis*-Art aus Ungarn. - Jour Eur. Orch. 28 (4): 781 - 786.
- MOLNÁR, A. & ROBATSCH, K. (1996): *Epipactis tallosii* A. Molnár et K. Robatsch spec. nova, eine neue *Epipactis*-Art aus Ungarn. Jour. Eur. Orch. 28 (4): 787 - 794.
- MUELLER, H. (1881a): Die Alpenblumen. - Leipzig.
- MUELLER, H. (1881b): Die Entwicklung der Blumentätigkeit der Insekten. - Kosmos, Stuttgart.
- MÜLLER, I. (1988): Vergleichende blütenökologische Untersuchungen an der Orchideengattung *Epipactis*. - Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Würt. 20 (4): 701 - 803.
- NELSON, E. (1962): Gestaltwandel und Artbildung erörtert am Beispiel der Orchidaceen Europas und der Mittelmeerländer. - Verlag E. Nelson, Chermex - Montreux. 39, 55, 56, 87.
- NOVAKOVA, H. & RYDLO, J. (1978): *Epipactis albensis* - novy autogamicky druh z okruhu *Epipactis helleborine* agg. (Orchidaceae). - Preslia, 50: 161 - 171.
- OESER, E. (1974): System Klassifikation, Evolution. - Wien, Stuttgart.
- OSCHE, G. (1984): Artbegriff und Artbildung in zoologischer, botanischer und paläontologischer Sicht. - Zeitschrift Zool. Syst. & Evol. Forsch 22/3.
- PIJL, L. & CALAWAY, H. (1969): Orchid flowers. - University of Miami, Miami Press.
- PORSCH, O. (1906): Beiträge zur histologischen Blütenbiologie. - Ö. B. Z. 2: 1 - 25.
- PORSCH, O. (1908): Die descendenztheoretische Bedeutung sprunghafter Blütenvariationen und korrelativer Abänderungen für die Orchideenflora Südbrasilien. - Berlin. Zeitschr. f. induk. Abst. u. Vererbungs. 1: 69 - 376.
- PRIDGEON, A. M. BATEMAN, R. M. COX, A. V. HAPEMAN, J. R. & CHASE, M. W. (1997): Phylogenetics of subtribe Orchidinae (Orchidoideae; Orecgidaceae) based on nuclear ITS sequences. I. Intergeneric relationships and polyphyly of *Orchis* sensu latu. Linleyana 12 (2): 89 - 109.
- PRIDGEON, A. M. & CHASE, M. W. (1995): Subterranean axes in tribe Diurideae (Orchidaceae): morphology, anatomy, and systematic significance. American journal of Botany 82 (12): 1473 - 1495.
- RASMUSSEN, F. N. (1982): The gynostemium of the neottiid orchids. - Opera Bot. 65: 7 - 96.
- RASMUSSEN, F. N. (1986): Ontogeny and phylogenie in Orchidaceae. Lindleyana 1 (2): 114 - 124.
- RASMUSSEN, F. N. (1993): The genus *Corymborkis* Thou (orchidaceae), a taxonomic Revision. - Bot. Tids. 71. 161 - 192

- REMANE, A. (1956): Die Grundlagen des natürlichen Systems, der vergleichenden Anatomie und der Phylogenetik. - Leipzig.
- RENZ, J. (1980a): Probleme der Orchideengattung *Habenaria*. Die Orchidee, 31 (2). 64 - 71.
- RENZ, J. (1980b): Probleme der Orchideengattung *Habenaria*. Die Orchidee. 31 (2). 93 - 98.
- RIEDL, R. (1980): Die Strategie der Genesis. München, Zürich.
- ROBATSCH, K. & RYDLO, J. (1989): Beiträge zur Kenntnis der europäischen *Epipactis*-Arten. - Linzer Biol. Beitr., 21: 295 - 302.
- ROBATSCH, K. (1983): Beiträge zur Blütenbiologie und Autogamie der Gattung *Epipactis*. Die Orchidee (Sonderheft) 25 - 31.
- ROBATSCH, K. (1988): *Epipactis leptochila* (Godf.) Godf. subsp. *leptochila* und *Epipactis leptochila* (Godf.) Godf. subsp. *neglecta* Kümpel. Carinthia II. 178 (98): 587 - 591.
- ROBATSCH, K. (1988): *Epipactis bugacensis* K. Robatsch spec. nova - eine neue *Epipactis*-Art aus Ungarn. - Ber. Arbeitskr. Heim. Orch., 7 (1): 12 - 15, 32/35.
- ROBATSCH, K. (1991): Neues zur Gattung *Epipactis* Zinn (Orchidaceae). - Carinthia II, 181 (101): 599 - 600.
- ROBATSCH, K. (1992): Neues und Kritisches zur Orchideenflora Kärntens und des Pamirgebietes. - Carinthia II, 182 (102): 633 - 636.
- ROBATSCH, K. (1993): *Epipactis voethii* K. Robatsch, spec. nova, eine neue *Epipactis*-Art aus Niederösterreich. - Mitt. Abt. Bot. Landesmuseum Joaneum, Graz. 21/22: 21 - 26.
- ROBATSCH, K. (1996): Einführung in die Hamulus-Definition. - Jour. Eur. Orch. 28 (4): 761 - 764.
- ROBATSCH, K. (1996): *Epipactis guegelii*. K. Robatsch spec. nov., eine neue *Epipactis*-Art aus Rumänien. - Jour. Eur. Orch. 28 (4): 765 - 772.
- ROBINSON, I. (19924): Die Färbungsreaktion der Narbe, Stigmatochromie als morpho-biologische Blütenuntersuchungsmethode. - Stzgsber. Akad. Wiss. math.-nat. Kl. Wien 133: 181 - 211.
- SCHICK, B. KUNZE, G. & BOND, J. (1987): Rostelldifferenzierung und Pollinarienbildung europäischer Orchideen III. Zur Morphologie und Histologie des Rostellums von *Neottia nidus-avis* (L.) Rich. - Die Orchidee 38 (4): 197 - 201.
- SCHLECHTER, R. (1919): Orchideologiae Sino-Japonicae Prodomus. - Feddes Rep. 4.
- SCHMUCKER, T. (1930): Blütenbiologische und morphologische Beobachtungen. - Berlin. 9 718 - 747.
- SCHMUCKER, T. (1955): Blütenbiologie. - Berlin Göttingen Heidelberg.
- SCHWARZACHER, T., AMBRUS, P. & SCHWEIZER D. (1980): Application of Giesma Banding to Orchid Karyotype. - Analysis, Plant Systematics and Evolution. Wien 134. 293 - 497.
- SEIDENFADEN, G. (1978): Orchid Genera in Thailand VI, Neottioideae Linne. - Kobenhavn. Dansk Bot. Ark. 32.
- SENGHAS, K. & SUNDERMANN, H. (Hrsg) (1970): Probleme der Orchideengattung *Epipactis*. - Jahresber. Naturwiss. Verein Wuppertal 23.
- SKOTTSBERG, C. (1905): Feuerländische Blüten. - Lithographisches Institut d. Generalstabes, Stockholm. 1 - 75.
- STUESSY, T. F. (1990): Plant Taxonomy. - Oxford.
- SZLACHETKO, D. L. (1991): Thelymitroideae, a new subfamily within Orchidaceae. Fragm. Flor. Goebo. 36 (1): 33 - 49.
- TAKHTAJAN, A. (1973): Evolution und Ausbreitung der Blütenpflanzen. - Stuttgart.
- UPHOF, J. C. & HUMMEL, K. (1962): Plant hairs. - Encyclopedia of Plant Anatomy, Berlin.
- VERMEULEN, P. (1959): The different structure of the rostellum in Ophrydeae and Neottieae. - Acta bot. Neerl. 8. 338 - 355.
- VERMEULEN, P. (1965): The place of *Epipogium* in the System of Orchidales. - Acta bot. Neerl. 14. 230 - 241.
- VEYRET, V. (1988): Lex six carpelles des orchidées. L'orchidophile N° 82: 113 - 117.
- VOGEL, S. (1959): Organographie der Blüten Kapländischer Ophrydeen mit Bemerkungen zum Koaptations-Problem. - Akad. Wiss. u. Lit. Mainz. Teil 1. 106 - 107.

- WETTSTEIN, R. (1889): Studien über die Gattungen *Cephalanthera*, *Epipactis* und *Limodorum*. - Österr. Bot. Z. **39**: 395 - 399, 422 - 430.
- WIEFELSPÜTZ, W. (1970): Über die Blütenbiologie der Gattung *Epipactis*. - Jber. Naturwiss. Ver. Wuppertal **23**: 53 - 69.
- ZIMMERMANN, W. (1954): Methoden der Phylogenetik. - Stuttgart.

Karl Robatsch, Viktringerring 49, A-9020 Klagenfurt

Natura 2000 - Zur Umsetzung der Habitat-Richtlinie (92/43/EWG)

Oliver Schall
Mit 6 Tabellen

1. Einführung: Europäische Union und Naturschutz

Die Europäische Union hat eine mittlerweile fast 50jährige Entstehungsgeschichte, die z.B. von BRANDSTETTER (1996), ETTL et al. (1996) sowie WEIDENFELS & WESSELS (1997) dokumentiert wurde.

Am 18.4.1952 unterzeichneten die Gründungsstaaten Deutschland, Frankreich, Italien und die BeNeLux-Staaten den Gründungsvertrag der Montanunion (Vertrag von Paris), der eine Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl begründete.

Aus dieser ging mit den am 25.3.1957 geschlossenen Römischen Verträgen die Europäische Wirtschaftsgemeinschaft (EWG) hervor, die im Vertrag zu Maastricht am 7.2.1992 zur Bildung einer Europäischen Union führte und gegenwärtig 15 Mitgliedsstaaten umfaßt.

Seit 1973 gibt es in der EWG eine gemeinsame Umweltpolitik und bereits 1974 wurde eine Ratsempfehlung zum Schutz wild lebender Vogelarten und zur Unterstützung der Ramsarkonvention unterzeichnet. Jedoch wurde erst 1987 im Rahmen der Einheitlichen Europäischen Akte (EEA) der Umweltschutz und somit auch als dessen Teil der Naturschutz mit den Art. 130 r – 130 t in den EG-Vertrag integriert (BADER & MAY, 1992). Im Jahre 1979 wurde die Richtlinie 79/409/EWG zum Schutz der wildlebenden Vogelarten verabschiedet (kurz: EG-Vogelschutz-Richtlinie) und 1992 durch die Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen ergänzt. Diese wird auch kurz als Habitat-Richtlinie bezeichnet und im deutschsprachigen Raum hat sich daneben die Bezeichnung Flora-, Fauna-, Habitat-Richtlinie oder kurz FFH-Richtlinie eingebürgert.

2. Ziele und Inhalte der Habitat-Richtlinie

Hauptziel der Habitatrichtlinie ist gemäß ihrer Präambel, die Erhaltung der biologischen Vielfalt zu fördern und dies insbesondere durch den Schutz der natürlichen Lebensraumtypen sowie Habitats bestimmter Tier- und Pflanzenarten. Hierbei geht es darum, die europäischen „Perlen“ vor dem Aussterben zu bewahren bzw. vor der akuten oder schleichenden Degradation ihrer Lebensräume zu schützen (STUFFMANN, 1994; JULIEN, 1997).

Handlungsfeld ist also der klassische Biotop- und Artenschutz, jedoch ausschließlich für die in den Annexen, Tab. 1, genannten Arten und Lebensräume von europäischer Bedeutung. Zur Bedeutung für den Schutz europäischer Orchideen vgl. Tab. 2 und 3. Weiterführende Fragen des Naturschutzes bleiben – soweit sie nicht durch andere EG rechtliche Vorgaben geregelt sind – gemäß dem Subsidiaritätsprinzip Sache der Mitgliedsstaaten.

Annex I:	Natürliche und halbnatürliche Lebensräume, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete erforderlich sind (Interpretationshandbuch EUROPÄISCHE KOMMISSION 1996)
Annex II:	Tier- und Pflanzenarten, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete erforderlich sind
Annex III:	Kriterien für die Auswahl der Gebiete, die als besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden können
Annex IV:	Streng zu schützende Tier- und Pflanzenarten
Annex V:	Tier- und Pflanzenarten, deren Entnahme und Nutzung kontrolliert erfolgt
Annex VI:	Verbotene Methoden und Mittel des Fangs, der Tötung und Beförderung

Tab. 1: Annexe der Habitatrichtlinie

Hauptinstrument des EG-Naturschutzes ist die Schaffung eines europäischen Netzwerkes von Schutzgebieten, genannt „Natura 2000“. Hierzu enthält Artikel 4 der Habitat-Richtlinie präzisere Ausführungen und einen Zeitplan, der sich sowohl an die Mitgliedsstaaten als auch an die Europäische Kommission als das Exekutivorgan der Europäischen Gemeinschaft richtet.

Lebensräume in Küstenbereichen und halophytische Vegetation

z.B. 1410 Mediterrane Salzwiesen/*Juncetalia maritimi*
 (*Orchis coriophora* subsp. *fragans*)

Dünen an Meeresküsten und im Binnenland

z.B. 2190 Feuchte Dünentäler (*Liparis loeselii*)

Süßwasserlebensräume (stehende und fließende Gewässer)

z.B. 3170 *Temporäre mediterrane Flachgewässer
 (*Serapias lingua, neglecta und vomeracea*)

Gemäßigte Heide- und Buschvegetation

z.B. 4060 Alpine und boreale Heiden (*Gymnadenia nigra*)

Hartlaubgebüsche

z.B. 5130 Formationen von *Juniperus communis* auf Kalkheiden
 und -rasen (*Epipactis helleborine* psp. *muelleri*)

Natürliches und naturnahes Grasland

z.B. 6210 Naturnahe Kalktrockenrasen und deren
 Verbuschungsstadien (Festuco-Brometalia)
 (* besondere Bestände mit bemerkenswerten Orchideen)
 (*Ophrys apifera, insectifera,*
 Orchis mascula, militaris, morio, purpurea, ustulata)

Hoch- und Niedermoore

z.B. 7140 Übergangs- und Schwingrasenmoore
 (*Hamarbya paludosa*)

Felsige Lebensräume und Höhlen

z.B. 8240 Kalkfelspflaster
 (*Epipactis atrorubens*)

Wälder

z.B. 9150 Mittleuropäischer Orchideen-Kalkbuchenwald/
 Cephalanthero-Fagion
 (*Cephalanthera* spp., *Neottia nidus-avis, Epipactis*
 microphylla und *leptochila*)

Tab. 2: Lebensräume des Anhangs I mit Bedeutung für Orchideen-Arten
(Unterstrichene Arten werden im Handbuch der EUROPÄISCHEN KOM-
MISSION (1996) für den Lebensraum genannt, sonstige Arten wurden vom
Verfasser dieses Aufsatzes ergänzt, prioritäre Lebensräume sind mit einem
* versehen)

Anhang II:

Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlicher Bedeutung für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen

ORCHIDACEAE

Calypso bulbosa L. – new

* *Cephalanthera cucullata* Boiss. & Heldr. (Mediterran: Gr)

Cypripedium calceolus L. (alle europ. Regionen / D!)

Gymnigritella runei Teppner & Klein – new

Liparis loeselii (L.) Rich. (alle europ. Regionen / D!)

* *Ophrys lunulata* Parl. (Mediterran: I)

Platanthera obtusata (Pursh) subsp. *oligantha* (Turez) Hultén – new

Arten aus Makaronesien:

Goodyera macrophylla Lowe

Anhang IV:

Streng zu schützende Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse

Alle Pflanzenarten des Anhangs II und die nachstehend genannten Arten:

ORCHIDACEAE

Ophrys argolica Fleischm.

Orchis scopulorum Simsmerh.

Spiranthes aestivalis (Poiret) L.C.M. Richard D!

D! : Art, die in Deutschland vorkommt

new : Art, die von Schweden bzw. Finnland neu vorgeschlagen und in 1997 förmlich angenommen wurde (Vorkommen in der EU auf diese 2 Staaten beschränkt)

(Die Ergänzungen hinter den Autorennamen sind nicht in der Richtlinie enthalten sondern wurden vom Verfasser ergänzt).

Tab. 3: Orchideenarten in Anhang II und IV der Habitat-Richtlinie

Die einzelnen Schritte und Fristen zur Verwirklichung des Netzes sind in Tab.4 wiedergegeben.

Artikel 3 der Habitat-Richtlinie bestimmt unter anderen, daß dieses Netz Natura 2000 auch die aufgrund Artikel 4 der Richtlinie 79/409/EWG, also der Vogelschutz-

richtlinie, ausgewiesenen besonderen Vogelschutzgebiete umfaßt. Diese Gebiete – kurz SPA genannt – für Special Protection Areas – können einer regelmäßig aktualisierten dreisprachigen Veröffentlichung der Kommission entnommen werden (Europäische Kommission: GD XI, 1997).

<i>Datum</i>	<i>Aktion</i>
<i>Mai '92</i>	Ministerrat beschließt die Habitat-Richtlinie
<i>Juni '94</i>	Umsetzung der Richtlinie in nationale Gesetzgebung
<i>Juni '95</i>	Übermittlung durch die Mitgliedsstaaten an die Kommission von <ul style="list-style-type: none"> - nationalen Gebietslisten - Abschätzung der Kosten für Schutzmaßnahmen in Gebieten, die prioritäre Lebensraumtypen und Arten enthalten
<i>Juni '95 – Juni 98</i>	Auswahl der Gebiete von gemeinschaftlichem Interesse (SCIs) nach biogeographischen Regionen
<i>Juni '98</i>	Annahme der Liste mit Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung
<i>Juni '98 – Juni 2004</i>	Ausweisung von SCIs als besondere Schutzgebiete (SACs) durch die Mitgliedsstaaten
<i>Juni 2004</i>	Fertigstellung des NATURA 2000 Netzwerkes, welches sowohl SPAs als auch SACs beinhaltet
<i>Ab Juni 2004</i>	Überwachung des günstigen Erhaltungszustandes von Lebensraumtypen und Arten in den ausgewiesenen Gebieten. Die Kommission überprüft den Beitrag des NATURA 2000 Netzwerkes zur Erreichung der Schutzziele der Richtlinie.

Tab. 4: Daten und Fristen für die Ausweisung von besonderen Schutzgebieten im Sinne der Habitat-Richtlinie

Die Vorgaben für die Rechtsfolgewirkungen dieser Schutzgebiete sind in Artikel 6 der Habitatrichtlinie festgelegt.

Im wesentlichen verpflichtet dieser die Mitgliedsstaaten, Verschlechterungen sowie wesentliche Störungen in diesen Gebieten durch geeignete Maßnahmen entgegenzuwirken.

Für potentiell schädigende Pläne oder Projekte sind desweiteren detaillierte Vorgaben enthalten. Diese umfassen Fragen einer spezifischen Verträglichkeitsprüfung, Präferenz verträglicherer Alternativen oder der Vermeidung des Eingriffs.

Sollte das Gebiet beeinträchtigt werden ist nur in spezifischen Fällen überwiegenden öffentlichen Interesses und eventuell erst nach Stellungnahme der Kommission den zuständigen Behörden des Mitgliedsstaates die Zulassung des Eingriffs möglich, jedoch unter der Pflicht, alle notwendigen Ausgleichsmaßnahmen zu ergreifen und hierüber die Kommission zu unterrichten.

Da hier nur eine vereinfachte und grob summarische Darstellung der Inhalte von Natura 2000 und der Habitatrichtlinie möglich war, seien hier weitere Veröffentlichungen empfohlen, SSYMANK (1994), IVEN (1996), EUROPÄISCHE KOMMISSION/GD XI (1996 ff.) und (1997 a und b), WWF (1997) oder getreu dem Motto „ad fontes!“ der Text der Habitatrichtlinie selbst.

Hinsichtlich des Artenschutzteiles der Habitat-Richtlinie (Art. 12-16), sowie der damit liierten Anhänge IV und V sei darüberhinaus auf die Affinität zum Berner Übereinkommen (EUOPARAT, 1979; SCHMIDT-RÄNTSCH, 1990) hingewiesen, dem sowohl alle Europäischen Mitgliedsstaaten als auch die Europäische Kommission zugehören und das somit die Entstehung der Habitat-Richtlinie wesentlich beeinflußte. Aufgrund bestehender Wechselwirkungen darf davon ausgegangen werden, daß Entwicklungen der Berner Konvention auch weiterhin Einfluß auf die Habitat-Richtlinie entfalten bzw. umgekehrt die Habitat-Richtlinie auf das Berner Übereinkommen.

3. Zum gegenwärtigen Stand der Umsetzung

Aus Tab. 4 läßt sich entnehmen, daß die Mitgliedsstaaten in der Pflicht waren

- a) bis Juni 1994 die Habitat-Richtlinie in nationales Recht umzusetzen
- b) bis Juni 1995 der Kommission nationale Vorschlagslisten der potentiellen Gebiete von gemeinschaftlichem Interesse (SCIs = Site of Community Importance) zu übermitteln.

Hieraus ergibt sich unmittelbar die Möglichkeit, zu ersehen in wie weit die Mitgliedsstaaten bis heute (Stand: Mitte März 1998) diesen Verpflichtungen nachgekommen sind:

Was die Umsetzung in nationales Recht anbetrifft so haben – sieht man von Österreich ab, wo die Bundesländer unmittelbar für Naturschutz zuständig sind – lediglich 2 Staaten es bis Anfang 1998 vollständig versäumt eine nationale rechtliche Umsetzung zu verabschieden, nämlich Griechenland und Deutschland. Gegen beide Staaten hatte die Kommission nach grober Überschreitung der vorgegebenen Frist

(Juni 1994) ein Vertragsverletzungsverfahren gemäß Artikel 169 EG-Vertrag eingeleitet und im Jahre 1997 hat der EUGH entsprechend zunächst gegen Griechenland am 26.6.1997 und später gegen Deutschland am 11.12.1997 ein Urteil gefällt.

Die Verzögerung des Urteils gegen Deutschland mag darin begründet sein, daß noch vor der Sommerpause 1997 der Bundestag eine Novelle zum Bundesnaturschutzgesetz verabschiedet hatte, die später jedoch die notwendige Zustimmung des Bundesrates nicht erhielt. Hauptgrund war aus Ländersicht die vollständige Abwälzung von – z.T. neu geschaffenen – Finanzierungspflichten auf die Bundesländer ohne hinreichende Unterstützung aus Bundesmitteln.

Die EUGH-Entscheidung wurde mehr oder weniger am gleichen Tag bekannt als der Bundestag die Debatte über einen im wesentlichen von Länderseite vorbereiteten Gesetzentwurf zur Umsetzung der Habitat-Richtlinie auf Mitte Januar 1998 verschoben hatte.

Der Stand Anfang April 1998 hierzu ist nunmehr:

Nachdem der Vermittlungsausschuß Mitte Januar einen Kompromiß zur Umsetzung der Habitatrichtlinie erarbeitet hatte, fand dieser Anfang Februar 1998 im Bundestag nicht die erforderliche Mehrheit und wurde erneut im Vermittlungsausschuß behandelt, fand jedoch (insbesondere infolge Blockade durch Abgeordnete der Regierungsparteien) erneut keine Zustimmung des Bundestages. Am 26.3. wurde dann zum dritten Mal das Vermittlungsausschuß-Ergebnis behandelt mit dem Ergebnis Zustimmung des Bundestages und am 27.3. des Bundesrates.

Da ein nicht umgesetztes Urteil des EUGH seit dem EU-Maastricht-Vertrag (Art. 171) zur Einleitung eines 2. EUGH-Verfahrens mit der Verhängung eines Strafgeldes gegen den Mitgliedsstaat führen kann, lastet ein besonderer Druck auf dem säumigen Mitgliedsstaat. Dies dürfte im Falle Deutschlands letztlich den Bundestag zu seiner Zustimmung veranlaßt haben. Die Frage der Entschädigung soll in einem separaten Gesetzgebungsverfahren weiter verfolgt werden.

So erfreulich die Annahme des Umsetzungsgesetzes aus europäischer Sicht auch sein mag, die Umsetzung der Habitat-Richtlinie ist hiermit wohl noch nicht hinreichend erfolgt, insbesondere da entscheidende Teile des verabschiedeten Gesetzes einer Umsetzung durch die Länder bedürfen.

Weiterhin steht Deutschland auch im europäischen Vergleich hinsichtlich der Benennung von SCI-Vorschlägen nicht gut da. Tab. 5 gibt eine Übersicht des Benennungsstandes in den einzelnen Mitgliedsstaaten und zeigt, daß bisher ledig-

lich Luxemburg im Vergleich mit Deutschland bezogen auf die Meldung pro Fläche wesentlich schlechter abschneidet, da bisher kein einziges Gebiet benannt wurde, wobei jedoch mit einer Meldung der Gebiete Luxemburgs bis Frühjahr 1998 gerechnet wird.

Mitgliedsstaat	Zahl der vorgeschl. SCIs	Gesamtgröße in km ²
Belgique/België	102	903
Danmark*	20 (155)	3.315 (~ 11.000) ¹
Deutschland	201	4.487
Ellas	230	25.740
España	597	72.175
France	543	10.581 ²
Ireland*	-207	-5.530
Italia	2.480	46.074
Luxembourg	0	0
Nederland	27	2.820
Österreich	93	11.131
Portugal	65	11.940
Suomi	415	25.599
Sverige	1.038	43.736
United Kingdom	262	15.268
Insgesamt	6.073	273.769

Tab. 5: Stand der Benennung von SCI-Vorschlägen (SCI = Site of Community Importance) am 18.3.1998

1 Diese Größe ist eine Schätzung

2 Daten für einzelne Gebiete fehlen noch

* Staaten, die zunächst ganz oder teilweise provisorische Listen (in Klammern Zahl und Größe) vorgelegt haben

Es laufen aber gegenwärtig gegen mehr als die Hälfte der Mitgliedsstaaten Vertragsverletzungsverfahren wegen nicht hinreichender Benennung von Gebieten. Besonders problematisch ist die Lage in den Mitgliedsstaaten Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Irland, Luxemburg und Niederlande und eine Anrufung des EUGH auch hinsichtlich der Mißstände in Deutschland wurde im Frühjahr 1998 von der Kommission beschlossen.

Gegenwärtig (April 1998) liegen der Kommission aus Deutschland nur erste Gebietsmeldungen aus Bayern, Sachsen-Anhalt, Saarland und Schleswig-Holstein sowie wenige Einzelgebiete aus Hamburg, Thüringen und Hessen vor.

Die übrigen Bundesländer hatten einem bereits in der ersten Jahreshälfte 1995 getroffenen Beschluß der Umweltministerkonferenz folgend, sich entschieden ihre Gebiete erst dann nach Brüssel vorzuschlagen, wenn die Umsetzung der Habitat-Richtlinie in nationales Recht erfolgt ist und die Rechtsfolgen damit klarer sind. Vielleicht mag dies aber auch für das ein oder andere Bundesland eine günstige Gelegenheit gewesen sein, Arbeitsrückstände zu kaschieren.

Aus gewöhnlich gut unterrichteten Kreisen verlautete jedoch, daß eine Reihe von Ländern bereits erste Listen nach Bonn geschickt haben, für die nach Annahme des Umsetzungsgesetzes das Moratorium nun nicht mehr gilt. Andere Bundesländer wie Nordrhein-Westfalen und Berlin haben eine baldige Meldung (nach Bonn) in Aussicht gestellt.

Da die Habitat-Richtlinie der Kommission für die Erstellung einer SCI-Liste nach biogeographischen Regionen nur Zeit bis Juni 1998 einräumt, arbeitet die Kommission gegenwärtig trotz der schleppenden Vorschlagseingänge seitens mancher Mitgliedsstaaten mit Nachdruck daran, wenigstens eine erste Teilliste zumindest für die sogenannte makaronesische Region, die die Azoren, Madeira und die Kanaren umfaßt, fertigzustellen. Der Zeitplan für 1998 hinsichtlich der jeweils notwendigen Vorbereitungstreffen für die übrigen Regionen kann Tab. 6 entnommen werden, bei diesen Treffen werden die bisherigen Gebietslisten mit Sachverständigen der jeweils betroffenen biogeographischen Regionen erörtert. Rückschauend ist festzuhalten, daß die beiden Treffen zur Vorbereitung der makaronesischen Region äußerst erfolgreich verlaufen sind und dazu geführt haben, daß nach gegenwärtigem Stand sogar aufgrund ihres hohen Anteils an endemischen Arten und Habitaten mehr als 30% der betroffenen Fläche der biogeographischen Region für den Natura 2000 Schutz vorgesehen werden wird.

Region	1. Treffen	2. Treffen
Alpine	19. – 21.10.97	5. – 7.7.98
Atlantische	04. – 05.06.98	XII/98
Boreale	30. – 31.03.98	X/98
Kontinentale	14. – 15.09.98	III/99
Mediterrane	01. – 03.02.98	XI/98

Tab. 6: Zeitplan für die Treffen der biographischen Regionen (Stand: Anfang 1998)

Deutschland war bisher nur vom 1. Treffen der alpinen Region berührt, da die bayesischen Datenblätter jedoch bis zu diesem immer noch nicht in Brüssel eingegangen waren, war eine Einbeziehung der deutschen Vorschläge für den Alpenraum noch nicht möglich. Ob wenigstens zum 2. Treffen der alpinen Region die notwendigen

Formblätter und Gebietskarten vollständig vorliegen und Deutschland nicht auch bei dem Treffen der atlantischen Region oder der kontinentalen Region unrühmlich auffällt, werden die folgenden Monate zeigen.

4. Flankierende Maßnahmen der Kommission zur Beschleunigung der Umsetzung

Angesichts der schleppenden Umsetzung in Deutschland und einzelnen anderen Mitgliedsstaaten stellt sich die Frage, was die Kommission tut, um durch geeignete flankierende Maßnahmen eine beschleunigte Umsetzung zu erreichen. Neben einer permanenten Erinnerung in Kommunikation mit den betroffenen Mitgliedsstaaten wirkt die Kommission in den folgenden drei Bereichen:

a) Rechtsmittel

Die seitens der Kommission vor dem EUGH betriebenen Vertragsverletzungsverfahren wurden bereits genannt. Im einzelnen haben diese Verfahren eine Reihe von Stufen zu durchlaufen, die dazu führen, daß bis es zu einem 1. EUGH-Urteil kommt, mehrere Jahre vergehen können. Das 2. EUGH-Urteil mit der Verhängung ggf. empfindlicher Geldstrafen mag dann jedoch wesentlich schneller folgen, zumal da die Kommission hier kein aufwendiges vorgeschaltetes Ermittlungsverfahren durchzuführen braucht.

Bisher ist im Umweltbereich durch den EUGH noch keine Geldstrafe verhängen worden, denn erst mit Inkrafttreten des Maastricht-Vertrages kann die Kommission in einem 2. Verfahren den EUGH erneut anrufen und in einer Reihe von Fällen, wo bereits EUGH-Urteile aus einem 1. Verfahren vorlagen, hatte bereits die Ankündigung, von diesem Mittel Gebrauch zu machen, zu einer unverzüglichen Umsetzung des 1. EUGH-Urteils geführt.

b) Finanzielle Anreize

Im Rahmen Ihres Förderprogrammes LIFE Natur fördert die Kommission seit 1996 nur noch dort Flächennaturschutzprojekte, wo die betroffenen Gebiete Teile des Netzwerkes Natura 2000 sind. Jährlich sind dies Fördergelder von fast 100 Mio. DM mit steigender Tendenz, die zielgerichtet primär den gemeldeten Gebieten zu Gute kommen.

Empfindlicher noch mag jedoch treffen, daß die Kommission auch andere finanzielle Förderprojekte, wie insbesondere im Bereich Infrastrukturförderung oder Trans-europäische Verkehrs-Projekte auf Eis legt, sofern hinreichender Grund für die Annahme einer Vertragsverletzung des europäischen Naturschutzrechts besteht.

c) Public Relations

Durch die Herausgabe einer in 4 Sprachen erscheinenden Broschüre (EUROPÄISCHE KOMMISSION: GD XI, 1997a), eines regelmäßig erscheinenden Info-Blattes (EUROPÄISCHE KOMMISSION: GD XI, 1996 ff.) sowie Präsenz bei geeigneten Veranstaltungen oder selbst organisierten Treffen oder geeignete Presseinformationen hat die Kommission insbesondere in den vergangenen drei Jahren ihre Anstrengungen im public relations Feld erheblich gesteigert.

5. Schlußbetrachtung hinsichtlich Deutschland und Habitatrichtlinie

Der ehemalige Umweltminister Schleswig-Holsteins, Prof. Dr. HEYDEMANN, hat den Satz geprägt, für den Schutz der Natur sei Zeit die knappste Ressource. Dies gilt auch, gerade und insbesondere für die Habitatrichtlinie und ihre Umsetzung.

Das Vertagen notwendiger Bundestagsbeschlüsse zur Umsetzung der Richtlinie, ja sogar das Aufkündigen von Kompromissen des Vermittlungsausschusses standen im schroffen Gegensatz zu europäischem Naturschutznotwendigkeiten.

Umso erfreulicher ist, daß Bundestag und Bundesrat Ende März 1998 endlich die Chance genutzt haben, einen zwischen Bund und Ländern im Vermittlungsausschuß ausgehandelten und in einer weiteren Verhandlungsrunde dort bestätigten Kompromiß zur Umsetzung der Habitat-Richtlinie in deutsches Recht aufzugreifen.

Damit nicht Deutschland der letzte Mitgliedsstaat wird, der die Richtlinie nicht hinreichend umgesetzt hat, und um ein zweites Verfahren vor dem Europäischen Gerichtshof mit ggf. einem Bußgeld in Millionenhöhe auszuschließen, ist nun die unverzügliche rechtliche Umsetzung auf Länderebene notwendig, sowie eine vollständige Benennung der Natura 2000 Gebiete.

6. Literaturverzeichnis

- BADER, D. & MAY, M. (1992): EG und Naturschutz-Instutionalisierung, Regelungslage und Verknüpfung zu anderen Politikbereichen; Economica-Verlag Bonn, 193 Seiten
- BRANDSTETTER, G. (1996): Chronologisches Lexikon der europäischen Integration; Verlag Österreich, Wien, 287 Seiten
- EUROPÄISCHE KOMMISSION, GD XI (1996): Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne, version EUR15, Bruxelles, 109 p. (auch in englischer Fassung veröffentlicht).
- EUROPÄISCHE KOMMISSION, GD XI (1996/ff.): Natura 2000 – Naturschutz-Infoblatt der Europäischen Kommission, (seit 1996, 3 mal jährlich, 8 Seiten)
- EUROPÄISCHE KOMMISSION, GD XI (1997 a): Natura 2000 – Erhaltung unseres Naturerbes, Brüssel (Broschüre, 16 Seiten, auch in französischer, englischer und spanischer Fassung erschienen).

- EUROPÄISCHE KOMMISSION, GD XI (1997 b): Natura 2000 – Special Protection Areas, Zones de Protection Special, Besondere Schutzgebiete; Brüssel, 67 S.
- EUROPARAT (1979): Übereinkommen vom 19.9.1979 über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (Berner Übereinkommen) BgBl. II 1984, S. 618 ff.
- ETTL, G. & TESKE, H. & WEILER, H. (1996): EU-ABC Lexikon für Politik, Recht, Wirtschaft, Steuern, Finanzen, Institutionen; Economica-Verlag, 327 Seiten.
- IVEN, K. (1996): Schutz natürlicher Lebensräume und Gemeinschaftsrecht. Natur und Recht, 18. Jahrgang, 373-380.
- JULIEN, B. (1997): La Politique de l'Union Européenne sur les Zones protégées: Le Réseau Natura 2000 des zones spéciales de conservation; Gibier Faune Sauvage, Game Wildl. 14 (2), S. 141-156.
- RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1979): Richtlinie 79/409/EWG des Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (Abl. EG Nr. L. 103, S. 1 ff.)
- RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1992): Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume, sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Abl. EG Nr. L. 206 S. 7 ff)
- SCHMIDT-RÄNTSCH, A. & J. (1990): Leitfaden zum Artenschutzrecht; Köln, 488 S.
- SSYMANK, A. (1994): Neue Anforderungen im europäischen Naturschutz. Das Schutzgebietssystem Natura 2000 und die FFH-Richtlinie der EU- Natur und Landschaft 72 (11): 477-480
- SSYMANK, A. et al. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000 – Deutsches Handbuch zur Umsetzung der FFH-Richtlinie und der Vogelschutzrichtlinie, Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Bd. 53 (erscheint voraussichtlich Frühjahr 1998)
- STUFFMANN, Claus (1994): La politica europea per la conservazione della natura, estratto da „Atti dell'Academia dei Georgotili“. Anno 1994 – Settima Serie, Vol. XL I (170° dell'inizio), p. 183-191.
- WEIDENFELS, W. & WESSELS, W.(1997): Europe from A to Z – Guide to European Integration; Luxembourg , 266 p.
- WWF (1997 ff.): Spotlight on Natura 2000, WWF – European Policy Office Brussels Belgium (Infoblatt, ca. 12 Seiten pro Ausgabe, erscheint alle 1-2 Monate).

Oliver Schall, Dréve de Nivelles 91, B-1150 Bruxelles

Die Orchideen in der neuen Flora: "Die Farn- und Blütenpflanzen Baden - Württembergs"

Helmut Baumann und Siegfried Künkele
Mit 3 Anlagen

Zusammenfassung:

Die neue Flora von Baden-Württemberg wird kurz vorgestellt. Jede Art wird in den Abschnitten Nomenklatur, Morphologie, Blütezeit, Biologie, Variabilität, Allgemeine Verbreitung, Verbreitung in Baden-Württemberg (Raster-Verbreitungskarten auf Quadrantenbasis) und Ökologie abgehandelt und durch ein Farbbild illustriert. Bei den in Band 8 bearbeiteten Orchideen finden sich zusätzliche Angaben zu den ältesten Belegen (Herbar, Abbildung, Literatur), zu den Typen und ihrer Herkunft (Holo-, Lecto-, Neotypus), zu den tiefsten und höchsten Vorkommen (Baden-Württemberg, Alpenländer und Europa), zu den Fruchtansätzen von Populationen, sowie zu den Hybriden.

Summary:

The new flora of Baden-Württemberg will be presented. Each species is demonstrated by a passage of nomenclature, morphology, flowering-period, biology, variation, ecology and local distribution. The grid maps have quadrant plots. Each species is illustrated with a color photo. The accounts for the species of orchids in volume 8 give supplementary notes on the oldest documents (herbarium, illustration, literature), on the type and its origin (holo-, lecto-, neotype), on the lowest and highest localities (Baden-Württemberg, Alpine countries and Europe) on the fruitsets of populations and on the hybrids.

Baden - Württemberg besitzt weltweit die längste floristische Tradition. Alle drei "Väter der Botanik" erwähnen oder bilden bereits in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts nicht nur Kultur-, sondern auch wildwachsende Pflanzen aus dem Gebiet des späteren Landes Baden-Württemberg ab. Otto BRUNFELS (1498 - 1534) beschäftigte sich mit Pflanzen vom Oberrhein aus der Umgebung von Straßburg, Hieronymus BOCK (1498 - 1554) mit denen aus dem Schwarzwald, dem Odenwald und dem Mittelrhein und Leonhart FUCHS (1501 - 1566) mit deutlichem Schwerpunkt aus der Umgebung von Tübingen. Eine Reihe von europäischen Orchideen wurden von BRUNFELS und FUCHS erstmals abgebildet. Einige Lectotypen konnten auf diese Holzschnitte zurückgeführt werden (BAUMANN, KÜNKELE u. LORENZ 1989, 1990). Bei BRUNFELS (1530) ist es die Abbildung von *Spiranthes spiralis*, bei FUCHS (1542) sind es die von *Gymnadenia conopsea*, *Listera ovata*, *Orchis militaris* und *Orchis morio*. Hieronymus HARDER (1523 - 1607) gilt als der erste Pflanzenliebhaber, der in Deutschland echte Herbarien anlegte. Zwischen 1562 und

1607 botanisierte er im Raum Geislingen / Ulm und fertigte 11 Pflanzensammlungen an, in denen sich auch verschiedene Orchideen befinden. Von seinem Sohn Johannes HARDER (ca. 1563 - 1606) sind 2 weitere bekannt. Ende des 16. Jahrhunderts finden sich zahlreiche weitere Angaben von Johann BAUHIN (1541 - 1612), den mehrere Exkursionen nach Baden - Württemberg führten. Von ihm stammt auch die erste Gebietsflora (1598), die er über einen Sommer- und Herbstaufenthalt im Jahre 1596 in Bad Boll ("De stirpibus quas Bollensis & vicinus ager suppeditat") zu Papier gebracht hatte. Einen Überblick über die botanische Literatur bis 1800 aus dem Lande gibt die Anlage 1.

Sieht man von den von H. HOFFMANN ab 1867 aus dem Mittelrheingebiet publizierten Punktverbreitungskarten einmal ab, dann betraf das erste botanische Kartierungsunternehmen (EICHLER, GRADMANN u. MEIGEN 1905-1927) wiederum das heutige Baden-Württemberg mit einer Fläche von 35 751 km². Bearbeitet wurden 296 Pflanzenarten, darunter 13 Orchideen. Das sehr sorgfältige Verzeichnis der Fundorte gilt heute als besonders wertvoll. Bereits die erste Lieferung von 1905 regte Richard NEUMANN (1884-1910) zu einem erneuten Anlauf an, die gesamten badischen Orchideen zu erfassen. In ähnlicher Weise legte Adolf MAYER (1871-1952) 1913 ein Fundortverzeichnis für Württemberg und Hohenzollern vor (KÜNKELE 1996). Um diese Zeit verfügte Baden-Württemberg erstmals über eine überdurchschnittlich gute Bearbeitung seiner Orchideenflora. Die 2. Hälfte dieses Jahrhunderts ist gekennzeichnet durch den Übergang von Punktverbreitungskarten zu Rasterkarten. Der erste Höhepunkt war 1988 die Herausgabe des Verbreitungsatlanten für die Bundesrepublik Deutschland (HAEUPLER u. SCHÖNFELDER 1988) nach einer Bearbeitungszeit von 24 Jahren. Nach dem Datenschuß für dieses Unternehmen (1978 bzw. 1980) reiften allmählich die Überlegungen zu einem Nachschlagewerk der Farn- und Blütenpflanzen von Baden-Württemberg. Dieses liegt nunmehr als Werk von 8 Bänden vor (SEBALD et al. 1990-1998) und stellt ein neues Kapitel Botanikgeschichte für den deutschen Südwesten dar. Der Kern des Werks sind die Raster-Verbreitungskarten, die im Vergleich mit dem Bundesatlas für die 1161 Quadranten des Landes eine 4fach genauere Kartierung mit einer neuen Aktualitätsstufe (1970) zum Ausdruck bringen. Die Texte und Abbildungen der Pflanzen sind an einer Mängelliste von SUKOPP (1960) ausgerichtet. Er weist darauf hin, was in vielen deutschen Floren fehlt: es mangelt an ausreichenden Beschreibungen und Abbildungen der Pflanzen, an genaueren Daten zur lokalen Verbreitung, insbesondere zur Höhenverbreitung und schließlich fehlen Angaben über die ersten Beobachtungen im Gebiet. Im Rückblick auf eine über 30jährige Beschäftigung kann bei den Orchideen festgestellt werden, daß ein auf Fortschreibung ausgerichteter Abbau der Kenntnislücken mehr als nur ein Anfang ist.

Die ältesten Belege zur Orchideenflora von Baden-Württemberg sind in Anlage 2 zusammengestellt. Sie zeigt, daß bei 30 Taxa (52,6%) die Nachweise bis in das 16. Jahrhundert zurückreichen.

Die systematische Anordnung folgt der Einteilung von HEYWOOD (1978). Als entwicklungsgeschichtlich jüngste Pflanzenfamilie werden die Orchideen daher am Schluß von Band 8 abgehandelt. In Baden-Württemberg gibt es 26 Gattungen mit 55 Arten und 2 Unterarten. Die wissenschaftlichen und deutschen Pflanzennamen richten sich nach den Vorarbeiten von BAUMANN u. KÜNKELE (1982, 1988). Bei jeder Art findet sich eine Zusammenstellung über einen möglichen Typus (Holo-, Lecto- oder Neotypus) und seine Herkunft (BAUMANN, KÜNKELE u. LORENZ 1989, 1990). Neue Typisierungen wurden bei *Ophrys apifera* Huds., *Orchis fuchsii* Druce, *Orchis palustris* Jacq. und *Orchis purpurea* Huds. vorgenommen. Bei *Cypripedium calceolus* L. konnte die bisherige Rekonstruktion der Herkunft verbessert werden. Sie betrifft jetzt Bayern, Schonen bei Augsburg, 1564. Möglicherweise handelt es sich um den Ort Schober (8331/1), der zwischen Füssen und Steingaden liegt. Auf einer französischen Karte des 17. Jahrhunderts ("Circle de Bavarie") wird er als "Schoben" geführt. Nach SCHÖNFELDER & BRESINSKY (1990: 691, Nr. 2442) besitzt der Frauenschuh in diesem Raum rezente Vorkommen. Jede Art wurde unter den Stichworten Morphologie, Blütezeit, Biologie, Variabilität und Ökologie abgehandelt. Als Grundlage dieser Beschreibungen dienten in Baden-Württemberg im Felde neu erhobene Daten. Ein eigener Block bildet die Zusammenstellung von Orchideenbastarden im Lande. Es handelt sich um eine kritische Aufarbeitung, bei der eine ganze Reihe von "Kunstprodukten" eliminiert werden konnte. Die intermediären Eigenschaften von mehreren populationsweise auftretenden Kreuzungen werden durch 30 Streudiagramme demonstriert. Zwei Bastarde wurden neu beschrieben. Auf Grund einer internen Arbeitsteilung wurden diese Teile von H. BAUMANN übernommen. Nomenklatur, Allgemeine Verbreitung, Verbreitung in Baden-Württemberg, Erstnachweise sowie die Erstellung der Verbreitungskarten lag in den Händen von S. KÜNKELE. Grundlage der Verbreitungskarten und der Fundortkataloge bilden die Karteien KÜNKELE, der Staatlichen Museen für Naturkunde in Stuttgart und Karlsruhe, des Arbeitskreises Heimische Orchideen Baden-Württemberg, der Landesanstalt für Umweltschutz in Karlsruhe und der Biotopkartierung. Gattungsbeschreibungen, Bestimmungsschlüssel, Bestand und Bedrohung wurden gemeinsam von S. KÜNKELE und H. BAUMANN bearbeitet. Bei seltenen Arten wurde ein Fundortkatalog beigefügt, aus dem MTB- Quadrant, Fundort, Beobachtungsjahr und Quelle ersichtlich sind. Bei häufigeren Arten wurde in der Regel nur auf Ausdünnungen der horizontalen Verbreitung hingewiesen. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die vertikale Verbreitung gelegt. Aus Platzgründen mußte leider auf Höhenrasterkarten (KÜNKELE 1996) verzichtet werden. Für jede Art wird jedoch der jeweils tiefste und höchste Wert im Untersuchungsgebiet angegeben. Diese Grenzwerte wurden gesondert für die angrenzenden Alpenländer (Deutschland, Frankreich, Schweiz, Liechtenstein, Österreich, Italien, Slowenien) und für Europa aus den Unterlagen des "OPTIMA- Projektes: Kartierung der mediterranen Orchideen" ausgewiesen. Sie sind in Anlage 3 zusammengefaßt. Die Zusammenstellung kann keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Die Autoren möchten ausdrücklich zur Mitarbeit aufrufen. Soweit die Höchstwerte außerhalb von Europa liegen, werden

diese ebenfalls vermerkt. Die Angaben zum Indigenat der Orchideen zeigen, daß alle vorkommenden Arten als urwüchsig eingestuft werden müssen. Den Rasterverbreitungskarten liegen die entsprechenden Meßtischblätter (topographische Karten 1 : 25 000) zugrunde. Das Rastergrundfeld ist ein sogen. Quadrant, ein Viertel eines Meßtischblattes. Es umfaßt durchschnittlich eine Fläche von 6,2 x 5,55 km. Da pro Rasterfeld stets nur ein Punkt in einheitlicher Größe ausgedruckt werden konnte, kann daraus keine Häufigkeitsverteilung abgeleitet werden. Unterschiedliche Signaturen zeigen dagegen vier verschiedene Zeiträume. Volle Kreise beinhalten eine Beobachtung nach dem 01.01.1970, dreiviertelvolle Kreise eine solche zwischen 1945 und 1969, halbvolle Kreise eine solche zwischen 1900 und 1944 und leere Kreise eine Beobachtung vor 1900. Ein jüngeres Datum (Aktualisierung) verdrängt stets einen älteren Hinweis. Von jeder Art wurden die Fruchtansätze von meist 2 verschiedenen Populationen ermittelt. Die Verteilung der Kapseln am Fruchtstand sowie die Höhe der Fruchtansätze geben wichtige Hinweise auf die Art der Bestäubung (Allo- oder Autogamie).

Jede Orchideenart und viele Hybriden werden mit 1 - 2 Bildern dokumentiert. Die Aufnahmen zeigen die Art am natürlichen Wuchsort im Lande. Darüberhinaus konnten fast alle ausgereiften Fruchtstände, oft im Vergleich mit verwandten Arten oder häufigeren Hybriden, abgebildet werden. Auf Grund dieser Merkmale lassen sich die meisten Arten und erstaunlicherweise auch viele Hybriden unterscheiden. Alle Farbbilder stammen von H. BAUMANN und sind mit einer Legende versehen, aus der Wuchsort und Aufnahmedatum hervorgehen.

Literatur

- BAUMANN, H. & KÜNKELE, S. (1982): Die wildwachsenden Orchideen Europas. - Stuttgart.
 BAUMANN, H. & KÜNKELE, S. (1988): Die Orchideen Europas. - Stuttgart.
 BAUMANN, H. & KÜNKELE, S. & LORENZ, R. (1989): Die nomenklatorischen Typen der von LINNAEUS veröffentlichten Namen europäischer Orchideen. - Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 21 (3): 355-700.
 BAUMANN, H. & KÜNKELE, S. & LORENZ, R. (1990): Zur Typisierung der von LINNAEUS beschriebenen europäischen Orchideen. - Jb. Naturwiss. Ver. Wuppertal 43: 71-79.
 EICHLER, J. & GRADMANN, R. & MEIGEN, W. (1905-1927): Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. - Stuttgart.
 HAEUPLER, H. & P. SCHÖNFELDER (Hrsg., 1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. - Stuttgart.
 HEYWOOD, V. H. (1978): Flowering plants of the world. - Oxford.
 KÜNKELE, S. (1996): Beiträge zur horizontalen und vertikalen Verbreitung der Orchideen von Baden-Württemberg. - Jour. Eur. Orch. 28(1): 3-83.
 SCHÖNFELDER, P. & A. BRESINSKY (1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. - Stuttgart.
 SEBALD, S. & SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. (Hrsg., 1990, 1992): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 1-4. - Stuttgart.
 SEBALD, S. & SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. & WÖRZ, A. (Hrsg., 1996, 1998): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 5-8. - Stuttgart.

SUKOPP, H. (1960): Übersicht über die in der Zeit von 1945 bis 1959 erschienenen Gefäßpflanzenfloren Deutschlands, mit allgemeinen Bemerkungen zur Abfassung von Floren. - Willdenowia 2: 563-568.

Dr. Helmut Baumann, Beethovenstraße 45, 71032 D-Böblingen

Dr. Siegfried Künkele, Blumenstraße 6, 70839 D-Gerlingen

Anlage 1: Botanische Literatur Baden-Württembergs bis 1800

- BRUNFELS, O. (1530):** Herbarium vivae eicones ad nature imitationem summa cum...Straßburg
(1531): Novi Herbarii tomus 2 Per Oth. Brunf. recens editus 1531. *Continens*,...Straßburg
(1532): Contrafayt Kreuterbuch nach rechter vollkommener art und beschreibung...Straßburg
(1536): Tomus herbarii Othonis Brunfelsii 3, corollariis operi praefixis, quibus...Straßburg
(1537): Ander Theyl des teutschen Contrafeyten Kreuterbuchs. Durch D. Otth. Brunfels. Straßburg
- BOCK, H. (1539):** Neu Kreuter Buch von Unterscheydt Würckung und Namen der kreutter...Straßburg
(1546): Kreuter Buch von Unterscheydt Würckung und Namen der Kreuter, so in Deutschen...Straßburg
(1595): Kreutterbuch...bearbeitet von M. Sebiz & N. Ager. Straßburg
- FUCHS, L. (1542):** De Historia stirpium Commentarii insignes maximis impensis et vigiliis elaborati...Basel
(1543): New Kreuterbuch, in welchem nit allein die gantz Historie, das ist, namen, gestalt, statt und...Basel
(ca. 1565): Commentariorum de Historia stirpium valde illustrium. Manuskript
- THEODOR, J. (1588):** Neww Kreuterbuch mit schönen, künstlichen und leblichen Figuren und...Frankfurt
(1590): Eicones plantarum seu stirpium arborum, nempe fruticum, herbarum, fructuum, lignorum...Frankfurt
(1591): Das ander Teil digerirt und vollbracht durch N. Braun. Frankfurt
- SPRENGER, P.S. (1597):** Horti medici catalogus arborum, fruticum ac plantarum...Frankfurt
- BAUHIN, J. (1598):** Historia nova et admirabilis fontis balneique Bollensis in Ducato Wirtembergico...Montbeliard
- BAUHIN, C. (1622):** Catalogus plantarum circa Basileam sponte nascentium cum earundem synonymiis...Basel
- SCHOEPEF, J. (1622):** Hortus Ulmensis, Ulmischer Paradiß Garten, d.i. ein Verzeichnuss und Register der Simplicien...Ulm
- BAUHIN, J., J.H. CHERLER & D. CHABREY (1650-51):** Historia plantarum universalis novae et...Yverdon
- DUVERNOY, J.G. (1722):** Designatio plantarum circa Tubingensem Arcem florentium. Tübingen
- LEOPOLD, J.D. (1728):** Deliciae sylvestres florum Ulmensis oder Verzeichnuss derer Gewächse, welche in des...Ulm
- HALLER, A. v. (1742):** Enumeratio methodica stirpium Helvetiae indigenarum. Göttingen
- EHRHART, J.B. (1753-1762):** Oeconomische Pflanzenhistorie nebst dem Kern der...12 Bde. Ulm und Memmingen
- WEINMANN, J.G. (1764):** Diss. bot. medica, Präs. Ph. Fr. Gmelin...Tübingen
- VULPIUS, S. (1766):** Spicilegium florum Stuttgardiensis. Stuttgart.
- STAHL, J.F.S. (1769):** Arboretum et fruticetum Württembergicum. Tübingen

- GMELIN, J.F. (1772):** Enumeratio stirpium agri Tubingensi indigenarum. Tübingen
(1775): Abhandlung von den giftigen Gewächsen, welche in Teutschland und vornehmlich in Schwaben...Ulm
- POLLICH, J.A. (1776-77):** Historia plantarum in Palatinatu electorali sponte nascentium incepta,...Mannheim
- GMELIN, J.F. (1779):** Abhandlung von den Arten des Unkrauts auf den Aeckern in Schwaben. Lübeck
- KERNER, J.S. (1783-92):** Beschreibung und Abbildung der Bäume und Gesträuche, welche in dem...Stuttgart
(1786): Flora Stuttgartiensis oder Verzeichnis der um Stuttgart wildwachsenden Pflanzen. Stuttgart
(1786): Giftige und essbare Schwämme welche sowohl im Herzogthum Wirtemberg als auch im ...Stuttgart
(1786-96): Abbildung aller ökonomischen Pflanzen. 8 Bde. Stuttgart
- ROESLER, G.F.R. (1788, 1790, 1791):** Beyträge zur Naturgeschichte des Herzogthums Wirtemberg...Tübingen
- VULPIUS, S. (1791):** Zwanzigster Brief und Spicilegium florum Stuttgardiensis 1786-1788.-Beytr. für Naturk. 6.Hannover, Osnabrück
- ROTH v. SCHRECKENSTEIN, F. (1797):** Versuch einer Flora der Gegend um Immendingen an der Donau. Handschrift.
- WIBEL, A.W.E.C. (1797):** Primitiarum Florae Werthemensis sistens Prodromum. Jena
(1799): Primitiae florum Werthemensis. Jena
- ROTH v. SCHRECKENSTEIN, F. (1798):** Beiträge zu einer schwäbischen Flora.- Bot. Taschenbuch für das Jahr 1798
(1799): Verzeichnis sichtbar Blühender Gewächse, welche um den Ursprung der Donau und des Nekars,... Winterthur
(1800): Verzeichnis der Schmetterlinge, welche um den Ursprung der Donau und des Nekars..vorkommen. Tübingen
- ANONYMUS (ca. 1799):** Phantasien und botanische Bemerkungen auf einer Fussreise durch die schwäbische Alpe. Von einem Weltbürger und Freunde der Naturwissenschaften. Neue Ausgabe. Hall am Kocher.

Anlage 2: Die ältesten Belege zur Orchideenflora von Baden-Württemberg

a) = Literatur, b) = Bildbeleg, c) = Herbarbeleg

1. *Aceras anthropophorum*

- a) Am Grenzacher Horn, ca. 1740 B. Stähelin (Haller 1742: 267).
- b) -
- c) -

2. *Anacamptis pyramidalis*

- a) Bad Überkingen (Leopold 1728: 116)
- b) Tübingen, ca. 1538 (Fuchs 1542: 556)
- c) Grötzingen, 1799, leg. C.C. Gmelin (KR)

3. *Cephalanthera damasonium*

- a) Teck, 1596 (J. Bauhin 1598: 190); Heidelberg (Sprenger 1597).
- b) -
- c) Bad Überkingen, 1576, leg. H. Harder

4. *Cephalanthera longifolia*

- a) Stuttgart - Botnang (Vulpus 1791: 74)
- b) -
- c) Bauschlott, 1786, leg. C.C. Gmelin (KR)

5. *Cephalanthera rubra*

- a) Heidelberg (Sprenger 1597)
- b) Tübingen, ca. 1550, L. Fuchs (Seybold 1986: 60-61)
- c) Bad Überkingen, 1574-1576, leg. H. Harder

6. *Coeloglossum viride*
a) Bad Überkingen (Leopold 1728: 120)
b) Tübingen, vor 1564 L. Fuchs (Seybold 1986: 130)
c) Lochenstein bei Balingen, leg. Offerdinger (J.F. Gmelin 1779: 275)
7. *Corallorrhiza trifida*
a) Herrlingen bei Ulm (Leopold 1728: 123)
b) -
c) Bachzimmern, 1790, leg. C.C. Gmelin (Neumann 1905: 26)
8. *Cypripedium calceolus*
a) Geislingen - Göppingen, 1564 (A. Occo III. in Gesner 1577: 96v)
b) -
c) Bad Überkingen, 1574-1576, leg. H. Harder
9. *Dactylorhiza fistulosa*
a) Tübingen (Duvernoy 1722: 106)
b) -
c) Ulm, 1579-1599, leg. H. Harder
10. *Dactylorhiza incarnata subsp. incarnata*
a) Ulm (Schoepf 1622: 57)
b) -
c) Ulm, ca. 1590, leg. H. Harder
11. *Dactylorhiza incarnata subsp. ochroleuca*
a) Binninger Ried (Klein 1891: 90)
b) -
c) Ummendorfer Ried, 1910, leg. A. Mayer (TUB)
12. *Dactylorhiza latifolia*
a) Schwarzwald bei Griesbach, 1594 J. Bauhin (1651: 776)
b) -
c) Mannheim, Käfertaler Wald u. am Relaishaus, 1838 leg. Döll (KR)
13. *Dactylorhiza maculata*
a) Griesbacher Tal, 1594 J. Bauhin (1651: 774-775)
b) Tübingen, 1538-1540 (Fuchs 1542: 713)
c) Bad Überkingen, 1574, leg. H. Harder
14. *Dactylorhiza traunsteineri*
a) Wurzacher Ried (Valet 1860: 10)
b) -
c) Wurzacher Ried, 1858, leg. Valet (STU)
15. *Epipactis atrorubens*
a) Waldhausen bei Tübingen (Schübler 1822: 42)
b) -
c) Geislingen, 1562, leg. H. Harder
16. *Epipactis helleborine*
a) Heidelberg (Sprenger 1597)
b) Tübingen, 1550, L. Fuchs (Seybold 1986: 62)
c) Bad Überkingen, 1574-1576, leg. H. Harder
17. *Epipactis leptochila*
a) Renningen, 1962 H. Hauser (Seybold 1968: 180)
b) -
c) Reiseltingen, 1971, leg. S. Künkele (STU)
18. *Epipactis microphylla*
a) Immendingen, Roth von Schreckenstein (1798: 118)
b) -
c) Immendingen, 1795, leg. F. Roth von Schreckenstein

19. *Epipactis muelleri*
 a) Tuttlingen, 1917 E. Rebholz (Zimmermann 1922: 235)
 b) -
 c) Arnegg, 1910, leg. K. Bertsch (STU, rev. S. Künkele)
20. *Epipactis palustris*
 a) Roßberg, Nebelhöhle u. bei Balingen (J.F. Gmelin 1772: 277)
 b) Tübingen, ca. 1550 L. Fuchs (Seybold 1986: 58)
 c) Ulm, 1594, leg. H. Harder
21. *Epipactis purpurata*
 a) Zimmern, leg. M. Fiek (Hegelmaier 1890: 137)
 b) -
 c) Eßlingen, 1833, leg. Hochstetter (TUB, rev. A. Mayer)
22. *Epipogium aphyllum*
 a) Konstanz (Roth von Schreckenstein 1799: 45)
 b) -
 c) Bad Steinbach, 1791, leg. C.C. Gmelin (KR)
23. *Goodyera repens*
 a) Kembs (Roth von Schreckenstein 1798: 117)
 b) -
 c) Meersburg u. Konstanz, 1805, leg. C.C. Gmelin (KR)
24. *Gymnadenia conopsea*
 a) Ulm (Schoepf 1622: 52)
 b) Oberrhein bei Straßburg, 1529 (Brunfels 1530: 106)
 c) Bad Überkingen, 1574-1576, leg. H. Harder
25. *Gymnadenia odoratissima*
 a) Ulm (Leopold 1728: 120)
 b) -
 c) Pforzheim, 1821, leg. Sell (KR)
26. *Hammarbya paludosa*
 a) Waghäusel, 1818 C.C. Gmelin (1826: 638)
 b) -
 c) Reichenbach, 1829, leg. Rösler (STU)
27. *Herminium monorchis*
 a) Ulm (Leopold 1728: 119)
 b) Tübingen, ca. 1560 L. Fuchs (Seybold 1986: 132)
 c) Ulm, 1579-1599, leg. H. Harder
28. *Himantoglossum hircinum*
 a) Ulm (Schoepf 1622: 59)
 b) -
 c) Grötzingen, 1787, leg. C.C. Gmelin (KR)
29. *Limodorum abortivum*
 a) Oberschaffhausen (Ittner 1819: 370)
 b) -
 c) -
30. *Listera cordata*
 a) Ulm (Leopold 1728: 115)
 b) -
 c) Belchen, 1792, leg. C.C. Gmelin
31. *Listera ovata*
 a) Tübingen, 1540 L. Fuchs (1542: 567)
 b) Oberrhein bei Straßburg, 1529 O. Brunfels (1530: 181-182)
 c) Bad Überkingen, 1574, leg. H. Harder

32. *Liparis loeselii*
 a) Böhlingen, 1814 C.C. Gmelin (1826: 638)
 b) -
 c) Waghäusel, 1822 leg. W. Gaertner (TUB)
33. *Malaxis monophyllos*
 a) Lorch, 1874
 b) -
 c) Lorch, 1872, leg. Luidhardt u. Seeger
34. *Neottia nidus-avis*
 a) Grenzacher Horn (C. Bauhin 1622: 24)
 b) -
 c) Bad Überkingen, 1574, leg. H. Harder
35. *Nigritella nigra*
 a) Bonndorf (Döll 1866: 32)
 b) -
 c) Bonndorf, 1865, leg. Nägele
36. *Ophrys apifera*
 a) Ulm (Schoepf 1622: 52)
 b) -
 c) -
37. *Ophrys araneola*
 a) Schönberg bei Ebringen, 1885 J. Ruppert (Neumann 1905: 12)
 b)
 c) Pfullingen, 1830 leg. Sautermeister (STU, rev. S. Künkele)
38. *Ophrys holoserica* subsp. *holoserica*
 a) Waldhausen bei Tübingen (J.F. Gmelin 1722: 272)
 b) Oberrhein bei Straßburg, 1529 O. Brunfels (1530: 105)
 c) Bad Überkingen, 1574-1576, leg. H. Harder
39. *Ophrys holoserica* subsp. *elatior*
 a) Kappel (Schildknecht 1855: 12)
 b) -
 c) Breisach, 1894, leg. H. Maus
40. *Ophrys insectifera*
 a) Grenzacher Horn, ca. 1600 C. Bauhin (Haller 1742: 268)
 b) Oberrhein zwischen Worms und Basel, W. Turner (1562: 128)
 c) Bad Überkingen, 1574-1576, leg. H. Harder
41. *Ophrys sphegodes*
 a) Grenzacher Horn, ca. 1600 C. Bauhin (Haller 1742: 269)
 b) -
 c) Bad Überkingen, 1576, leg. H. Harder
42. *Orchis coriophora*
 a) Ulm (Schoepf 1622: 59)
 b) Tübingen, ca. 1550 L. Fuchs (Seybold 1986: 86)
 c) Ulm, 1579-1599, leg. H. Harder
43. *Orchis mascula*
 a) Ulm (Schoepf 1622: 40)
 b) Tübingen, ca. 1538 L. Fuchs (Seybold 1986: 68)
 c) Ulm, 1594-1599, leg. H. Harder
44. *Orchis militaris*
 a) Ulm (Schoepf 1622: 40)
 b) Oberrhein bei Straßburg, 1529 O. Brunfels (1530: 104)
 c) Bad Überkingen, 1574-1576, leg. H. Harder

45. *Orchis morio*
 a) Ulm (Schoepf 1622: 40)
 b) Oberrhein bei Straßburg, 1529 O. Brunfels (1530: 104)
 c) Ulm, 1579-1594, leg. H. Harder
46. *Orchis pallens*
 a) Urach - Reutlingen, 1543 V. Cordus (Gesner 1561: 129)
 b) Schwäb. Alb, 1543-1557, L. Fuchs (Seybold 1986: 104)
 c) Weil der Stadt, 1826, leg. Dr. Gärtner (STU)
47. *Orchis palustris*
 a) Konstanz (C.C. Gmelin 1808: 542)
 b) Oberrhein bei Worms, ca. 1585 J. Theodor (Künkele u. Lorenz 1988: 298-300)
 c) Langenauer Ried, 1819, leg. Ehekircher (STU)
48. *Orchis purpurea*
 a) zwischen Dornstetten u. Nagold, 1595 J. Bauhin (Seybold 1983: 492)
 b) Oberrhein bei Straßburg, 1529 O. Brunfels (1530: 103)
 c) Ulm, 1579-1594, leg. H. Harder
49. *Orchis simia*
 a) Kaiserstuhl (C.C. Gmelin 1808: 538)
 b) -
 c) Oberrotweil, ca. 1830, leg. Frank, Jung u. Loudet (KR)
50. *Orchis spheculii*
 a) Nagold (Öffinger 1845: 2)
 b) -
 c) Nagold, 1848, leg. Bührlein (STU)
51. *Orchis ustulata*
 a) Ulm (Schoepf 1622: 40)
 b) Tübingen, 1541-1543 L. Fuchs (1543: 315)
 c) Ulm, 1579-1599, leg. H. Harder
52. *Platanthera bifolia*
 a) Griesbacher Tal, 1594 J. Bauhin (1651: 771)
 b) Tübingen, ca. 1538 L. Fuchs (1542: 710)
 c) Ulm, 1579-1599, leg. H. Harder
53. *Platanthera chlorantha*
 a) Adelegg, 1832 Schübler u. Zeller (Lingg 1832: 27)
 b) -
 c) Ulm, ca. 1594, leg. H. Harder
54. *Pseudorchis albida*
 a) Feldberg (Roth von Schreckenstein 1798: 117)
 b) -
 c) Feldberg, 1807, leg. C.C. Gmelin
55. *Spiranthes aestivalis*
 a) Heidelberg, 1818 Griesselich (1836: 84)
 b) Eßlingen, leg. Hochstetter (Reichenbach 1824: 196)
 c) Eßlingen, 1824, leg. Hochstetter (TUB)
56. *Spiranthes spiralis*
 a) Heidelberg, 1569-1571 P. Turner (J. Bauhin 1651: 769)
 b) Oberrhein bei Straßburg, 1529 O. Brunfels (1530: 105)
 c) -
57. *Traunsteinera globosa*
 a) Neuffen (Schübler 1822: 55)
 b) Schwäb. Alb, ca. 1550 L. Fuchs (Seybold 1986: 96)
 c) Feldberg u. St. Wilhelmstal, 1820, leg. Spenner (KR)

Anlage 3: Die vertikale Verbreitung der Orchideen in Baden-Württemberg und in den Alpenländern

Taxa	Bad.-Wurt	Deutschland	Frankreich	Schweiz	Liechtenstein	Österreich	Italien	Slowenen	Europa
Aca. ant.	120 - 780	120 - 780	5 - 1580	200 - 1240	-	500	5 - 1570	-	5 - 1570
Ana. pyr.	110 - 870	110 - 870	0 - 1900	270 - 1900	430 - 1360	300 - 1300	5 - 1560	20 - 1490	0 - 1900
Cep. dam.	95 - 950	10 - 1110	5 - 1890	200 - 1600	470 - 1400	200 - 1500	10 - 1940	50 - 1800	5 - 1940
Cep. lon.	144 - 950	10 - 1300	1 - 1930	200 - 1580	445 - 1480	300 - 1490	75 - 1940	20 - 1490	1 - 2000
Cep. rub.	98 - 970	10 - 1500	0 - 1900	200 - 1900	450 - 1440	300 - 1802	20 - 1910	285 - 1440	0 - 2400
Coe. vir.	95 - 1240	80 - 2280	1 - 2660	260 - 2710	470 - 2200	350 - 2700	80 - 2970	90 - 2180	1 - 2970
Cor. tri.	360 - 1150	50 - 1620	660 - 2000	300 - 2345	700 - 1700	400 - 1900	500 - 2150	150 - 1480	1 - 2345
Cyp. cal.	170 - 980	10 - 1540	500 - 1820	360 - 2000	440 - 1700	250 - 1850	500 - 2200	700 - 1500	0 - 2200
Dac. fis.	89 - 1430	2 - 1707	0 - 2370	360 - 2536	430 - 1900	120 - 2300	30 - 2250	180 - 1400	0 - 2536
Dac. inc.	89 - 920	2 - 1320	0 - 2200	350 - 2050	430 - 580	120 - 1800	12 - 2100	50 - 1490	0 - 2200
Dac. och.	398 - 680	38 - 850	450 - 570	380 - 540	440 - 490	180 - 500	-	-	2 - 850
Dac. lat.	98 - 1190	98 - 1200	300 - 2400	600 - 2200	-	300 - 2000	260 - 2280	280 - 1840	30 - 2400
Dac. mac.	98 - 1400	10 - 2000	2 - 2500	360 - 2400	430 - 2200	300 - 2100	30 - 2335	180 - 1560	0 - 2500
Dac. tra.	399 - 1450	399 - 1450	170 - 2000	330 - 2150	430 - 500	480 - 1600	245 - 1810	480 - 720	170 - 2150
Epipa. atr.	98 - 1010	5 - 1870	1 - 2360	400 - 2380	446 - 2030	250 - 2200	10 - 2390	180 - 1800	1 - 2390
Epipa. hel.	90 - 1400	5 - 1400	0 - 2360	300 - 1860	446 - 1830	180 - 1550	30 - 2000	50 - 1490	0 - 2360
Epipa. lep.	240 - 900	240 - 900	200 - 1550	200 - 1150	-	350 - 1450	-	-	200 - 1550
Epipa. rmc.	115 - 870	115 - 870	0 - 1600	350 - 1300	520 - 1045	300 - 820	20 - 1800	50 - 670	0 - 1800
Epipa. mue.	106 - 930	106 - 930	280 - 1500	435 - 1300	-	650	130 - 1590	340 - 1050	100 - 1590
Epipa. pal.	90 - 1170	5 - 1460	0 - 2225	260 - 1735	430 - 1260	120 - 1735	10 - 1700	50 - 1490	0 - 2225
Epipa. pur.	158 - 955	158 - 955	130 - 850	345 - 1230	590	250 - 1000	1050 - 1380	350 - 800	50 - 1380
Epipo. aph.	290 - 970	20 - 1500	400 - 1900	600 - 1800	800 - 1550	660 - 1550	400 - 1600	350 - 1100	80 - 1900
Goa. rep.	95 - 940	5 - 2070	0 - 1900	380 - 1850	560 - 1650	300 - 2070	360 - 2045	350 - 1000	0 - 2070
Gym. con.	94 - 1230	10 - 2117	5 - 2500	390 - 2800	430 - 2100	120 - 2400	10 - 2600	20 - 2060	5 - 2800
Gym. odo.	170 - 960	90 - 2200	180 - 2437	390 - 2600	430 - 2350	325 - 2300	15 - 2600	60 - 2060	15 - 2600
Ham. pal.	96 - 1160	37 - 1160	0 - 900	884 - 1100	-	500 - 777	1080	150 - 460	0 - 1160
Her. mon.	110 - 1350	20 - 1350	1 - 2000	250 - 1900	430 - 1480	485 - 1800	100 - 2400	180 - 1600	1 - 2500
Him. hir.	110 - 890	110 - 890	0 - 1600	260 - 815	-	-	75 - 1880	-	0 - 1750
Lim. abo.	210 - 430	210 - 430	50 - 1550	450 - 1500	480 - 520	300 - 1140	5 - 1800	30 - 710	5 - 1900
Lip. loe.	90 - 760	20 - 885	1 - 952	360 - 1100	430 - 480	120 - 1040	20 - 945	190 - 220	1 - 1100
Lis. cor.	350 - 1435	20 - 2000	600 - 2300	440 - 2100	1490 - 1900	500 - 1900	900 - 2040	680 - 1900	10 - 2300
Lis. ova.	92 - 1170	10 - 1900	0 - 2500	390 - 2300	430 - 1950	120 - 2100	10 - 2300	50 - 1490	0 - 2500
Mal. mon.	300 - 990	40 - 1800	1 - 1600	700 - 1610	1020 - 1570	500 - 1800	740 - 1900	250 - 1600	1 - 1900
Neo. nid.	93 - 1050	20 - 1440	500 - 1970	390 - 1720	430 - 1600	200 - 1650	10 - 1900	170 - 1440	2 - 2200
Nig. nig.	800	800 - 2300	1000 - 2805	880 - 2780	1380 - 2300	530 - 2550	1080 - 2735	700 - 2200	1 - 2805
Oph. api.	100 - 910	10 - 910	1 - 1475	260 - 1180	430 - 1150	275 - 780	10 - 1570	20 - 550	1 - 1570
Oph. ara.	240 - 810	220 - 810	1 - 1330	200 - 800	-	-	-	-	1 - 1330
Oph. hol.	95 - 900	80 - 900	0 - 1280	240 - 1350	-	150 - 650	5 - 1425	20 - 680	0 - 1425
Oph. ela.	160 - 240	160 - 240	146 - 240	-	-	-	-	-	146 - 240
Oph. ins.	110 - 970	20 - 1620	0 - 1800	260 - 1900	470 - 1550	280 - 1600	100 - 1930	250 - 1300	0 - 1930
Oph. sph.	102 - 760	80 - 760	1 - 1250	260 - 1000	500 - 565	120 - 760	2 - 1250	50 - 600	1 - 1320
Or. cor.	93 - 740	20 - 830	0 - 1800	280 - 1500	-	120 - 1150	1 - 1500	20 - 1250	0 - 2000
Or. mas.	98 - 1240	6 - 1900	1 - 2650	260 - 2650	430 - 1900	275 - 2100	10 - 2450	50 - 1350	1 - 2650
Or. mil.	92 - 950	39 - 950	0 - 2010	260 - 1950	430 - 1700	120 - 1800	5 - 1800	20 - 1490	0 - 2010
Or. mor.	96 - 1130	20 - 1130	0 - 1800	260 - 1950	430 - 1500	120 - 1600	1 - 1900	10 - 1490	0 - 1950
Or. pale.	310 - 990	120 - 1500	500 - 1970	445 - 2000	480 - 1680	300 - 1840	200 - 1950	150 - 1490	120 - 2300
Or. palu.	96 - 480	10 - 550	0 - 1800	420 - 780	450	120 - 200	1 - 500	170 - 450	0 - 1800
Or. pur.	99 - 850	10 - 850	0 - 1790	200 - 800	-	250 - 1150	2 - 2000	20 - 800	0 - 2000
Or. sim.	115 - 640	115 - 640	0 - 1400	200 - 625	-	-	70 - 1800	30 - 1028	0 - 1800
Or. spi.	480 - 490	480 - 490	600 - 1920	1800 - 2000	-	700 - 1800	750 - 2000	-	1 - 2000
Or. ust.	93 - 1020	93 - 1900	0 - 2300	250 - 2300	430 - 1990	160 - 2050	20 - 2100	50 - 1500	0 - 2500
Pla. bnf.	95 - 1220	20 - 1620	0 - 2220	260 - 1900	470 - 1550	280 - 1600	2 - 2500	20 - 1490	0 - 2500
Pla. chl.	95 - 1460	3 - 1690	3 - 1900	200 - 2300	430 - 1500	400 - 1370	10 - 2050	50 - 1490	3 - 2500
Pse. alb.	450 - 1493	50 - 2310	800 - 2600	500 - 2550	1100 - 2200	700 - 2370	590 - 2550	200 - 2250	1 - 2700
Spi. nes.	147 - 680	90 - 1000	0 - 1800	300 - 1500	430 - 490	500 - 1300	12 - 1300	70 - 500	0 - 1800
Spi. spi.	95 - 900	20 - 1160	1 - 1500	253 - 1640	500 - 800	350 - 1000	4 - 1320	50 - 1000	1 - 1640
Tra. glo.	420 - 1320	420 - 2110	570 - 2600	450 - 2630	430 - 2100	360 - 2200	390 - 2500	250 - 1840	250 - 2630

Zum Stand der Kartierung der Orchideen Südtirols.

Ein Beitrag zum OPTIMA-Projekt »Kartierung der mediterranen Orchideen« und zur »Kartierung der Flora Mitteleuropas«.

Richard und Karin Lorenz

Mit 4 Tabellen und 61 Karten

Herrn Dr. Siegfried KÜNKELE/Gerlingen für seine Verdienste um Erforschung und Schutz der europäischen Orchideen gewidmet.

Zusammenfassung:

Der Stand des vom AHO Baden-Württemberg betreuten Projektes »Kartierung der Orchideen Südtirols« wird zusammengefaßt. Die horizontale Verbreitung aller in Südtirol historisch und rezent nachgewiesenen Taxa aus 26 Gattungen mit 54 Arten und 1 Unterart wird in Karten mit UTM 10 x 10km²- und MTB-Raster, die vertikale Verbreitung in Karten mit einem 10km x 100m-Raster dargestellt. Der Einfluß von Klima und Substrat auf die Areale der einzelnen Taxa und auf Diversität wird erörtert. Die aktuelle Bestandssituation, ihre Entwicklung und Gefährdung werden eingehend diskutiert und bewertet, eine erste Rote Liste der Orchideen Südtirols wird erstellt und mit den Roten Listen der Nachbarregionen in Österreich, Italien und Liechtenstein verglichen. Insgesamt gelten 39 Arten (70%) als gefährdet, davon sind 3 Arten verschollen und 10 Arten vom Aussterben bedroht. Die Dringlichkeit von nachhaltigen Schutzmaßnahmen wird begründet.

Summary:

The status of the project »Mapping of the Orchids of South Tyrol«, coordinated by the AHO Baden-Württemberg, is summarized. Horizontal distribution of all taxa proven formerly and recently, 54 species and 1 subspecies out of 26 genera are presented in maps with the UTM 10 x 10km²- and MTB-grid, the vertical distribution with 10km x 100m-grid. The influence of climate and substrate on the specific distribution patterns and on diversity is discussed. Former development, current situation and threat of the single taxa are evaluated, a first Red List of the Southtyrolian orchids is presented and compared with the Red Lists of the neighbouring regions of Austria, Italy and Liechtenstein. Overall 39 species (70%) have to be classified as threatened, of which 3 as Extinct and 10 as Endangered. Reasons for the urgent need of sustainable protection measures are given.

Riassunto:

Viene presentato lo stato di avanzamento del progetto »Cartografia delle orchidee dell' Alto Adige« iniziato a cura dell' AHO Baden-Württemberg. La distribuzione di tutte le 54 specie e 1 sottospecie di 26 generi segnalate nel passato e recentemente viene esposta in cartine col reticolo UTM 10 x 10km²- e MTB, la

distribuzione verticale in cartine col reticolo 10km x 100m. L'influsso del clima e del suolo sulla distribuzione delle singole specie e sulla ricchezza di specie per area base viene discusso. Sviluppo, situazione attuale e rischio vengono valutati, la prima Lista Rossa delle orchidee dell'Alto Adige viene presentata e confrontata colle Liste Rosse delle regioni limitrofe in Austria, Italia e Liechtenstein. In tutto 39 specie (70%) devono essere inserite in una delle categorie di rischio, tra cui 3 come Estinto e 10 come Gravemente minacciato. La necessità di misure protezionistiche viene fondata.

1. Einleitung

Zu Beginn unseres Jahrhunderts galt Tirol, das Land im Gebirge, als eines der botanisch am besten erforschten Gebiete Europas. Nach ersten floristischen Erkundungen durch P.A.MATTIOLI (1500-1577) folgten wenige lokal begrenzte Arbeiten bis, ausgelöst durch die Werke von LINNAEUS (1707-1778), um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert die floristische Erkundung Tirols allmählich verstärkt wurde. Eine systematische Erforschung wurde kurz vor der Mitte des letzten Jahrhunderts durch Ludwig J.Ritter von HEUFLER (1817-1885) und Franz Freiherr von HAUSMANN (1810-1878) begründet. Ihre Arbeiten mündeten mit den Beiträgen vieler Korrespondenten in die erste landesweite »*Flora von Tirol. Ein Verzeichnis der in Tirol und Vorarlberg wild wachsenden und häufiger gebauten Gefäßpflanzen. Mit Berücksichtigung ihrer Verbreitung und örtlichen Verhältnisse*« (HAUSMANN 1851-1854). Für das heutige Südtirol gibt HAUSMANN bereits 40 Orchideenarten an. Die Geländeuntersuchungen wurden, getragen von vielen einheimischen und auswärtigen Floristen, verstärkt fortgesetzt. Nach der letzten Jahrhundertwende hat Karl Wilhelm von DALLA TORRE (1850-1928) zusammen mit Ludwig Graf von SARNTHEIN (1861-1914) den stark erweiterten Kenntnisstand in ihrer monumentalen »*Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstenthumes Liechtenstein*« (1900-1913) zusammengefaßt. Sie erfaßten mit 44 Arten bereits 80% der heute in Südtirol bekannten Orchideen. Eine ausführliche Schilderung der botanischen Geschichte Tirols unter besonderer Berücksichtigung der Orchideen findet sich bei DANESCH & DANESCH (1977:14-30).

Der Erste Weltkrieg und seine schmerzlichen Folgen unterbanden jedoch, besonders in Südtirol, eine vom Werk DALLA TORRE & SARNTHEIN's ausgehende Intensivierung der floristischen Aktivitäten. Abgesehen von lokal begrenzten Untersuchungen erfolgten bis Ende der 60er Jahre keine umfassenden systematischen Geländeuntersuchungen. Erst mit Beginn der 70er Jahre wurden im Rahmen der Mitteleuropakartierung (EHRENDORFER & HAMANN 1965, NIKLFELD 1971) neue Kartierungsaktivitäten aufgenommen. Eine umfassende, moderne und naturschutzorientierte Bearbeitung der Flora Südtirols liegt jedoch auch heute noch nicht vor. Im österreichischen Teil Tirols konnte neunzig Jahre nach DALLA TORRE & SARNTHEIN von A.POLATSCHKEK 1997 der erste Band der auf flächendeckenden Feldstudien aufbauenden neuen »*Flora von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg*«

vorgelegt werden. Projekte zur eigenständigen Bearbeitung der Lokalflora begannen im Trentino 1991 (PROSSER & FESTI 1991:178), in Südtirol 1997.

Neue chorologische Bearbeitungen der Orchideen im ehemaligen Bearbeitungsgebiet von DALLA TORRE & SARNTHEIN sind bisher für das Fürstentum Liechtenstein (RHEINBERGER & RHEINBERGER 1991) und das Trentino (PERAZZA 1992,1997) erschienen. Die mit vielen Farbbildungen illustrierte Arbeit »*Tiroler Orchideen*« von DANESCH & DANESCH (1977) enthält zur Verbreitung nur allgemeingehaltene, den einzelnen Teilen Tirols häufig nicht zuordenbare Hinweise. Ihr Wert als ikonographisches Referenzwerk für Tirol ist bedauerlicherweise durch das Fehlen von Angaben über die Herkunft der abgebildeten Pflanzen sehr eingeschränkt, wie das Beispiel einer offenkundig landesfremden Abbildung von *Himantoglossum hircinum* (L.) Sprengel deutlich macht.

1.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Aus heutiger Sicht kann man die Erforschung der Orchideen Südtirols grob in drei Phasen einteilen: 1. die Zeit der Pioniere bis zum Ende des Ersten Weltkrieges, 2. die Zeit der reduzierten Aktivitäten von 1920-1969 und 3. die Zeit der artenschutzorientierten Geländeforschungen ab 1970 bis heute. Den vor 1920 erreichten Stand zeigt Karte 1. Entsprechend den damaligen Erfordernissen und Möglichkeiten, konzentrierten sich die Kenntnisse geographisch auf Etsch- und Eisacktal, die Gebirge in der näheren Umgebung der größeren Ortschaften Bozen, Meran, Brixen und Sterzing sowie einige touristisch erschlossene Gebirgsgegenden wie Seis, Gröden und Hochpustertal. Nicht zufällig waren damit auch die Areale der höchsten Diversität erfaßt. In der Fläche bestanden jedoch noch große Lücken. Karte 2 zeigt die Ergebnisse der Jahre 1920-1969. Von Bedeutung sind hier die Sammelaktivitäten in den Jahren 1920 bis 1955 von u.a. A.CHIARUGI, A.Flöss, W.PFAFF, S.TONZIG und S.ZENARI mit den Schwerpunkten Reschen, Unterland, Moos i.P., Sterzing, Dolomiten (Belege in PAD, FI, ausgewertet von PERAZZA 1995,1996) sowie die Arbeiten von H.HANDEL-MAZZETTI und einige vegetationskundliche Dissertationen an der Universität Innsbruck (u.a. Brixen, PUTZER 1967; Pflersch, KEIM 1967; Pfunders, LECHNER 1969). Ab 1970 begann eine neue Phase teils ehrenamtlicher, teils vom Land geförderter artenschutzorientierter Arbeiten (u.a. KALTEISEN & REINHARD 1986, KIEM 1990-1994, KIERDORF-TRAUT 1975-1996, PEER 1975-1983, SCHULZ 1978, WALLNÖFER 1988, 1991). Daraus gingen eine ganze Reihe von wertvollen Hinweisen auf seltene und gefährdete Orchideen, auch auf Neufunde für Südtirol hervor. Insgesamt hat sich hieraus aber noch keine flächendeckende Bearbeitung der Orchideen ergeben.

Für einen entscheidenden Anstoß zur nachhaltigen Sicherstellung der Habitate gefährdeter Arten sind jedoch, wie viele Erfahrungen in Mitteleuropa zeigen, objektive, wissenschaftlichen Ansprüchen genügende Daten über Verbreitung, Häufigkeit, Rückgänge und Gefährdung erforderlich. Dabei hat sich die Rasterkartierung im Hinblick auf Zeit, Aufwand, Kosten und Auswertbarkeit als effizienteste Methode der Erhebung verlässlicher Daten für den Artenschutz im allgemeinen (HAEUPLER 1978,) als auch bei den Orchideen im Besonderen (KÜNKELE 1978, KÜNKELE & LORENZ 1995) erwiesen. Zur Unterstützung des Artenschutzes in Südtirol ist auf unseren Vorschlag die »Kartierung der Orchideen Südtirols« in die Reihe der vom Arbeitskreis Heimische Orchideen Baden-Württemberg geförderten und betreuten Kartierungsprojekte aufgenommen worden. Es versteht sich als Beitrag zum OPTIMA-Projekt »Kartierung der mediterranen Orchideen« (BAUMANN & KÜNKELE 1979) und zur Mitteleuropakartierung (EHRENDORFER & HAMANN 1965, NIKLFELD 1971).

Nächste Ziele des Projektes sind die Schließung der Kenntnislücken im Gelände, die Erfassung der horizontalen Verbreitung im UTM 5km-Raster (OPTIMA-Kartierung) und MTB-Quadrantenraster (Mitteleuropakartierung) und der vertikalen Verbreitung in 100m-Zonen sowie die Auswertung der historischen Quellen aus Literatur, Herbarien und handschriftlichen Aufzeichnungen. Darauf aufbauend sollen das historische und rezente Arteninventar kritisch überprüft, die Bestandsentwicklungen ermittelt, die Gefährdungsgrade der einzelnen Arten bewertet und Prioritäten für Schutz und Pflege erarbeitet werden. Diese Arbeit stellt einen ersten Zwischenbericht über den im UTM 10km x 10km-Raster erreichten Stand dar. Wir knüpfen daran die Hoffnung, weitere Kreise zur Mitarbeit anzuregen. Das Projekt steht allen an einer Mitarbeit interessierten Personen offen, eine aktive Mitarbeitergruppe aus einheimischen, heimatfernen und auswärtigen Kartierern und Informanten konnte innerhalb des AHO Baden-Württemberg bereits aufgebaut werden.

1.2 Landschaftlicher Überblick

Das heutige Südtirol, seit 1920 zu Italien gehörig, besteht politisch aus der »Autonomen Provinz Bozen-Südtirol«. Bis zur Trennung Tirols umfaßte der Begriff "Südtirol" im Allgemeinen das gesamte Gebiet Tirols südlich des Alpenhauptkammes, d.h. das heutige Südtirol, Osttirol, Trentino sowie Ampezzo und Buchenstein, letztere heute Teile der Provinz Belluno. Dies ist zu berücksichtigen bei der Auswertung der historischen Quellen. In den aktuellen Grenzen besitzt Südtirol eine Fläche von 740.043 ha mit einer Bevölkerung (1990) von 442.000 Einwohnern; der niedrigste Punkt liegt mit 207 m bei Salurn, der Ortler stellt mit 3902 m den höchsten Punkt dar. Die inneralpine Lage im Herzen der Ostalpen und der Verlauf der drei Hauptflüsse

Etsch, Eisack und Rienz mit Öffnung nach Süden prägen entscheidend Landschaft, Klima und Vegetation Südtirols. Nur 5% des Landes liegen unterhalb 500m Seehöhe, 11% zwischen 500 - 1000m, 22% von 1000 - 1500m, 22% von 1500 - 2000m und 40% über 2000m. Die Reliefenergie ist mit Höhendifferenzen bis zu über 2600m auf einer Strecke von nur 5km sehr hoch.

Das Klima ist gekennzeichnet durch eine thermische Begünstigung infolge Abschirmung durch hohe Randberge mit stärkerer Besonnung bei geringerer Bewölkung, geringeren Niederschlägen und geringerer Häufigkeit einer Schneedecke (FLIRI 1975). Naturgemäß bestehen große klimatische Unterschiede zwischen den milden Tallagen mit submediterranen mittleren Jahrestemperaturen von ca. 12,5° und dem rauhen Hochgebirge. Die Maxima der Niederschläge liegen im Sommer, die Minima im Winter. Bemerkenswert sind die für Mitteleuropa geringen Niederschläge, im Vinschgau teils unter 500mm/Jahr. Zur Orientierung über die lokalen Schwankungen seien beispielhaft von wenigen Stationen die meteorologischen Kennwerte für die Periode 1931-1960 aufgeführt (Ort/Seehöhe/mittl. Tagestemperatur des Jahres in °C/mittlere Summe der Niederschläge im Jahr in mm, nach FLIRI 1975): Bozen-Gries: 281m/12,5°/735mm; Schlanders: 706m/9,6°/485mm; Suldens: 1845m/4,4°/630mm; Brixen: 560m/9,6°/641mm; Gossensaß: 1082m/7,5°/1055mm; Kasern/Ahrn: 1600m/3,3°/1235mm.

Die Vegetationsdecke ist stark anthropogen beeinflusst. 42% der Landesfläche entfallen auf Wald, 31% auf Grünland, 3% auf Obst und Weinbau, 15% auf Ackerbau und 23% auf unproduktive Flächen.

1.3 Methodik und Quellen

Unser Bearbeitungsgebiet ist deckungsgleich mit den politischen Grenzen der »Autonomen Provinz Bozen-Südtirol«. In der ersten Phase unserer Geländeuntersuchungen soll das Arteninventar eines jeden 10km x 10km-UTM- und MTB-Rasterfeldes mit Südtiroler Anteil unter Erfassung der verschiedenen Biotoptypen und der Höhenzonen ermittelt werden. Teils gleichzeitig, teils später werden die Untersuchungen auf das feinere 5km x 5km-UTM-Raster ausgedehnt. Besonderes Augenmerk wird auf die Ermittlung der unteren und oberen Verbreitungsgrenze gelegt. Damit sollen spätere Untersuchungen über klimatisch bedingte Schwankungen der Höhengrenzen ermöglicht werden. Die floristischen Kerndaten aller Orchideen-Fundorte werden insbesondere für artenschutzorientierte Auswertungen so präzise wie möglich festgehalten: punktgenaue UTM-Koordinaten mind. bis auf 100m, teils genauer; MTB/Q; Höhe auf ± 20m, in jeder neuen 100m-Zone erfolgt eine neue Aufnahme der aufgefundenen Arten; Lage und Entfernung zur nächsten Lokalität;

Biotyp; Anzahl Exemplare; Vegetationszustand; geologischer Untergrund. UTM-Koordinaten und Seehöhe werden mit Hilfe der Carta d'Italia 1:50 000 (Blätter Nr.3,4, 6-17, 24-28, 43-44), einem Höhenmesser und, ab 1995, einem GPS-Gerät bestimmt. Für weitere methodische Details sei auf KÜNKELE & LORENZ (1995:27) verwiesen.

Die bisherigen Ergebnisse stützen sich auf eine weitgehende Erfassung der floristischen Literatur sowie auf rezente Geländedaten Dritter und eigene Erhebungen. Die Bestimmung der UTM-Koordinaten, MTB/Q und Höhe der Fundortangaben aus Literatur und von Dritten wurde so genau wie möglich durchgeführt, der Grad der Unschärfe festgehalten. Publierte Koordinaten wurden überprüft und wo erforderlich richtig gestellt. Die Primärquellen der zusammenfassenden Werke sind weitestgehend im Original berücksichtigt worden, um Auslassungen und Übertragungsfehler der Ortsangaben zu ermitteln sowie um taxonomische Zuordnungen und Synonyme zu überprüfen. Mittelfristig sollen, vorwiegend zur Absicherung der Zuordnungen, auch die wichtigen mitteleuropäischen und verfügbaren lokalen Herbare ausgewertet werden. Insgesamt liegen zur Zeit 10531 Fundmeldungen (Stand 31.1.1998) vor, die das Gebiet im 10km-Raster bis auf kleinere Lücken recht gut abdecken.

Die Auswertung der Literatur ergab mit einem guten Drittel 3776 Daten; davon resultieren 1574 Daten aus der Zeit vor 1920 (313 aus HAUSMANN 1852-1855, 750 aus DALLA TORRE & SARNTHEIN 1906, 144 aus HEIMERL 1904-1911), 1114 Daten aus der Zeit 1920-1969 (797 aus der Auswertung von FI, PAD durch PERAZZA 1995-1996, 273 aus KEIM 1967, LECHNER 1969, PUTZER 1967) und 1088 Daten aus der Zeit ab 1970 (512 Daten aus KALTEISEN & REINHARD, 86 aus KIEM 1962 - 1994, 67 aus PEER 1975-1983, 219 aus WALLNÖFER 1985-1991).

Aus der Gruppe der Mitarbeiter und von Dritten wurden uns aus dem Zeitraum 1980-1997 in großzügiger Weise 3514 unveröffentlichte Fundmeldungen für die Kartierung zur Verfügung gestellt, davon 104 Daten von M.DECARLI & G.PERAZZA (allgemein), 352 C.GEMBARDT (Pustertal, Dolomiten), 25 W.HILLER & M.KALTEISEN (Unterland), 1360 V.HOFFMANN (Burggrafenamt, Pustertal, Dolomiten), 156 W.HÖLL (allgemein), 11 G.KIERDORF-TRAUT (Bozen-Klausen), 12 R.KINKELIN (Meran), 27 U.LÜNDSMANN (Dolomiten), 640 H.MADL (Übersetsch, Unterland), 15 H.NIEDERKOFLENER (Ahrntal), 57 M.PETEREK (Dolomiten), 146 F.UNTERER (Obervinschgau), 415 J.WANKER (Gröden, allgemein), 141 H.WESTPHAL (allgemein) und weitere 53 von mehreren Findern. Wir selbst konnten seit 1978 vereinzelt, seit 1993 systematisch und landesweit, teils gemeinsam mit C.ALBER, A.KINKELIN, H.MADL, G.PERAZZA, F.UNTERER insgesamt 3241 Einzelfunde zusammentragen.

2. Die Südtiroler Orchideenflora

2.1 Überblick

Bislang sind in Südtirol 54 Orchideen-Taxa aus 26 Gattungen mit 53 Arten und 1 Unterart sicher nachgewiesen worden. Kritische Taxa mit ungeklärtem taxonomischen Status oder zweifelhaften Nachweisen sind in dieser Auflistung nicht enthalten (Tabelle 1). Zu den DALLA TORRE & SARNTHEIN (1906) bekannten 44 Taxa konnten bis heute noch 10 weitere Taxa nachgewiesen werden: 1910 *Epipactis helleborine* subsp. *orbicularis* (HEIMERL 1911), 1931 *Ophrys sphegodes* (PFAFF in PERAZZA 1995), 1967 *Epipactis microphylla* (BOSIN 1969), 1970 *Malaxis monophyllos* (SCHULZ 1978), 1971 *Orchis spitzelii* (KIERDORF-TRAUT 1975), um 1973 *Dactylorhiza cruenta* (NELSON 1976, KALTEISEN & REINHARD (1986), 1979 *Hammarbya paludosa* (PEDROTTI 1980), 1980 *Dactylorhiza lapponica* (KALTEISEN & REINHARD 1986), 1986 *Epipactis muelleri* (BAUMANN & LORENZ 1988) und 1995 *Orchis simia* (MADL 1997). Aktuelle Nachweise liegen für 51 Taxa vor. Als verschollen gelten *Ophrys apifera*, *O. sphegodes* und *Orchis spitzelii*, letztere bereits kurz nach ihrer Entdeckung.

Art/Unterart	Felder 10 x 10km ²		Rang- folge Ges	Höhe m ü NN	
	Ges	Rez		Min	Max
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich.	3	1	45	350	900
<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce	11	10	34	370	1425
<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	19	19	27	215	1540
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.	19	14	28	240	1520
<i>Chamorchis alpina</i> (L.) Rich.	35	23	17	1960	2680
<i>Coeloglossum viride</i> (L.) Hartm.	78	73	5	690	2680
<i>Corallorrhiza trifida</i> Chatelain	42	37	12	905	1990
<i>Cypripedium calceolus</i> L.	28	20	22	750	1850
<i>Dactylorhiza cruenta</i> (O.F.Müller) Soó	9	9	35	1350	2200
<i>Dactylorhiza fistulosa</i> (Mönch) H. Baumann & Künkele subsp. <i>alpestris</i> (Pugsley) H. Baumann & Künkele	53	43	9	1300	2250
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó subsp. <i>incarnata</i>	41	29	13	215	2100
<i>Dactylorhiza lapponica</i> (Laest. ex Rchb. fil) Soó	2	2	47	1350	1410
<i>Dactylorhiza latifolia</i> (L.) H. Baumann & Künkele	16	12	31	370	2150
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó	85	85	1	300	2335
<i>Dactylorhiza traunsteineri</i> (Sauter) Soó	5	2	43	245	1480
<i>Epipactis atrorubens</i> (Hoffm. ex Bernh.) Besser	61	57	6	230	
2390 <i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz subsp. <i>helleborine</i>	43	41	11	750	1815
<i>Epipactis helleborine</i> subsp. <i>orbicularis</i> (Richter) Klein	15	14	32	240	1650
<i>Epipactis microphylla</i> (Ehrh.) Sw.	2	2	48	450	1060
<i>Epipactis muelleri</i> Godf.	5	5	40	510	1525
<i>Epipactis palustris</i> (L.) Crantz	27	25	23	215	1690
<i>Epipogium aphyllum</i> Sw.	7	4	38	910	1500
<i>Goodyera repens</i> (L.) R.Br.	40	29	14	550	1950
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R.Br.	84	78	2	215	2450

Art/Unterart	Felder 10 x 10km ²		Rang- folge	Höhe m ü NN	
	Ges	Rez		Min	Max
<i>Gymnadenia odoratissima</i> (L.) Rich.	52	43	10	215	2490
<i>Hammarbya paludosa</i> (L.) Rich.	1	1	50	1080	1080
<i>Herminium monorchis</i> (L.) R.Br.	30	6	21	240	1770
<i>Himantoglossum adriaticum</i> H.Baumann	1	1	51	250	600
<i>Limodorum abortivum</i> (L.) Sw.	14	10	33	240	1390
<i>Liparis loeselii</i> (L.) Rich.	5	3	42	220	945
<i>Listera cordata</i> (L.) R.Br.	39	33	15	1000	1950
<i>Listera ovata</i> (L.) R.Br.	60	53	7	270	2150
<i>Malaxis monophyllos</i> (L.) Sw.	5	5	39	1190	1450
<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.	30	27	20	240	1700
<i>Nigritella nigra</i> (L.) Rchb.fil.	80	75	4	1350	2735
<i>Nigritella rubra</i> (R. Wettst.) K. Richt.	22	18	24	1630	2490
<i>Ophrys apifera</i> Huds.	4	0	44	350	600
<i>Ophrys holoserica</i> (N.L. Burm.) W. Greuter	3	1	46	240	640
<i>Ophrys insectifera</i> L.	21	17	25	350	1850
<i>Ophrys sphegodes</i> Mill.	1	-1	52	350	730
<i>Orchis coriophora</i> L.	9	1	37	300	1500
<i>Orchis mascula</i> L. subsp. <i>speciosa</i> (Host) Hegi	33	20	19	630	2330
<i>Orchis militaris</i> L.	17	8	29	210	1250
<i>Orchis morio</i> L.	21	13	26	250	1700
<i>Orchis purpurea</i> Huds.	5	4	41	250	875
<i>Orchis simia</i> Lam.	1	1	53	550	550
<i>Orchis spitzelii</i> Sauter ex W. Koch	2	-2	49	1700	1875
<i>Orchis tridentata</i> Scop.	9	3	36	270	1290
<i>Orchis ustulata</i> L.	33	24	18	270	2100
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	56	50	8	230	2500
<i>Platanthera chlorantha</i> (Custer) Rchb.	16	14	30	270	2050
<i>Pseudorchis albida</i> (L.) A. & D. Löve	80	79	3	590	2490
<i>Spiranthes aestivalis</i> (Poir.) Rich.	1	1	54	215	215
<i>Traunsteinera globosa</i> (L.) Rchb.	36	20	16	400	2150
Gesamt Horizontal (108 Felder 10 x 10 km ²)	100	100			
Gesamt Horizontal (363 Felder 5 x 5 km ²)	308	294			
Gesamt Vertikal (358 Felder 10 km x 100 m)	302	289		210	2735
Gesamt Vertikal (688 Felder 5 km x 100 m)	515	478			

Tab. 1: Überblick über Häufigkeit und Höhenverbreitung der Orchideenflora Südtirols.
Anzahl belegte Rasterfelder 10 x 10 km² Gesamt und Rezent (ab 1970)

Die Anzahl belegter Felder nach den gewählten Zeitschnitten (Karten 1-3) spiegelt die Geschichte der Erforschung der Orchideen Südtirols wider: von insgesamt 108 UTM-10 x 10km²-Feldern mit Südtiroler Flächenanteil sind 100 (93%) mit Nachweisen belegt, davon 70 (65%) mit Funddaten bis 1920, 62 (57%) mit Funddaten 1920 bis 1969 und 100 (93%) mit rezenten Funddaten ab 1970. Alle 8 zur Zeit noch nachweisfreien Rasterfelder liegen im Hochgebirge an den Grenzen und besitzen

nur geringe Anteile Südtiroler Fläche (Karte 6). Im 5km-Raster (Karte 7) weist die Anzahl von 308 (85%) Feldern mit Nachweisen absolut und 294 (81%) Feldern mit rezenten Nachweisen bei insgesamt 363 UTM-5 x 5km²-Feldern auf noch bestehende Bearbeitungslücken hin (Mittelvinschgau, Ulten, Sarntal, nördliches Pustertal). Diese sind bei der Interpretation der Verbreitungskarten der Arten zu berücksichtigen

In den Karten 4 und 5 sind die Artenzahlen pro 10 km-Rasterfeld unter Berücksichtigung aller Nachweise dargestellt. Diese weisen auf die Zentren höherer und - näherungsweise - die Gebiete geringer Diversität hin. Die höchsten Werte mit über 30 Arten werden in Rasterfeldern hoher ökologischer Vielfalt entlang des Mendelzuges und um Völs/Seis erreicht (PS.95 Völs/Seis: ges.38, rez.35; PS.62 Fennberg: ges.31, rez.25; PS.73 Auer/Altenburg: ges.35, rez.33; PS.74 Überetsch: ges.32, rez.21; PS.75 Andrian/Salten: ges.31, rez.18; PS.65 Tisens/Gampenpaß: ges.33, rez.31). In diesen Gebieten wirken sich gleich vier begünstigende Hauptfaktoren aus: das milde Klima der collinen bis submontanen Stufe im Etschtal, das Erreichen der montanen bis subalpinen Stufe, der - heute vielfach zerstörte - Reichtum an Feuchtgebieten und der hohe Anteil an Carbonatgesteinen. Weitere Diversitätszentren sind primär auch an Kalk gebunden (PS.15 Sulden: ges.16, rez.16; PS.18 Reschen/Graun: ges.20, rez.17; PT.70 Pflersch: ges.20, rez.18; TM.87 Toblach/Plätzwies: ges.28, rez.27). Deutlich niedrigere Werte um 10 Arten/Rasterfeld zeigen die Artenarmut der Gebiete mit vorwiegend sauren Silikatgesteinen. Die Felder mit hohen Artenzahlen weisen bereits einen hohen Sättigungsgrad auf. Felder mit Artenzahlen <10 sind, abgesehen von Rasterfeldern mit ausschließlich Hochlagen und sehr geringer Südtiroler Fläche, zur Zeit noch ± unterbearbeitet.

Damit liegt die Diversität der Südtiroler Orchideen im europäischen Vergleich im guten Mittelfeld. Spitzenwerte von >40 Arten/10 x 10km² wie am Gargano oder im Trentino werden nicht erreicht (KÜNKELE & LORENZ 1995:32; PERAZZA 1997). Dies wird auch durch die Artenzahlen pro UTM-50 x 50km²-Quadrant bestätigt (PS/1: 33 Taxa Gesamt; PS/3: 47; PS/4: 50; QS/1: 36; TM/3: 37), die die italienischen Höchstwerte von über 60 in Ligurien, am Gargano oder Pollino nicht erreichen (KÜNKELE & LORENZ l.c.). Die Quadranten PS/2:7; PT/4: 23; QS/2:13; QT/2: 16; TN/4: 17; UM/1: 19) besitzen zu kleine Flächen in Südtirol für derartige Vergleiche. Für ein klareres Bild sind grenzüberschreitende Betrachtungen von vollständigen 50km-Quadranten erforderlich.

2.2 Horizontale Verbreitung

Die Verbreitung der einzelnen Arten im 10 x 10km²-Raster ist in den Karten 8 - 61 in den Zeitschnitten vor 1970 (offener Kreis ○) und ab 1970 (voller Punkt ●) dargestellt. Mit Stern * sind geographisch unscharfe, mit Fragezeichen ? zu überprüfende Angaben symbolisiert. Die Symbole sind unabhängig von der Anzahl Fundorte pro Rasterfeld oder von der Stärke der Populationen.

Sehr deutlich zeigt sich in der horizontalen Verbreitung der Südtiroler Orchideen der Einfluß des Klimas, der Verteilung der Kalk- und Dolomitgesteine und der geomorphologischen Gliederung. Zwei Gruppen von Arten mit engeren ökologischen Ansprüchen zeigen deutlich spezifische chorologische Grundmuster:

- **Etschtaltypus:** ± wärmeliebende, teils submediterrane, ± durch Kalk begünstigte Arten ziehen aus dem Süden kommend über das Unterland mehr oder weniger weit das Etschtal nach Norden weiter, und dringen bis zu Höhen von ca.1000 m teilweise noch in die Seitentäler ein. Charakteristisch für dieses Verbreitungsmuster sind die Areale von *Anacamptis pyramidalis*, *Cephalanthera damasonium*, *C.longifolia*, *C.rubra*, *Epipactis muelleri*, *Himantoglossum adriaticum*, *Limodorum abortivum*, *Ophrys apifera*, *O.holoserica*, *Orchis coriophora*, *O.militaris*, *O.purpurea*, *O.simia*, *Platanthera chlorantha*. Auch höhere Lagen in diesem Raum besiedeln *D.latifolia* und *Epipactis helleborine* subsp.*orbicularis*.
- **Mendel/Dolomitentypus:** eng an Carbonatgestein gebundene Arten, sonst unterschiedliche Habitatsprüche stellend, besetzen in ± montanen Lagen ein Areal vom Mendelzug über die Dolomiten bis nach Sexten, den Eisack und die Rienz nach N und NW, teils zu isolierten Kalkstöcken überspringend wie *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza cruenta*, *Nigritella rubra*, *Ophrys insectifera*.
- **Varianten des Mendel/Dolomitentypus** zeigen Arten mit geringeren Ansprüchen an die Basizität des Substrates und stärkerer Ausdehnung nach NW wie *Chamorchis alpina*, *Epipactis atrorubens*, *Epipogium aphyllum*, *Goodyera repens* und *Neottia nidus-avis*. Hierzu gehören auch die Areale von *Dactylorhiza incarnata*, *Epipactis palustris* und *Gymnadenia odoratissima*, die über Feuchtbiootope zusätzlich niedrigere Lagen zu besiedeln vermögen.
- Eine **allgemeine**, ± höhenzonal gegliederte Verbreitung besitzen *Coeloglossum viride*, *Dactylorhiza fistulosa* subsp.*alpestris*, *D.maculata*, *Epipactis helleborine* subsp.*helleborine*, *Gymnadenia conopsea*, *Listera ovata*, *Nigritella nigra*, *Orchis mascula*, *Platanthera bifolia*, *Pseudorchis albida*. Engere Bindung an feuchtere Wälder der montanen Zone mit ± starker Konzentration auf die östliche Landeshälfte ist bei *Corallorrhiza trifida*, *Listera cordata*, *Malaxis monophyllos* zu beobachten.

Die übrigen Arten haben eigenständige Arealmuster.

Dactylorhiza maculata besitzt mit 85 historisch und rezent besetzten 10 x 10km²-Rasterfeldern die weiteste Verbreitung in Südtirol, gefolgt von *Gymnadenia conopsea* (84/78), *Pseudorchis albida* (80/79), *Nigritella nigra* (80/75) und *Coeloglossum viride* (78/73). Lediglich für 8 Arten liegen Nachweise für mehr als die Hälfte der Rasterfelder vor, ausschließlich Arten, die auch die montanen und subalpinen Räume zu besiedeln in der Lage sind. Das ist verständlich, liegen doch 62% der Landesfläche

über 1500m. Diese Räume sind auch weniger als die Tieflagen anthropogen beeinträchtigt worden. 46 Arten haben Vorkommen auf weniger als der Hälfte der Südtiroler Rasterfelder; dies ist ein eindeutiges Indiz für die Seltenheit der meisten Orchideenarten. Von den 20 seltensten Arten mit <10 besetzten Rasterfeldern haben 17 ihr vertikales Maximum unter 1500m, davon 9 unter 1000m. Ihr bereits von Natur aus eingeschränktes Raumnutzungspotential wird zusätzlich durch die hier konzentrierten menschlichen Aktivitäten reduziert.

2.3 Vertikale Verbreitung

Auf die große Bedeutung der vertikalen Verbreitung von Pflanzen als einer sehr charakteristischen Komponente ihrer Raumnutzung und einem vielseitig auswertbaren ökologischen Faktor ist im Rahmen des OPTIMA-Projektes zur »Kartierung der mediterranen Orchideen« deutlich hingewiesen worden (BAUMANN & KÜNKELE 1979: 21-22). Erfreulicherweise wird bei den Orchideen in jüngeren Gebietsbearbeitungen auch zunehmend auf die vertikale Verbreitung eingegangen. In Südtirol als Gebirgsland, in dem die höchsten Lagen vielfach für Gefäßpflanzen nicht mehr besiedelbar sind, kommt ihrer oberen Verbreitungsgrenze eine besondere Bedeutung auch als Bioindikator für Klimaänderungen zu.

In der Vertikalen liegen die Wuchsorte der Südtiroler Orchideen zwischen 210 - 2735 m Seehöhe (Tabelle 1, Spalte 5-6). Die tiefsten Wuchsorte (*Orchis militaris*, ca.210m, feuchte Wiesen bei Salurn, HAUSMANN 1852:832) sind erloschen. Heute befinden sich die niedersten Vorkommen bei 215m am Südufer des Kalterersees (*Dactylorhiza incarnata*, *Epipactis palustris*, *Spiranthes aestivalis*, KIEM 1990; *Gymnadenia conopsea*, MADL 1985; *G. odoratissima*, MADL 1994). Den höchsten Wuchsort besitzt *Nigritella nigra* mit 2735m am Stilsferjoch (1993), gefolgt von *Chamorchis alpina* (Sass Rigais 2680m, Höll 1995), *Coeloglossum viride* (Rein 2680m, 1995) und *Platanthera bifolia* (Rein 2500m, 1995).

Eine Reihe der Südtiroler min/max-Werte repräsentieren auch die niedrigsten/höchsten in Italien derzeit bekannten Vorkommen: *Dactylorhiza cruenta* min.1350m, *D. maculata* max.2335m, *D. fistulosa* subsp. *alpestris* max.2250m, *Epipactis atrorubens* max.2390m, *Hammarbya paludosa* min./max.1080m, *Nigritella nigra* max.2735m, *Orchis ustulata* max.2100m, *Platanthera bifolia* max.2500m, *P. chlorantha* max.2050m, *Pseudorchis albida* min.590m. Erloschen sind *D. traunsteineri* min.245m, *Liparis loeselii* max.945m, *O. coriophora* max.1500m. Für weitere Vergleiche mit den tiefsten und höchsten Grenzwerten in Europa und den Alpenländern sei auf den fortgeschriebenen Stand des OPTIMA-Projektes (BAUMANN & KÜNKELE 1998, in diesem Heft) verwiesen.

Das vertikale Raumnutzungsvermögen der Südtiroler Orchideen ist sehr unterschiedlich. Die höchste Spannweite mit 2275m besitzt *Gymnadenia odoratissima*, gefolgt von *Platanthera bifolia* mit 2270m und *G.conopsea* mit 2235m. Insgesamt haben fünf Taxa eine Amplitude von >2000m, 10 Taxa eine von 1500-2000m, 18 Taxa von 1000-1500m, 10 Taxa von 500-1000m und 10 ausschließlich sehr seltene Taxa von <500m. Unter den weniger seltenen Arten zeigen einige Taxa ein relativ enges Höhenpektrum. So besitzt z.B. *Chamorchis alpina* eine ausgeprägte Beschränkung auf alpine Hochlagen, *Corallorrhiza trifida*, *Dactylorhiza fistulosa* und *Listera cordata* auf montane bis subalpine Lagen und *Orchis militaris* auf colline bis submontane Lagen.

Die Diversität (Taxa pro 100m-Zone) schwankt von 26 Taxa (200-300m) über 33 Taxa (500-600m), 33 Taxa (1000-1100), dem Maximum von 36 Taxa (1100-1200 und 1200-1300), 33 Taxa (1500-1600), 20 Taxa (2000-2100) bis 4 Taxa (2500-2600) und klingt mit 1 Taxon (2700-2800) in der subnivale Kampfzone aus.

2.4 Bestandsentwicklung

Bei der Ermittlung der Bestandsentwicklung der Orchideen Südtirols durch Vergleich der historischen und rezenten Funddaten sind einige wichtige Einschränkungen zu beachten. Der historische Kenntnisstand deckt zum einen das Gebiet nicht gleichmäßig ab, es bestehen Lücken, allerdings in den weniger artenreichen Gebieten. Zum anderen sind gemeine Arten bei den Fundangaben deutlich unterrepräsentiert; seltene Arten und floristische Besonderheiten hingegen sind sehr gut belegt. Die Schwerpunkte der floristischen Erforschung in der Zeit vor 1920 unterscheiden sich deutlich von der Zeit 1920-1969. Deshalb erscheint für diesen Zweck eine einstufige Zeitstaffelung als sinnvoll. Rezente Änderungen der Flächennutzung im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung wirkten sich besonders nach 1970 aus. Für den Zeitraum ab 1970 liegt im 10km-Raster bis auf wenige Teilgebiete eine gute Flächendeckung in der Geländearbeit vor. Deshalb und um die Vergleichbarkeit mit Kartierungsprojekten benachbarter Regionen wie Bayern (1950) und Baden-Württemberg (1970) zu wahren, haben wir für die Darstellung der historischen und rezenten Verbreitung der Arten und Unterarten in den Karten 8-61 den Zeitschnitt vor/ab 1970 gewählt. Jüngere Zeitschnitte sind beim jetzigen Bearbeitungsstand nicht sinnvoll; der scheinbare Vorteil höherer Aktualität würde durch Verzerrung der Sachlage und die Gefahr sachlich nicht gerechtfertigter Schlußfolgerungen mehr als aufgewogen werden. Hauptziel muß bleiben, für den Artenschutz verlässliche und nachprüfbar Aussagen über die Bestandsentwicklung herauszuarbeiten.

Große Verluste an Lebensraum in den Tallagen und niederen Hanglagen des Etsch- und Eisacktals führten teils zu herben Bestandsrückgängen besonders von Arten, die

als Hauptstandorte ± feuchte Magerwiesen besiedeln (*Anacamptis pyramidalis*, *Hermidium monorchis*, *Himantoglossum adriaticum*, *Ophrys holoserica*, *Orchis militaris*, *O. morio*, *O. tridentata*), teils zum fast völligen Erlöschen (*Liparis loeselii*, *Orchis coriophora*) oder Aussterben (*Ophrys apifera*). Auch für Arten mit weiterer Verbreitung bedeuten diese flächenhaften Verluste einen nicht zu unterschätzenden Verlust an genetischer Vielfalt wie z.B. bei *Dactylorhiza incarnata*, *Epipactis palustris* und *Gymnadenia odoratissima*. Durch zunehmende Umwandlung von Magerwiesen in Fettwiesen auch in den höher gelegenen Hanglagen geraten auch *Dactylorhiza latifolia*, *Orchis mascula*, *O. ustulata* und *Traunsteinera globosa* zunehmend in Bedrängnis. Deutliche Hinweise auf Rückgänge ergeben sich für *Cypripedium calceolus* und *Ophrys insectifera*. In den montanen bis subalpinen Lagen ist durch die sich beschleunigende Umwandlung von Mähdern in Weiden ebenfalls ein Rückgang aller dort lebenden Orchideen zu verzeichnen; diese Entwicklung sollte rechtzeitig durch Erhaltung eines ökologischen Minimums der Mähdewirtschaft gebremst werden.

Eine positive Entwicklung kann bei *Listera cordata* beobachtet werden. Zwar ist die Verbreitung der unscheinbaren, leicht zu übersehenden Art früher unzureichend bekannt gewesen, doch weisen vielfache Beobachtungen im Pustertal und oberen Eisacktal auf eine Begünstigung durch forstwirtschaftlichen Straßenbau hin. Sie tritt an den Böschungen von nordhängigen, halbschattigen Forststraßen im Vergleich zu den angrenzenden naturnahen Fichtenwäldern gehäuft auf. Dieses Phänomen muß über einen längeren Zeitraum beobachtet werden, um den Einfluß der Alterung der erst 10 - 30 Jahre alten anthropogenen Kleinbiotope zu erfassen. Eine vergleichbare Begünstigung kann auch bei *D. maculata* und *E. helleborine* festgestellt werden.

Schwieriger einzuordnen sind zur Zeit Funde von neuen Wuchsorten seltener Arten wie *Himantoglossum adriaticum* und *Orchis simia*. Die andernorts in Mitteleuropa zu beobachtende Ausdehnung submediterraner Arten (KÜNKELE 1996:24, 58) mag hierbei eine Rolle spielen, die Ausbildung stabiler Populationen ist jedoch abzuwarten. Voraussetzung ist allerdings die Erhaltung geeigneter Lebensräume. Bei *Chamorchis alpina*, *Epipogium aphyllum*, *Limodorum abortivum* kann das Fehlen einer rezenten Bestätigung mancher historischer Vorkommen aufgrund von Bearbeitungslücken noch nicht bewertet werden.

3. Anmerkungen zu einzelnen Arten

Cypripedium calceolus: Neben den Hauptvorkommen in den Dolomiten besitzt der kalkholde Frauenschuh kleine bis sehr kleine Teilareale am Mendelzug, bei Trafoi, Graun und in Pflersch mit rezenten Nachweisen in 20 Rasterfeldern. Abgesehen von

einigen stabilen individuenreichen Vorkommen in den Dolomiten (Wanker ex verbis), ist die Populationstärke mäßig bis schwach und wird allgemein wegen der Blütengröße und Rametbildung sehr überschätzt. Deshalb und wegen seiner Attraktivität ist der Frauenschuh in Südtirol als gefährdet einzustufen. Stark gefährdet sind die kleinen isolierten Vorkommen. Für diese bedeuten Zerstörungen einzelner Wuchsorte, wie 1997 durch Wildbachverbauung an der Inneren Mühle bei Graun geschehen, das Auslöschten von überlebenswichtigen Teilen der Populationen. Dieses Beispiel unterstreicht die Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen. Unter Berücksichtigung der Bestandssituation in Italien ergibt sich für Südtirol zusätzlich eine mäßige Verantwortlichkeit für die Erhaltung des Frauenschuhs in Italien. Diese muß über einen wirksamen Habitatschutz erreicht werden, zu dem Italien und die Autonome Provinz Bozen-Südtirol über die Habitat-Richtlinie 92/43/EWG, Anhang II verpflichtet sind (HEINRICH & LORENZ 1996:81-83). Die Verpflichtungen der Verordnung (EWG) Nr.3626/82 über ein generelles Vermarktungsverbot hat das Landesgesetz vom 28.Juni 1972, Nr.13 vorweggenommen.

Dactylorhiza cruenta: Erste Nachweise der Art für unser Gebiet gehen auf NELSON (1976:122, Seiseralm, s.d.) und M.Kalteisen (Corvara, QS.25.06, 1973) zurück. Die von NELSON (1976: Taf.39b,c) abgebildeten Pflanzen sind aufgrund der langen Blätter zu *D. incarnata* zu stellen. Vergleichende Untersuchungen mit Material aus dem Trentino und Skandinavien zeigten auf, daß die Unterschiede zu *D. incarnata* nicht sehr groß, aber im Blattwerk ausreichend deutlich sind (REINHARD 1985:339; KALTEISEN & REINHARD 1986:28). Im Gelände kann *D. cruenta* neben der charakteristischen blutroten Fleckung der Blätter durch deren deutlich geringere Länge von *D. incarnata* unterschieden werden. Letzteres Merkmal ist bei gelegentlich vorkommenden ungefleckten Pflanzen wichtig, auch zur Unterscheidung von *D. incarnata* var. *haematodes* (Rchb.) Soó und var. *hyphaematodes* (Neumann) Landwehr. *D. cruenta* bevorzugt höhere Lagen, im Bereich zwischen 1500-1800m überlappen die höhenzonalen Areale der beiden Taxa (Karten 16,18).

Dactylorhiza incarnata: Angaben für *D. incarnata* subsp. *ochroleuca* (Wüstnei ex Boll) P.F.Hunt & Summerh. im weiten Moos bei Nals nahe der Etsch, gemeinsam mit der var. *albiflora* Pfaff (Pfaff in SCHULZE 1904:105, DALLA TORRE & SARNTHEIN 1906:514) sind im Gelände heute nicht mehr überprüfbar. Auch Wallnöfer konnte im Rahmen der Inventarisierung der Feuchtgebiete Südtirols im Gelände keine Hinweise auf die Unterart erhalten (PERAZZA 1995:178). Der von PFAFF 1902 in der Umgebung von Nals gesammelte (PS.75.05, 250m), im Herbar des Botanischen Gartens der Universität Padua hinterlegte Beleg PAD 113 stellt vermutlich nicht die Unterart subsp. *ochroleuca* dar (PERAZZA 1995:l.c.). Bei Unterrain/Andrian konnte J.WANKER 1973 eine Einzelpflanze einer hellen, vermutlich weißblühenden *D. incarnata* beobachten. Dieser Wuchsort ist heute durch Entwässerung ebenfalls zerstört. Weitere Angaben sind nicht bekannt.

Dactylorhiza fistulosa [Syn.: *D. majalis* (Rchb.)P.F.Hunt & Summerh.]: Im Gebiet kommt nach jetzigem Kenntnisstand nur die Unterart subsp. *alpestris* vor. Bei älteren Meldungen des Nominattaxons subsp. *fistulosa* aus Tieflagen im mittleren und unteren Vinschgau handelt es sich vermutlich um Pflanzen von *D. incarnata* mit etwas breiteren, nicht völlig steifen Blättern, die heute noch bei Schluderns anzutreffen sind (Rablander Moos, TAPPEINER in HAUSMANN 1852:837; Schlanders, KUHN in DALLA TORRE & SARNTHEIN 1906:516).

Dactylorhiza lapponica: die ersten Nachweise im Gebiet (Schluderbach, Sexten 1980) gehen auf KALTEISEN & REINHARD (1986:87-88; REINHARD 1985:331) zurück. Das Südtiroler Areal ist noch ungenügend bekannt.

Dactylorhiza latifolia [Syn.: *D. sambucina* (L.)Soó]: Die bemerkenswert tief gelegenen Wuchsorte des Holunder-Knabenkrautes (min. 370m. bei Castelfeder) reihen sich gut in den Nord-Südanstieg der Art in ihrem Gesamtareal. Die Art ist wegen der flächenhaften Umwandlung des bevorzugten Standortes Magerwiese in Fettwiesen, teils auch durch Aufforstungen in ihrem gesamten Südtiroler Areal stark zurückgedrängt worden. Früher individuenreiche Populationen bestehen heute oft nur mehr aus wenigen Pflanzen, z.B. auf der Königswiese ober Gfrill.

Dactylorhiza maculata [Syn.: *D. fuchsii* (Druce)Soó]: in Südtirol kommen wie im gesamten Alpenraum vorwiegend Formen mit ± ausgeprägter Dreilappigkeit der Lippe vor. Im Nordwesten des Landes deutet sich ein Verbreitungsminimum an, im Raum Reschen bestehen die wenigen Nachweise fast ausschließlich aus Einzelpflanzen. Weitere Geländearbeit soll die Verhältnisse klären.

Dactylorhiza traunsteineri: das Areal ist in Südtirol noch unzureichend bekannt. Abgrenzungsschwierigkeiten bestehen gegen *D. fistulosa* subsp. *alpestris* und *D. lapponica*.

Epipactis helleborine: neben der typischen Ausprägung des Nominattaxons fallen an offenen, besonnten Föhrenwäldern xerophile Pflanzen von *E. helleborine* mit kräftigem Stengel, seitlich eher abstehenden, kürzeren und rundlicheren Blättern und deshalb scheinbar kürzeren Internodien sowie dichtem Blütenstand auf; in der Blüte und ihren einzelnen Blütenteilen bestehen keine Unterschiede außerhalb der Variabilität des Nominattaxons, wohl aber in der ca. 2 Wochen früheren Blütezeit. Diese Pflanzen werden von uns zu *Epipactis helleborine* subsp. *orbicularis* gestellt. HEIMERL hat diese Unterart bereits 1910 im Raum Brixen/Franzensfeste entdeckt (1911:75, sub *E. orbicularis* Richter, det. FLEISCHMANN). Pflanzen der beschriebenen Ausprägung sind in den letzten Jahren als *E. distans* Arvet-Touvet vermehrt aus dem Alpenraum (Frankreich, Nordtirol) gemeldet worden (CHAS & TYTECA 1992, DWORSCHAK & WUCHERPFENNIG 1995). In einer jüngsten Arbeit konnte

KLEIN (1997) in vergleichenden Untersuchungen von österreichischen Pflanzen und Herbarbelegen aus dem Ostalpenraum und Polen unter Einbeziehung der Heimerl-Belege den Namen von *E. orbicularis* inhaltlich aufklären, auf niederösterreichisches Material lectotypisieren und zweifelsfrei die Identität mit *E. distans* aufzeigen. Eine Trennung der beiden Taxa auf der Rangstufe der Art ist auch nach unseren Erfahrungen im Südalpenraum nicht gerechtfertigt. Die Rangstufe der Unterart muß u.a. durch Einbeziehung der in weiten Räumen des Gesamtareals auftretenden thermophilen Sippen bestätigt werden.

In den italienischen Ostalpen konnten wir diese Unterart außerhalb Südtirols 1993 im Friaul (Malborghetto, UM.75.92, 750m, 15.7.93; Prato di Resia, UM.73.16, 430m, 13.7.93; Uccia, UM.73.41, 800m, 12.7.93; Sella Nevea, UM.83.38, 1250m, 14.7.93), in der Provinz Belluno (Pocol, TM.75.86, 1590m, 17.7.93) und 1995 im Veltlin (Fraele Torri, PS.05.00, 1690,1750,1820m, 2.7.95; Madonna d.Pietà, PS.04.29, 1330m, 1.7.95; S.Martino, NS.52.13, 1120m, 24.6.95) nachweisen. Frühere Belege aus der Provinz Belluno, die von uns mit Vorbehalt wegen ihres relativ langen Blütenstandes und leicht verlängerten Stielchens des Fruchtknotens als *E. greuteri* H.Baumann & Künkele eingestuft wurden (ARGENTI 1994:204), sind nach jetzigem Kenntnisstand ebenso wie die von PERAZZA (1997:5) vorläufig *E. distans* zugeordneten Funde im Trentino zweifelsfrei zu *E. helleborine* subsp.*orbicularis* zu stellen. Über Untersuchungen der von uns in Kalabrien und Mittelitalien beobachteten (LORENZ & KÜNKELE 1990:23-24), sehr nahestehenden Sippen wird später berichtet werden.

Eine weitere thermophile Sippe von *E. helleborine* mit mehr lang als breiten, spitzen, schräg aufwärts stehenden Blättern tritt auch in Südtirol zerstreut an sonnigeren Stellen, meistens gemeinsam mit typisch ausgeprägter subsp.*helleborine* innerhalb waldrandnaher Populationen auf. Ein besonderer taxonomischer Wert kann dieser Ökospielart nach unseren Beobachtungen nicht zuerkannt werden.

Epipactis microphylla: Nach dem Erstfund in einem humusreichen Flaumeichenmischwald bei Margreid (BOSIN 1969:329) konnte die Art bei Kastelbell unter Kastanien (WALLNÖFER 1987:93) und in einem Buchenwald bei Unterfennberg (1997) jeweils in wenigen Exemplaren nachgewiesen werden. Aufgrund der Seltenheit muß die Art als stark gefährdet eingestuft werden. Weitere Funde in geeigneten Biotopen erscheinen möglich.

Epipactis muelleri: 1986 konnte die Art oberhalb Tisens erstmals in Südtirol nachgewiesen werden (BAUMANN & LORENZ 1988:683). Seither gelangen einige zusätzliche Nachweise im Unterland. Die Art ist wegen ihrer Seltenheit als gefährdet einzustufen.

Epipogium aphyllum: Vier rezente Nachweise des Widerbarts (1971, Pragser Wildsee TM.77/3, ca.1500m, A.SCHWINGSHACKL in KIERDORF-TRAUT 1975:31; 1985-1992, Ehrenburg QS.18/3, 910m, J.WANKER; 1989, Stilfs PS.16/4, 1720m, CRESCENTINI 1997:259; 1997, Karersee PS.94/3, 1415m, MADL 1997:85) lassen weitere Funde in vielfach geeignet erscheinenden montanen Nadelwäldern erwarten.

Herminium monorchis: Die Honigorchis war früher entlang der Talböden auf ± feuchten Magerwiesen weit verbreitet. Durch Änderung der Nutzungsformen ist die Art stark zurückgedrängt worden. Die wenigen verbliebenen, kleinräumigen Populationen sind stark gefährdet. Primär sind nachhaltige Unterschutzstellungen der individuenreicheren Populationen vordringlich, z.B. bei Mühlwald (QS.19.67, 1225m) oder in Senges (PS.99.35, 1410-1630m).

Himantoglossum adriaticum: Bis zum Nachweis der Eigenständigkeit der mittelitalienischen und südostalpinen Vorkommen und ihrer Abtrennung als *H.adriaticum* (BAUMANN 1978) wurden auch die Südtiroler Pflanzen zu *H.hircinum* (L.) Spreng. gestellt. Frühere Vorkommen bei Tramin konnten rezent nicht mehr bestätigt werden. MADL (1997:85) konnte 1996 und 1997 bei Castelfeder eine Einzelpflanze nachweisen. Es bleibt abzuwarten, ob die Art sich im Unterland wieder stabilisieren kann; dies wird entscheidend von zukünftigen Schutzmaßnahmen abhängen.

Liparis loeselii: Über die hohen Ansprüche an Habitat und seine Wasserqualität/-haushalt ist die Anzahl der von *L.loeselii* besiedelbaren Feuchtgebiete von Natur aus stark eingeschränkt. Deshalb hat der große Verlust besonders an nährstoffarmen Feuchtgebieten in Südtirol wie in Europa zu einem bedrohlichen Rückgang der Art geführt (KÜNKELE & LORENZ 1994). Die sachlich gerechtfertigte Aufnahme in den Anhang II der FFH-Richtlinie verpflichtet Südtirol zu besonderen Schutzmaßnahmen.

Malaxis monophyllos: Dem Erstfund 1971 (Neutoblach TM.87.98, 1200m, SCHULZ 1978, GEMBARDT 1988) folgten Nachweise an 7 weiteren Wuchsorten von jeweils wenigen, insgesamt weniger als 100 Pflanzen, in der nordöstlichen Landeshälfte (1980, Schluderbach TM.87.70, 1380m, KALTEISEN & REINHARD 1986; 1988, Schluderbach TM.86.67, 1450m, GEMBARDT; 1993, Stilfes PS.89.92, 1440m; 1995-1997, Sexten TM.97.65, 1280m, HOFFMANN; 1996, Rienz TM 87.68, 1350m, HOFFMANN; 1997, Toblacher See TM.87.76, 1250m, HOFFMANN; 1997, Klausberg/Ahrntal QT.20.89, 1350m, HOFFMANN). Nach Westen klingt die Art vermutlich wegen der abnehmenden Feuchtigkeit aus. Die Art muß wegen der Seltenheit und der Bedrohung des individuenreichsten Wuchsortes bei Neutoblach vorläufig als stark gefährdet eingestuft werden.

Nigritella nigra: Die Trennung der sexuellen und apomiktischen Formen von *N. nigra* in *N. rhellicani* Teppner & Klein und *N. nigra* (L.) Rchb.fil. ist taxonomisch umstritten. Eine klare Differenzierung der beiden Taxa ist nach den Autoren nur karyologisch, embryologisch und anhand von minutiösen Samencharakteristika möglich, jedoch morphologisch wegen der „hohen Variabilität“ der Differentialmerkmale (auch der als wichtiger herausgestellten wie Stiftchensamen = Besetzung der unteren Brakteen mit Papillen und Blütengröße = Lippenlänge) mit weiten Überlappungen häufig nicht zweifelsfrei (TEPPNER & KLEIN 1990:20-22). Unsere Geländeuntersuchungen in Südtirol unter Einbeziehung sehr vieler Populationen auf Urgestein und vieler auf Kalk/Dolomit bestätigen dies in vollem Umfang. Die von TIMPE & MRKVICKA (1991) für österreichische Pflanzen beschriebene „Eindeutigkeit“ der weiteren Differentialmerkmale wie Profil des Blütenstandes, Blütenfarbe und Blütezeit konnten wir im Arbeitsgebiet nicht nachvollziehen. Eine Trennung auf der Rangstufe der Art halten wir deshalb beim jetzigen Kenntnisstand für nicht gerechtfertigt. Bei der Fortführung der Kartierung werden wir weiterhin auf die aufgezählten Kriterien achten, um die Befunde abzusichern. Rezente Fundmeldungen für *N. nigra* subsp. *austriaca* Teppner & Klein liegen bislang für das Gebiet der Seiseralm vor (ALMERS, NEWGER & WENKER 1996:58-59), ältere Herbarbelege für Plätzwiese und Kreuzberg (TEPPNER & KLEIN 1990:18).

Ophrys holoserica: Ein rezenter Nachweis liegt aus der Umgebung von Montan vor (MADL 1997:85). Die historischen Vorkommen konnten bislang nicht bestätigt werden. Die Schutzbedürftigkeit der Art ist deshalb sehr hoch, eine Sicherstellung der bisherigen extensiven Bewirtschaftung des Habitats ist zur langfristigen Erhaltung der Art erforderlich.

Ophrys sphegodes: Im Herbar des Botanischen Gartes der Universität Padua befindet sich ein Beleg der Art aus der Umgebung von Auer (PS.73.63, 350m), gesammelt von PFAFF 1931 (PERAZZA 1995:199). Oberhalb Tramin (Zoggelerwiese, PS.73.15, ca.740m) konnte die Art 1982 in wenigen Exemplaren von T. JAITNER und H. ANDERGASSEN fotografiert werden (fide H.MADL). 1983 wurde der Wuchsort durch Straßenbau zerstört.

Orchis coriophora: Die empfindliche Art, in Südtirol auch früher selten, hat einen nahezu völligen Rückgang zu verzeichnen. Am einzigen bis in die jüngere Zeit verbliebenen Wuchsort bei Grissian (PS.65/3, ca.1000m) konnte J. WANKER die Art noch 1985 nachweisen. Eine spätere Überprüfung liegt nicht vor, das Aussterben ist wegen Düngung zu befürchten.

Orchis mascula* subsp. *speciosa [Syn.: *O. mascula* subsp. *signifera* (Vest)Soó]: Wie im gesamten südostalpinen Raum zeigen auch die Südtiroler Pflanzen ein einheitliches Erscheinungsbild mit ausgezogenen feinen Spitzen der Sepalen, die zur subsp. *speciosa* (Host) Hegi gehören.

Orchis simia: Bereits 1859 konnte HAUSMANN den Bastard *O. militaris* x *O. simia* auf den Rosswiesen bei Bozen nachweisen (KERNER 1865:209), allerdings „ohne die Gesellschaft des *O. simia*“ (DALLA TORRE & SARNTHEIN 1906:508). *O. simia* selbst als der eine Elter war damals nur aus dem Trentino bekannt. Eine Windverfrachtung des Hybridsamens über derartige Strecken kann aber als durchaus möglich angesehen werden. Der Erstdnachweis von 3 Pflanzen der Art gelang am Mitterberg erst 1995 (MADL 1997:85) an offenen Stellen des thermophilen Eichenmischwaldes auf Porphyr. Zunächst ist ungeklärt, ob es sich hierbei um eine seit längerem bestehende Population oder um eine Neubesiedelung handelt. Die weitere Entwicklung bleibt abzuwarten.

Orchis spitzelii: Die als ursprünglich angesehene Art besitzt ein sehr disjunktes Gesamtareal. KIERDORF-TRAUT konnte die Art 1971 hinter Rein (TN.70.75, 1700m) erstmals für Südtirol und 1973 im hinteren Gsieser Tal an zwei weiteren Stellen (TM.99.03, ca.1700m und TM 99.04, ca.1800m) nachweisen. Nach einer letzten Bestätigung in Gsies am 20.6.1986 konnte *O. spitzelii* bis heute nicht mehr angetroffen werden (KIERDORF-TRAUT 1997:in litt.).

Spiranthes aestivalis: Die Sommer-Drehwurz ist die dritte FFH-Art der Südtiroler Orchideen, die dem besonderen Schutz der Habitat-Richtlinie unterliegt. Die Größe der einzigen Population am Kalterersee ist z.Zt. nicht genau bekannt. Ihr einziger Wuchsort erscheint derzeit gut gesichert.

4. Gefährdung und Schutz - Rote Liste der Orchideen Südtirols

Wie in allen Ländern und Regionen Mitteleuropas haben die politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Entwicklungen der letzten 150 Jahre auch in Südtirol zunehmend zu einer starken Änderung der Flächennutzung mit der Folge von gravierenden, meist negativen Eingriffen in den Naturhaushalt geführt.

Hervorzuheben sind die starke Ausdehnung der Siedlungen (Wohnungsbau, Gewerbe-, Industrie- und Verkehrsflächen) und die Intensivierung der Landwirtschaft in den Talböden und talnahen Hanglagen. Der Verbrauch an Fläche sowie Aufschüttungen und großräumige Meliorierungen haben zu einem starken Rückgang, gebietsweise zu einem völligen Verlust naturnaher Biotope geführt. Schwerpunkte waren die Entschregulierung im letzten Jahrhundert und die darauf einsetzende Intensivierung des Obstanbaus von Salurn bis in den mittleren Vinschgau, der politisch begründete Ausbau der Industriezone in Bozen nach dem Ersten Weltkrieg und der rezente Ausbau nahezu aller Siedlungen verbunden mit der Errichtung verschiedenster touristischer Einrichtungen in der freien Landschaft. Lokal hat eine noch andauernde Umwandlung von Mähdern in Weiden oder gedüngte Wiesen sogar oberhalb

der Waldgrenze zu einer starken Verarmung der Artenvielfalt geführt. Trotz der Bemühungen der Landesregierung wie Erlass von Schutzbestimmungen, Errichtung von Naturparks (SCHWEIGGL 1993) und Ausweisung von Geschützten Biotopen konnte ein zufriedenstellender Schutz der Südtiroler Tier- und Pflanzenwelt in ihren Habitaten bislang noch nicht erreicht werden.

Zur Verbesserung der Situation sind vielfältige vorbereitende, umsetzende und erhaltende Aktivitäten erforderlich. Nur über eine ausgewogene Abstimmung der verschiedensten Interessen kann eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen erreicht und die langfristige Erhaltung von Flora und Fauna in ihrer Vielfalt sichergestellt werden. Eine Grundvoraussetzung ist anerkanntermaßen eine umfassende Bestandsaufnahme über Verbreitung, Häufigkeit und Gefährdung der Tier- und Pflanzenarten. Es ist zu begrüßen, daß die zuständigen Südtiroler Institutionen wie das Amt für Naturparke, Naturschutz und Landschaftspflege und das Naturmuseum Bozen diese Bestandsaufnahme in Angriff genommen haben. Für die Tierwelt liegt bereits eine »Rote Liste gefährdeter Tierarten Südtirols« vor (GEPP 1994). In den neuen »Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia« (CONTI, MANZI & PEDROTTI 1997) wird erstmals auf die Gefährdungssituation der Flora in der Gesamtregion Trentino-Südtirol eingegangen. Diese Regionalliste muß als ein wichtiger Schritt zur Schaffung objektiver Grundlagen für den Artenschutz angesehen werden, sie bedarf aber wie unten noch zu erläutern ist, zumindest bei den Orchideen einer Überarbeitung. Für einen effizienten Artenschutz ist zusätzlich eine getrennte Bewertung der Gefährdungssituation in den beiden Provinzen erforderlich, zum einen aus sachlichen Gründen (Berücksichtigung der lokalen natürlichen Eigenheiten; Unterschiede in der Florenzusammensetzung, bei vielen gemeinsamen Arten erhebliche Differenzen der Häufigkeit/Seltenheit), zum anderen aus verwaltungstechnischen Gründen (eigenständige Gesetzgebungskompetenzen der Autonomen Provinzen Bozen und Trient, unabhängige Verwaltungen). Die vorliegende Arbeit soll ein Beitrag hierzu sein.

Der Stand der Kartierung der Orchideen Südtirols und die Auswertung der historischen Quellen ist trotz der oben bereits erläuterten Bearbeitungslücken weit genug fortgeschritten, um erstmals für alle historisch und rezent nachgewiesenen Taxa eine Bestimmung der aktuellen Bestands- und Gefährdungssituation zu ermöglichen. Unter Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Verbreitung, der Anzahl bekannter Wuchsorte (Häufigkeit/Seltenheit), der beobachteten Populationsstärken, der Vielfalt der besiedelten Standorte, der erkennbaren Beeinträchtigungen der Habitate und der Entwicklung in den letzten 150 Jahren (Ausbreitung/Rückgang) kann eine Bewertung der Gefährdungssituation aller Orchideen Südtirols erfolgen.

Für die Erstellung der hier vorgelegten »Rote Liste der Orchideen Südtirols« wurden in Anlehnung an GEPP 1994 die in Mitteleuropa angewandten Gefährdungskategorien und ihre Definitionen ausgewählt, um die Vergleichbarkeit mit den Roten Listen der Nachbargebiete sicherzustellen: Österreich (NIKL FELD & al. 1986),

Nordtirol, Osttirol, Vorarlberg (NEUNER & POLATSCHEK 1997), Fürstentum Liechtenstein (RHEINBERGER & RHEINBERGER 1991), Baden-Württemberg (HARMS 1986) und Deutschland (ANONYMUS 1996). Die neue italienische Regionalliste (CONTI, MANZI & PEDROTTI 1997) hält sich an die neuen IUCN-Kategorien und Definitionen, die trotz gewisser Unterschiede im Detail im wesentlichen mit den in Mitteleuropa angewandten übereinstimmen. Für kleinere Gebiete sind allerdings die arealgrößenbezogenen IUCN-Definitionen nicht gut geeignet.

Die verwendeten Gefährdungskategorien und Symbole werden in Tabelle 2 im Vergleich zu den zitierten anderen Roten Listen aufgeführt. Für weitere Details der Definitionen wird auf die zitierten Roten Listen verwiesen.

Bearbeitungsgebiet der Roten Liste	Süd tirol	Trentino Südtirol	Nord tirol	Ost tirol	Vorarl- berg	F-Liech tenstein	Öster reich	Italien
Quelle (Autorenkürzel)	Gepp	CMP	NP	NP	NP	Rheinb.	Niklf.	CMP
Jahr	1994	1997	1997	1997	1997	1991	1986	1997
Kategorien (MittelEuropa (ME),IUCN alt/neu)	ME	IUCNn	ME	ME	ME	IUCNa	ME	ME
Ausgestorben, ausgerottet oder verschollen	0	†	†	†		0		
Estinto [Extinct]		EX				EX		EX
Vom Aussterben bedroht [Endangered]	1		1	1	1	EN	1	
Gravemente minacciato [Critically Endangered]		CR						CR
Stark gefährdet	2		2	2	2		2	
Minacciato [Endangered]		EN						EN
Gefährdet	3		3	3	3		3	
Vulnerable [Vulnerable]		VU				VU		VU
Potentiell gefährdet	4		4	4	4		4	
A Minor Rischio [Lower Risk]		LR						LR
Selten [Rare]						RA		
Ungenügend erforscht [Data Deficient]	5	DD						DD
Non Valutato [Non Evaluated]		NE						NE
Regional stärker gefährdet als im Gesamtgebiet							r!	
Regional gefährdet, aber nicht im Gesamtgebiet							- r	- r
Derzeit nicht gefährdet	-	-	-	-	-	-		
In Teilgebieten nicht nachgewiesen			N	N	N			
Zusätzliche Hinweise in Tabelle 3:								
Im Gebiet nachgewiesen, nicht in RL erfasst		*	*	*	*	*	*	*
Taxon im Gebiet bisher nicht nachgewiesen		Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
Verantwortlichkeit für Erhaltung in Italien	m/h							

Tab. 2: Übersicht der Gefährdungskategorien, Abkürzungen und Symbole der Roten Listen der Nachbargebiete Südtirols, Österreichs und Italiens.

Die Einstufung der Gefährdung der Orchideen Südtirols wird in Tabelle 3 aufgelistet und den Einstufungen der Roten Listen der Nachbargebiete sowie Gesamt-Österreichs und Gesamt-Italiens gegenübergestellt. Damit liegt bei den Orchideen bis auf Ampezzo und Buchenstein erstmals eine Gesamtübersicht der Gefährdung für das gesamte Bearbeitungsgebiet von DALLA TORRE & SARNTHEIN (1906-1913)

vor. Zusätzlich wird bei einzelnen Arten in Anlehnung an die deutsche Rote Liste 1996 die Verantwortlichkeit Südtirols für die Erhaltung der Art in Italien angegeben, wenn dies auf Grund der Bestandssituation in Italien gerechtfertigt erscheint (m = mäßige, h = hohe Verantwortlichkeit).

In der letzten Spalte wird der aktuelle Rechtsschutz der Orchideen in Südtirol auf Landes- und supranationaler Ebene aufgeführt. Dabei haben die Symbole folgende Bedeutung: § = Pflück-, Aufbewahrungs- und Handelsverbot von Pflanzen und Pflanzenteilen nach Landesgesetz vom 28. Juni 1972, Nr. 13 ; C = Generelles Vermarktungsverbot nach der Verordnung (EWG) Nr. 3626/82 vom 3. Dezember 1982, Anhang C 1 und des Washingtoner Artenschutzübereinkommens (WA) vom 3. März 1973; B = Berner Konvention vom 19. September 1979 (Artenschutz, Erhaltung der Lebensräume, Arten des Anhang I); F = Richtlinie zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen 92/43/EWG, Anhang II, IV. Die Bedeutung der supranationalen Bestimmungen für den Artenschutz in Italien ist bei BAUMANN, KÜNKELE et al. (1995) näher erläutert.

Die Auswertung ergibt, daß von den 54 in Südtirol nachgewiesenen Arten und Unterarten 38, d.h. 70 % als gefährdet eingestuft werden müssen, davon 3 Arten (6%) als verschollen (*Ophrys apifera*, *Ophrys sphegodes*, *Orchis spitzelii*), weitere 9 (17%) als vom Aussterben bedroht (*Anacamptis pyramidalis*, *Epipactis microphylla*, *Hammarbya paludosa*, *Himantoglossum adriaticum*, *Liparis loeselii*, *Ophrys holoserica*, *Orchis coriophora*, *O. simia*, *Spiranthes aestivalis*) und 7 (13%) als stark gefährdet (*Dactylorhiza cruenta*, *D. lapponica*, *D. traunsteineri*, *Herminium monorchis*, *Malaxis monophyllos*, *Orchis purpurea*, *O. tridentata*). Die Auflistung zeigt, daß in Südtirol insbesondere isolierte Einzelvorkommen an ihrem Arealrand und früher häufige Arten der Feuchtbiotope betroffen sind.

Die Gefährdungsgrade der mit Südtirol gemeinsamen Orchideen in den betrachteten Nachbargebieten sind in Tabelle 4 zusammengefaßt. Die regionalen Werte liegen bis auf die Gesamtregion Trentino-Südtirol in vergleichbarer Größenordnung, Minimum/Maximum unterscheiden sich um den Faktor 2. Der Anteil gefährdeter Arten schwankt von 44% in Liechtenstein über 49% (Nordtirol), 64% (Vorarlberg) bis 87% (Osttirol) mit einem Durchschnitt incl. Südtirol von 62%. Von Ausnahmen abgesehen sind es auch in den Nachbargebieten Orchideen der Feuchtgebiete und seltene Arten am Rande ihres Areals, vor allem submediterrane Arten, die der höchsten Gefährdung ausgesetzt sind. Offensichtlich führen vergleichbare Grundzüge der Entwicklung leider zu denselben Problemen. Ähnliche Werte mit 71% gefährdeter Arten sind auch in Baden-Württemberg zu verzeichnen (HARMS 1986), sowohl bezogen auf die 49 gemeinsamen wie auch bezogen auf alle 56 baden-württembergischen Taxa.

Bearbeitungsgebiet	Süd tirol	Trentino Südtirol	Nord tirol	Ost tirol	Vorarl berg	F-Liech tenstein	Öster reich	Ita lien	Schutz Südtirol
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	1	*	N	N	1	VU	3 r!	*	§,C
<i>Cephalanthera damasonium</i>	4	-	3	1	1	RA	-r	-r	§,C
<i>Cephalanthera longifolia</i>	-	-	-	1	4	-	-r	-r	§,C
<i>Cephalanthera rubra</i>	3	-	-	2	4	RA	-r	-r	§,C
<i>Chamorchis alpina</i>	-	-	-	3	-	(-)	*	-r	§,C
<i>Coeloglossum viride</i>	-	-	*	*	*	-	-r	-r	§,C
<i>Corallorrhiza trifida</i>	-	-	-	2	-	-	*	-r	§,C
<i>Cypripedium calceolus</i>	3 m	VU	-	1	3	RA	3	VU	§,C,B,F
<i>Dactylorhiza cruenta</i>	2 m	VU	1	1	N	*	2	VU	§,C
<i>Dactylorhiza fistulosa subsp. alpestris</i>	4	-	-	3	-	-	-r	-r	§,C
<i>Dactylorhiza incarnata subsp. incarnata</i>	3	-	3	1	3	VU	3 r!	-r	§,C
<i>Dactylorhiza lapponica</i>	2 m	*	1	N	N	*	*	*	§,C
<i>Dactylorhiza latifolia</i>	3	*	†	1	†	-	3	*	§,C
<i>Dactylorhiza maculata</i>	-	*	-	-	-	-	*	*	§,C
<i>Dactylorhiza traunsteineri</i>	2 m	-	2	†	1	VU	2	-r	§,C
<i>Epipactis atrorubens</i>	-	-	-	3	-	-	*	-r	§,C
<i>Epipactis helleborine subsp. helleborine</i>	-	-	-	1	-	-	-r	-r	§,C
<i>Epipactis helleborine subsp. orbicularis</i>	4 h	*	1	N	N	Ø	*	*	§,C
<i>Epipactis microphylla</i>	1	-	N	N	1	EN	2	-r	§,C
<i>Epipactis muelleri</i>	3	-	Ø	Ø	Ø	Ø	2	-r	§,C
<i>Epipactis palustris</i>	3	-	-	1	-	-	3 r!	-r	§,C
<i>Epipogium aphyllum</i>	3	-	2	1	1	EN	3	-r	§,C
<i>Goodyera repens</i>	-	-	-	1	1	-	*	-r	§,C
<i>Gymnadenia conopsea</i>	-	-	*	*	*	-	-r	-r	§,C
<i>Gymnadenia odoratissima</i>	-	-	-	3	-	-	-r	-r	§,C
<i>Hammarbya paludosa</i>	1 h	CR	1	N	†	Ø	1	CR	§,C
<i>Hermidium monorchis</i>	2 m	-	3	1	3	(-)	3 r!	-r	§,C
<i>Himantoglossum adriaticum</i>	1	-	Ø	Ø	Ø	Ø	2	-r	§,WA
<i>Limodorum abortivum</i>	3	-	1	1	N	EN	2	-r	§,C
<i>Liparis loeselii</i>	1 m	EN	3	N	1	EN	2	EN	§,C,B,F
<i>Listera cordata</i>	-m	-	-	3	-	RA	*	-r	§,C
<i>Listera ovata</i>	-	-	-	4	-	-	*	-r	§,C
<i>Malaxis monophyllos</i>	2	LR	-	1	3	EN	*	VU	§,C
<i>Neottia nidus-avis</i>	-	-	-	3	-	-	*	-r	§,C
<i>Nigritella nigra</i>	-	-	-	-	-	(-)	*	-r	§,C
<i>Nigritella rubra</i>	4	*	2	1	1	EN	-r	*	§,C
<i>Ophrys apifera</i>	0	*	1	N	1	EN	2	-r	§,C
<i>Ophrys holoserica</i>	1	-	N	N	†	VU	2	-r	§,C
<i>Ophrys insectifera</i>	4	-	-	1	3	RA	-r	-r	§,C
<i>Ophrys sphegodes</i>	0	-	1	N	†	EX	3 r!	-r	§,C
<i>Orchis coriophora</i>	1	-	†	†	†	Ø	1	-r	§,C
<i>Orchis mascula subsp. speciosa</i>	4	*	3	2	4	-	-r	*	§,C
<i>Orchis militaris</i>	3	-	2	1	2	-	3	-r	§,C
<i>Orchis morio</i>	3	-	1	1	3	-	3 r!	-r	§,C
<i>Orchis purpurea</i>	2	*	N	N	†	Ø	3 r!	*	§,C
<i>Orchis simia</i>	1	-	Ø	Ø	Ø	Ø	*	-r	§,C
<i>Orchis spitzelii</i>	0	LR	Ø	Ø	Ø	Ø	3 r!	-r	§,C
<i>Orchis tridentata</i>	2	*	Ø	Ø	Ø	Ø	3 r!	*	§,C
<i>Orchis ustulata</i>	4	*	-	2	4	-	-r	*	§,C
<i>Platanthera bifolia</i>	-	-	-	4	-	-	*	-r	§,C
<i>Platanthera chlorantha</i>	4	-	2	1	4	-	*	-r	§,C
<i>Pseudorchis albida</i>	-	-	*	*	*	-	*	-r	§,C
<i>Spiranthes aestivalis</i>	1	EW	1	N	1	EX	1	EN	§,C,B,F
<i>Traunsteinera globosa</i>	4	-	4	2	4	-	-r	-r	§,C

Tab. 3: Vorläufige Rote Liste der Orchideen Südtirols im Vergleich zu den Roten Listen der Regionen Trentino-Südtirol, der Nachbargebiete Nordtirol, Osttirol, Vorarlberg, Fürstentum Liechtenstein sowie Österreichs und Italiens mit Angabe des bestehenden rechtlichen Artenschutzes in Südtirol.

CONTI, MANZI & PEDROTTI haben in der neuen regionalen Roten Liste Italiens (1997) die Gefährdung der Orchideen in der gesamten Region Trentino-Südtirol mit nur 7 (13%) gefährdeten Arten deutlich niedriger bewertet. Die Gründe für diese Unterschiede sind uns z.Zt. nicht bekannt. Diese Einstufung entspricht jedoch nach den hier vorgelegten Kartierungsergebnissen und dem veröffentlichten Kenntnisstand (PERAZZA 1992) insgesamt weder für Südtirol noch für das Trentino den tatsächlichen Gegebenheiten. Als Beispiele für sachlich nicht nachvollziehbare Bewertungen der Gefährdungssituation in den beiden Provinzen können die Einstufungen von *Epipactis microphylla*, *Himantoglossum adriaticum*, *Ophrys apifera*, *O.pseudobertolonii*, *Orchis coriophora*, *O.provincialis* als „nicht gefährdet“ oder von *Serapias vomeracea*, *Spiranthes spiralis* als „Low risk“ angeführt werden, die nach unseren Unterlagen alle in die Gefährdungstufen 1 bis 2 einzustufen sind. Eine Reihe weiterer als nicht gefährdet eingestufte Arten wie *Dactylorhiza lapponica* und *D.traunsteineri*, *Herminium monorchis*, *O.holosERICA*, *O.sphEGODES* wäre zumindest in 3 bis 4 einzustufen. Dennoch ist diese regionale Rote Liste als ein Meilenstein des Artenschutzes in Italien anzusehen, sie bedarf aber wie jede Rote Liste der Fortschreibung und Anpassung an den zunehmenden Kenntnisstand. Das Beispiel der Orchideen unterstreicht jedoch die Notwendigkeit der eigenständigen Erarbeitung einer Landesliste für die gesamte Flora.

Gebiet Gefährdungskategorie		Süd tirol	Trentino Südtirol	Nord tirol	Ost tirol	Vorarl berg	F-Liech tenstein	Öster reich	Italien
Ausgestorben, ausgerottet, verschollen	0 EX	3	1	2	2	6	2	0	0
Vom Aussterben bedroht	1 CR	9	1	9	18	10	7	3	1
Stark gefährdet	2 EN	7	1	5	5	1	0	9	2
Gefährdet	3 VU	10	2	5	6	6	4	13	3
Potentiell gefährdet, Rare	4 LR	9	2	1	2	6	5	0	0
Ungenügend erforscht	5 DD	0	0	0	0	0	0	0	0
Derzeit nicht gefährdet	-	16	36	20	2	13	24	13	38
Im Gebiet nachgewiesen, nicht in RL	*	0	11	3	3	3	2	16	10
Im Gebiet bisher nicht nachgewiesen	Ø,N	0	0	9	16	9	10	0	0
Taxa Gesamt [n]		54	54	45	38	45	44	54	54
gefährdete Taxa [%]		70	13	49	87	64	41	46	11
nicht gefährdete Taxa [%]		30	87	51	13	36	59	54	89

Tab. 4: Anzahl [n] und Anteil [%] gefährdeter und nicht gefährdeter Taxa der in Südtirol vorkommenden Orchideen

Die hieraus deutlich werdende Gefährdung vieler Orchideen ist im Hinblick auf die bekannte Funktion der Orchideen als Indikator für den ökologischen Zustand einer Vielzahl der unterschiedlichsten Biotoptypen (KÜNKELE 1978:56) ein unübersehbarer Hinweis auf eine starke Bedrohung vieler anderer seltener und empfindlicher Pflanzen- und Tierarten. Dieser Befund zeigt die Notwendigkeit eines raschen nach-

haltigen Habitatschutzes in Südtirol eindringlich auf. Von Bedeutung ist hierfür insbesondere die Umsetzung der Habitat-Richtlinie 92/43/EWG auf nationaler und Landesebene sowie die Erstellung eines Artenschutzprogrammes durch die Autonome Provinz Bozen-Südtirol. Die Ausweisung von Schutzgebieten muß mit einem qualifiziertem Biotopmanagement, Pflegeverträgen, Ausgleichszahlungen für die Landwirtschaft zur Aufrechterhaltung bisheriger naturnaher Nutzungsformen und verstärkter Überwachung verbunden sein. Ziel sollte ein Biotopverbund sein, der die natürliche Diversität der Tier- und Pflanzenwelt von den Tallagen bis in die Hochgebirgsregionen nachhaltig sichert.

Vorrangig sind Artenschutzmaßnahmen in den Zonen hoher Diversität, insbesondere im Überetsch und Unterland sowie im Schlerngebiet. Mit höchster Priorität ist die Unterschutzstellung der Habitate der oben aufgeführten „stark gefährdeten“ Arten wie Magerwiesen (z.B. bei Montan, Grissian) und Feuchtgebiete (z.B. Tisens, Montiggl), thermophiler Mischwälder (z.B. Mitterberg, Altenburg) in Angriff zu nehmen. Ansonsten ist die Zerstörung der Wuchsorte der letzten Restpopulationen und ein baldiges Austerben von mehreren Besonderheiten der Südtiroler Flora zu befürchten. Verluste wie die Ausrottung von *Liparis loeselii* in den Fuchsmösern zwischen Andrian und Unterrain (KIEN 1972: 72; WALLNÖFER 1988:94) durch Umwandlung in Obstwiesen, die massive Beeinträchtigung bestehender Geschützter Biotope wie z.B. in Castelfeder durch zunehmende Freizeitnutzung und intensive Beweidung oder in der Schludernser Au durch Umwandlung ungedüngter Naßwiesen in entwässerte Fettwiesen dürfen sich nicht mehr wiederholen. Die hier vorgelegte Arbeit soll ein Beitrag zu diesen Bemühungen sein. Der Datenunterbau wird für diese Zwecke den zuständigen Landesbehörden voll zur Verfügung gestellt.

Entscheidend wird der Aufbau eines Verbundnetzes von Schutzgebieten und eines modernen, wissenschaftlich begründeten artenschutzorientierten Pflegemanagements sein, das die gesamte Vielfalt der vorhandenen natürlichen und naturnahen Biotope widerspiegelt und potentiell geeignete Areale unter Ausnutzung der natürlichen Dynamik in neubesiedelbare Habitate überführt. Den bewährten Besiedlungsstrategien der Orchideen kann so auch im Interesse vieler anderer bedrohter Organismen im Sinne einer Hilfe zur Selbsthilfe eine Chance zum langfristigen Überleben in unserer sich wandelnden Kulturlandschaft gegeben werden.

5. Ausblick

Es ist vorgesehen, die Kartierung der Orchideen Südtirols in Kooperation mit dem neuen Projekt »Flora von Südtirol« des Naturmuseums Bozen auszubauen. Über eine flächendeckende Verdichtung des Datennetzes unter Einbeziehung aller Raster-

felder mit ihrer jeweiligen Biotopvielfalt und die Identifizierung der wichtigen Vorkommen aller Arten und Unterarten im 5 x 5 km-Raster sollen Areal- und Bestandsveränderungen herausgearbeitet werden. Auf dieser Grundlage soll eine qualifizierte Fortschreibung der Roten Liste der Orchideen Südtirols erfolgen. Ergänzend sollen naturschutzfachlich bedeutendere Gebiete in einem feineren Raster erfaßt werden. Die Zusammenarbeit mit dem vergleichbar orientierten Kartierungsprojekt im Trentino ist vorgesehen. Die Betrachtung eines größeren Raumes läßt für den Artenschutz wichtige zusätzliche Erkenntnisse erwarten. Zur Mitarbeit Dritter wird ausdrücklich ermuntert. Für neue Mitglieder in der Mitarbeitergruppe werden ausreichende Unterlagen und Informationen zur Verfügung gestellt, um ein einheitliches Vorgehen in der Datenerfassung zu gewährleisten.

Nachtrag

Nach Abschluß des Manuskriptes konnten zu den im Folgenden aufgeführten Arten noch bemerkenswerte Beobachtungen im Feld gemacht oder wichtige Literaturangaben erhalten werden:

Liparis loeselii: Nachweis in der Verlandungszone des Kalterer Sees (wenige Exemplare im Osten der Pirstel Möser am 5.6.1985, PS.73/1, VENANZONI 1986:8; WALLNÖFER 1991:144). Der Gefährdungsgrad 1 - Vom Aussterben bedroht bleibt unverändert.

Ophrys pseudobertolonii Murr subsp. *pseudobertolonii* [Syn.: *O. benacensis* (Reisigl) O. & E. Danesch et F. Ehrend.]: im Herbar von Padua (PAD) befindet sich ein von PFAFF bei Salurn gesammelter Beleg (18.5.1939, an der Strasse oberhalb des Galgenbichls, 240 m, auf Kalkschotter; PERAZZA 1995:199). Der Wuchsort ist in der Zwischenzeit durch Schotterabbau und Errichtung einer Müldeponie vernichtet worden (H. MADL 1997 ex verbis). Weitere Nachweise der Art liegen für Südtirol trotz gezielter Nachsuche nicht vor. Die Art ist deshalb in die Gefährdungskategorie 0 - Ausgerottet einzustufen.

Ophrys sphegodes: am 29.4.1998 trafen wir auf einer Magerwiese oberhalb Salurn 9 Pflanzen der Art an (300-390m, PS.72; MTB 9733). Mit dem Eigentümer und den zuständigen Landesbehörden wurden in Anbetracht der Bedeutung dieses einzigen im Land aktuell bekannten Vorkommens einer Population umgehend Gespräche aufgenommen, um kurzfristig geplante Nutzungsänderungen zunächst aufzuschieben. Langfristig soll das naturschutzfachlich wertvolle Biotop über einen Interessensausgleich nachhaltig gesichert werden. Der Gefährdungsgrad ändert sich von 0 - Verschollen nach 1 - Vom Aussterben bedroht.

Die Zahl der in Südtirol nachgewiesenen Orchideen erhöht sich damit auf Rezent 52, Gesamt 55 Arten und Unterarten. Die Anzahl von 3 verschollenen Arten bleibt unverändert. Die Rote Liste, Tab.3 ist entsprechend zu ergänzen.

Danksagung

Besonderen Dank schulden wir M. DECARLI & G. PERAZZA (M, Rovereto), Dr. C. GEMBARDT (M, Weinheim), Prof. Dr. V. HOFFMANN (M, Neckartenzlingen), W. HÖLL (M, Gauting), H. MADL (M, Kaltern), F. UNTERER (M, Lichtenberg), J. WANKER (St.Ulrich), H. WESTPHAL (M, † Salzgitter) für die großzügige Überlassung unveröffentlichter Fundangaben, die qualitativ und quantitativ maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Herzlich bedanken wir uns auch bei den folgend aufgeführten Damen und Herren, deren viele Fundmeldungen ganz wesentlich für die relativ hohe Dichte der hier vorgestellten Verbreitungskarten sind: C. ALBER (Meran), H. ANDERGASSEN (Kaltern), G. ANGELI (TN), M. BARBACOVİ (TN), R. CRESCENTINI (M, Pesaro), W. GOTTHARD (Neresheim), W. HILLER (M, Göppingen), H. HOELLE (M, Blaichach), A. JAITNER (Kaltern), M. KALTEISEN (M, Ulm), G. KIERDORF-TRAUT (Greven-Gimbte), A. KINKELIN (Brixen), R. KINKELIN († Meran), G. LÖBER (M, Zirndorf), U. LÜNSMANN (M, Wuppertal), L. MATTEDI (TN), H. NIEDERKOFLENER (St.Johann/Ahrmtal), M. PETEREK (M, Bielefeld), A. REITER (Gereuth/Brixen), C. SALETTI (TN), W. STIEGLITZ (M, Wuppertal), C. TONNI-BAZZA (BS), L. UNGERER (Lana), M. VARNER (TN) und Dr. C. WALLOSSEK (Köln). Bei Herrn Dr. S. KÜNKELE (Gerlingen) bedanken wir uns in tiefer Verbundenheit für seine wertvollen Ratschläge und für viele kritische Diskussionen. Herrn U. LÜNSMANN (Wuppertal) danken wir für seine große Hilfe bei der Erstellung der Verbreitungskarten. Großen Dank schulden wir dem Amt für Forstwirtschaft der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol für die großzügige Förderung des Kartierungsprojektes durch Erteilung einer Fahrbewilligung für die Forststraßen des Landes. Nicht zuletzt gebührt weiterer Dank dem AHO Baden-Württemberg für die tatkräftige Unterstützung des Projektes; viele seiner Mitglieder, oben mit „M“ gekennzeichnet, haben aktiv zur Feldarbeit beigetragen.

Literaturverzeichnis

- ALMERS, L., NEWGER, K. & D. WENKER (1996): Die Gattung *Nigritella* - ein allgemeiner Überblick - sowie einige Funde in den Süd- und Ost-Alpen. - Ber.Arbeitskr.Heim.Orchid. **13**(1): 41-60.
- AMBROSI, F. (1853): Flora von Südtirol. - Oesterr.bot.Wochenbl. **3**: 378-382.
- AMBROSI, F. (1854): Flora del Tirolo meridionale. Vol.1, Monocotyledonae. - Padova.
- ANCHISI, E., BERNINI, A., CARTASEGNA, N. & F. POLANI (1986): Flora Protetta dell'Italia settentrionale. - Oltrepò Pavese.
- ANONYMUS (1996): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands, Einführung. - Schr.-R.f.Vegetationskde. **28**: 7-19.
- ARGENTI, C. (1994): Segnalazioni floristiche per la provincia di Belluno. I. - Ann.Mus.civ.Rovereto, sez.Arch., St., Sc.nat. **9** (1993): 193-208.
- ARTZT, F.F.A. (1887): Zur Flora von Schluderbach in Südtirol. - Deutsche bot.Monatsschr. **5**: 98-103.
- ARTZT, F.F.A. (1888): Zur Flora von Schluderbach in Südtirol. - Deutsche bot.Monatsschr. **6**: 60-68, 96-99.
- ARTZT, F.F.A. (1892): Botanische Reise-Erinnerungen aus Tirol. - Deutsche bot.Monatsschr. **10**: 140-144.
- ARTZT, F.F.A. (1893): Botanische Reiserinnerungen aus Tirol. - Deutsche bot.Monatsschr. **11**: 161-165.
- ASCHERSON, P. & P. GRAEBNER (1907): Synopsis der mitteleuropäischen Flora, Vol.3. - Leipzig.
- BACHLECHNER, G. (1859a): Verzeichnis der phanerogamen Pflanzen, welche in der Gegend von Brixen wild wachsen. - Progr. k.k. Gymnasium zu Brixen **9**: 1-94.

- BACHLECHNER, G. (1859b): Verzeichnis der phanerogamen Pflanzen, welche in der Gegend von Brixen wild wachsen. - Weger, Brixen.
- BACHLECHNER, G. (1865): Beiträge zur Flora von Brixen. - Progr. k.k. Gymnasium zu Brixen 15: I-V, 6-30.
- BAUMA, A. & H. (1988): Randbemerkungen zum Europäischen Fernwanderweg 5 zwischen Oberstdorf und Bozen vom 9.8.1987 bis 20.8.1987. - Ber. Arbeitskr. Heim. Orchid. 5: 38-40.
- BAUMANN, H. (1978): *Himantoglossum adriaticum* spec. nov. - eine bislang übersehene Riemenzunge aus dem zentralen nördlichen Mittelmeergebiet. - Die Orchidee 29: 165-172.
- BAUMANN, H. & S. KÜNKELE (1979): Das OPTIMA-Projekt zur Kartierung der mediterranen Orchideen. - Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 11(1): 12-53.
- BAUMANN, H. & S. KÜNKELE (1982): Die wildwachsenden Orchideen Europas. - Stuttgart.
- BAUMANN, H. & S. KÜNKELE (1988): Die Orchideen Europas. - Stuttgart.
- BAUMANN, H., KÜNKELE, S., GIOTTA, C., LORENZ, R. & M. PICCITTO (1995): *Ophrys holoserica* subsp. *chestermanii* J.J. Wood - eine gefährdete und endemische Orchidee von Sardinien. - Jour. Eur. Orch. 27(2): 185 - 244.
- BAUMANN, H. & S. KÜNKELE (1998): Die Orchideen in der neuen Flora: "Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs". - J. ber. naturwiss. Ver. Wuppertal 51: 113 - 123.
- BAUMANN, H. & R. LORENZ (1988): Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Epipactis* Zinn in Mittel- und Süditalien und der Verbreitung einiger in diesem Gebiet spät blühender Orchideen. - Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 20(3): 652-694.
- BAUMGARTEN, B. (1996): Geologisches aus Südtirol. - In: NIEDERFRINIGER, O., SCHREINER, P. & L. UNTERHOLZNER: Atlas der Vogelwelt Südtirols. - Bozen.
- BEGUINOT, A. (1934): Ricerche sulla vegetazione steppica della Valle Venosta. - Mem. Mus. St. Nat. Ven. Trid. 12: 3-68.
- BERTOLONI, A. (1853): Flora Italica, Vol. 9. - Bologna.
- BOJKO, H. (1931): Der Wald im Langenthal (Val lungo). - Botan. Jahrb. 64: 48-163.
- BOLZON, P. (1926): Contributo alla Flora dell' Alto Adige. - Bull. Soc. Bot. Ital. 1926: 22-32.
- BOLZON, P. (1929): Contributo alla Flora dell' Alto Adige, Nota V. - Nuov. Giorn. Bot. Ital. N. S. 36: 647-660.
- BOLZON, P. (1931): Contributo alla Flora dell' Alto Adige, Nota VI. - Nuov. Giorn. Bot. Ital. N. S. 38: 296-307.
- BOLZON, P. (1933): Contributo alla Flora dell' Alto Adige, Nota VIII. - Nuov. Giorn. Bot. Ital. N. S. 40: 118-126.
- BORNMÜLLER, J. (1897): Einige Notizen zur Flora des Monte Piano und Monte Cristallo in Oberitalien. - Mitteil. thüring. bot. Ver. NF 10: 42-44.
- BOSIN, B. (1969): Die Kleinblättrige Sumpfwurz (*Epipactis microphylla* [Ehrh.] Sw.) im Flaumeichenmischwald, zwischen Margreid und Penon im Unterland. - Der Schlern 43(7): 329-330.
- BRENDICKE, K. (1994): *Dactylorhiza incarnata* var. *macrophylla* bei Obereggen (Südtirol). - Ber. Arbeitskr. Heim. Orchid. 11(1): 81-82.
- BUTTLER, K. P. (1986): Orchideen. Die wildwachsenden Arten und Unterarten Europas, Vorderasiens und Nordafrikas. - München.
- CHAS, E. & D. TYTECA (1992): Un *Epipactis* meconnue de la flore de France. - L' Orchidophile 23(100): 7-16.
- CONTI, F., MANZI, A. & F. PEDROTTI (1992): Libro rosso delle piante d'Italia. Roma.
- CONTI, F., MANZI, A. & F. PEDROTTI (1997): Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia. -
- CRESCENTINI, R. & J. M. I. KLAVER (1997): Orchidee Spontanee della Provincia di Pesaro e Urbino. - Prov. Pesaro e Urbino - Quad. Amb. 1: 1-320. - Villa Verucchio (RN).
- DALLA TORRE, K. W. v. (1891): Beitrag zur Flora von Tirol und Vorarlberg. - Ber. naturwiss.-mediz. Ver. Innsbruck 19: 10-91.

- DALLA TORRE, K. W. v. (1928): Beiträge zur Flora von Tirol und Vorarlberg, bearbeitet nach dem Herbar und handschriftlichen Nachlasse des Hauptmann-Auditors Friedrich Beer.- Veröff.Mus.Ferdinandeam 1927: 1-28.
- DALLA TORRE, K. W. v. & L. v. SARNTHEIN (1890): Bericht über neue und wichtigere Beobachtungen aus dem Jahre 1889. - Ber.deutsche bot.Ges. 8: 168-171.
- DALLA TORRE, K. W. & L. v. SARNTHEIN (1900-1913): Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol. Vol. I (1900), Vol. 6, 1 (1906), Vol. 6, 4 (1913).- Innsbruck.
- DANESCH, O. & E. (1973): Über die Hybridisierung einiger *Dactylorhiza*-Sippen in Tirol.- Veröff.Mus.Ferdinandeam 53: 95-124.
- DANESCH, O. & E. (1977): Tiroler Orchideen.- Bozen.
- DELFORGE, P. (1994): Guide des Orchidées d'Europe.- Lausanne, Paris.
- DEL PRETE, C. & M.TOMASELLI (1984): Beiträge zur Verbreitung der Orchideen in Italien.- Mitt.Bl.Arbeitskr.Heim.Orch.Baden-Württ. 16(3): 499-508.
- DÜRER, M. (1891): Botanische Wanderungen in Südtirol.- Deutsche bot.Monatsschr. 9:152-161.
- DWORSCHAK, W. & W.WUCHERPFENNIG (1995): Ein Vorkommen von *Epipactis distans* in Tirol.- Ber.Arbeitskr.Heim.Orch. 12(1): 50-53.
- EHRENDORFER, F. & U.HAMANN (1965): Vorschläge zu einer floristischen Kartierung von Mitteleuropa.- Ber.Deutsch.Bot.Ges. 78: 35-50.
- ELSMANN, F. (1825): Beschreibung einiger botanischen Ausflüge auf etliche in der Nähe von Botzen gelegene Berge.- Flora 8: 705-714.
- ELSMANN, F. (1826): Beschreibung einiger botanischen Ausflüge auf etliche in der Nähe von Botzen gelegene Berge.- Flora 9: 401-410.
- ENTLEUTNER, A. F. (1883a): Flora von Meran in Tirol.- Deutsche bot.Monatsschr. 1:179-181.
- ENTLEUTNER, A. F. (1883b): Flora von Meran im Mai, Juni, Juli 1883.- Oesterr.bot.Zeitschr. 33(7-9): 226-228, 264-265, 292-293.
- ENTLEUTNER, A. F. (1885): Flora von Meran in Tirol.- Deutsche bot.Monatsschr. 3: 164-168.
- ERSCHBAMER, B. & H.NIEDERKOFLENER (1993): Die Kalkkrummsegge (*Carex curvula* ssp.*rosae* Gilom.) im Ahmtal.- Der Schlern 67(9): 628-642.
- ESCHENLOHR, B. (1821): Tagebuch einer botanischen Reise durch Tyrol im Jahr 1820.- Manuscript in der Bibliothek des Museums Ferdinandeam in Innsbruck.
- EVERS, G. (1896): Beiträge zur Flora des Trentino mit Rücksicht auf Gelmi's Prospetto della Flora Trentina.- Verh.Zool.-Bot.Ges.Wien 46: 55-89.
- FACCHINI, F. (1855): Flora Tiroliae Cisalpinae. Zur Flora Tirols. I.Heft. Mit einem Vorwort und Anmerkungen von Fr.B.v.Hausmann.- Zeitschr.Ferdinandeam Innsbruck 3(5): I-VIII, 1-152.
- FENAROLI, L. (1971): Flora delle Alpi.- Milano.
- FILL, J. (1968): Pflanzenreichtum um den Plattkofel in der Langkofelgruppe.- Der Schlern 42(10): 447-455.
- FILL, J. (1974): Die Flora des Passeiertales.- Der Schlern 48(7-9): 401-402.
- FISCHNALER, C. (1883): Sterzing am Eisack. Botanische Skizze: 42-51.- Innsbruck.
- FISCHNALER, C. (1896): Sterzing am Eisack. Botanische Skizze: 70-75, Ed.4.- Innsbruck.
- FLIRI, F. (1975): Das Klima der Alpen im Raume von Tirol.- Monographien zur Landeskunde Tirols I. Innsbruck.
- FUNCK, C. H. (1828): Wanderung nach dem Wormserjoch.- Flora 11: 488-494.
- GAMS, H. (1975): Tiroler Moder-Orchideen und andere "Wurzen".- Der Schlern 49: 235-237.
- GELMI, E. (1893): Prospetto della flora trentina.- Trento.
- GEPP, J. (Projektleiter, 1994): Rote Liste gefährdeter Tierarten Südtirols.- Leifers (BZ).
- GOIRAN, A. (1883): Prodrômus florae veronensis.- Nuov.Giorn.bot. ital. 15:5-68.
- GÖLZ, P. & H.R.REINHARD (1986): Statistische Untersuchungen an alpinen und skandinavischen Orchideen.- Jber.naturwiss. Ver. Wuppertal 39: 36-47.
- HACKEL, E. (1870): Botanische Reisebilder aus Südtirol.- Verh.Zool.-Bot.Ges.Wien 20: 665-668.
- HAGER, H. (1935): Das Vordringen der Mediterranflora an Etsch und Eisack.- Der Schlern 16(4): 162-168.

- HANDEL-MAZZETTI, H.v. (1936): Floristische Neufunde im Gebiete der Provinzen Bolzano und Trento.- Der Schlern 17(1-2): 18-20.
- HANDEL-MAZZETTI, H.v. (1951): Eine pflanzenkundliche Wanderung von Bozen über den Ritten zur Samerscharte.- Der Schlern 25(4): 153-160.
- HANDEL-MAZZETTI, H.v. (1957a): Zur floristischen Erforschung von Tirol und Voralberg. VII.- Verh.Zool.-Bot.Ges.Wien 97: 126-146.
- HANDEL-MAZZETTI, H.v. (1957b): Floristische Wanderungen im rechtsseitigen Bozner Unterland.- Der Schlern 31(1-2): 46-59.
- HARMS, K.H. (1986): Rote Listen der gefährdeten Tier und Pflanzen in Baden-Württemberg, Einleitung.- Arbeitsblätter zum Naturschutz 5: 5-24. Karlsruhe.
- HAUSMANN, F.v. (1851-1854): Flora von Tirol. Vol.1:1851; Vol.2:1852; Vol.3:1854.- Innsbruck.
- HAUSMANN, F.v. (1855a): Vorwort und Anmerkungen.- In: FACCHINI, F.: Flora Tiroliae Cisalpiniae.- Zeitschr.Ferdinandeam Innsbruck 3(5) Nat.wiss.Abth.-III-IV, 129-151.
- HAUSMANN, F.v. (1855b): Botanische Durchforschung Tirols im Jahre 1854.- Oesterr.bot.Wochenbl. 5: 121-124.
- HAUSMANN, F.v. (1891): Nachträge zur Flora von Tirol.- Manuscript, Copie von DALLA TORRE, K.W.v. im Museum Ferdinandeam in Innsbruck.
- HAYEK, A.A.v. (1898): *Gymnadenia Abelii* nov.hybr., *G.rubra* x *odoratissima*.- Österr.bot.Zeitschr.48: 423-424.
- HEGI, G. (1909): Illustrierte Flora von Mittel-Europa 2.- München.
- HEGI, G. (1939): Illustrierte Flora von Mittel-Europa 2, ed.2.- München.
- HEIMERL, A. (1904): I.Beitrag zur Flora des Eisacktales.- Verh.Zool.-Bot.Ges.Wien 54: 448-471.
- HEIMERL, A. (1905): II.Beitrag zur Flora des Eisacktales.- Verh.Zool.-Bot.Ges.Wien 55: 424-474.
- HEIMERL, A. (1911): Flora von Brixen a.E.- Wien und Leipzig.
- HEINRICH, W. & R.LORENZ (1996): Frauenschuh (*Cypripedium calceolus* L.) - Die Orchidee des Jahres 1996.- Ber.Arbeitskr.Heim.Orch. 13(1): 61-93.
- HELLWEGER, (1927): Aggiunte alla Flora del circondario di Bressanone.- Studi Trentini Cl.II, Sci.Nat.Econ. 8: 106-111.
- HÖLZL, P. (1881a): Der Gantkofel. Eine touristische Skizze.- Bozner Zeitg. 39(203): 2; (205): 2.
- HÖLZL, P. (1881b): In die Welt der Dolomiten!- Bozner Zeitg. 39(220): 2.
- HUTER, R. (1865): Correspondenz aus Gsies in Tirol, den 17.December 1864.- Oesterr.bot.Zeitschr. 15:22-23.
- HUTER, R. (1872): Flora der Gefäss-Pflanzen von Höhlenstein und der nächsten Umgebung.- Berlin.
- JUNGE, P. (1903): Beitrag zur Kenntnis der Flora der Umgebung von Bad Ratzes in Südtirol.- Deutsche bot.Monatsschr.21:19-21.
- KALTEISEN, M. & H.R.REINHARD (1986): Orchideen im zentralen italienischen Südalpenraum.- Mitt.Bl.Arbeitskr.Heim.Orch.Baden-Württ. 18(1): 1-136.
- KEIM, K. (1967): Die Vegetationsverhältnisse des Pflerschtals.- Diss.Univ.Innsbruck.
- KERNER, A. (1865): Die hybriden Orchideen der österreichischen Flora.- Verh.Zool.-Bot.Ges.Wien 15:203-236.
- KIEM, J. (1962a): Über die wildwachsende Flora von Meran.- Der Schlern 36(11-12): 326-329.
- KIEM, J. (1962b): Teratologische Formen des Dingels.- Der Schlern 36: 329.
- KIEM, J. (1972): Vorschläge über Naturschutzgebiete.- Der Schlern 46: 71-74.
- KIEM, J. (1973): Pflanzenwelt um Bozen.- In: Südtiroler Kulturinstitut (Hsg.): Stadt im Umbruch. Beiträge über Bozen seit 1900.- Bozen.
- KIEM, J. (1990a): Botanische Streifzüge durch Castelfeder.- Der Schlern 64(4): 187-207.
- KIEM, J. (1990b): Die Pflanzenwelt im Schilfgürtel des Kalterer Sees.- Ber.Bayer.Bot.Ges. 61: 151-162.
- KIEM, J. (1991): Flora und Vegetation einiger Feuchtgebiete des Rittens und seiner Umgebung.- Ber.Bayer.Bot.Ges. 62: 165-180.
- KIEM, J. (1994a): Feuchtgebiete des Tschöggelberges (Südtirol).- Ber.Bayer.Bot.Ges. 64: 65-80.
- KIEM, J. (1994b): Das Moorgebiet von Rasen im Antholzer Tal.- Der Schlern 68(10): 601-612.
- KIEM, M.L. (1987): Die Vegetation des südlichen Mendelzuges zwischen Kurtatsch und Aichholz.- Der Schlern 61(6): 349-363.

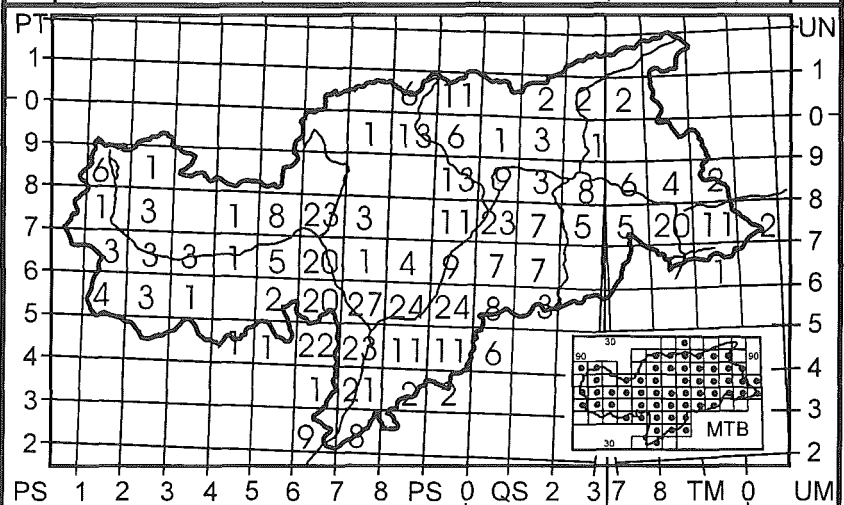
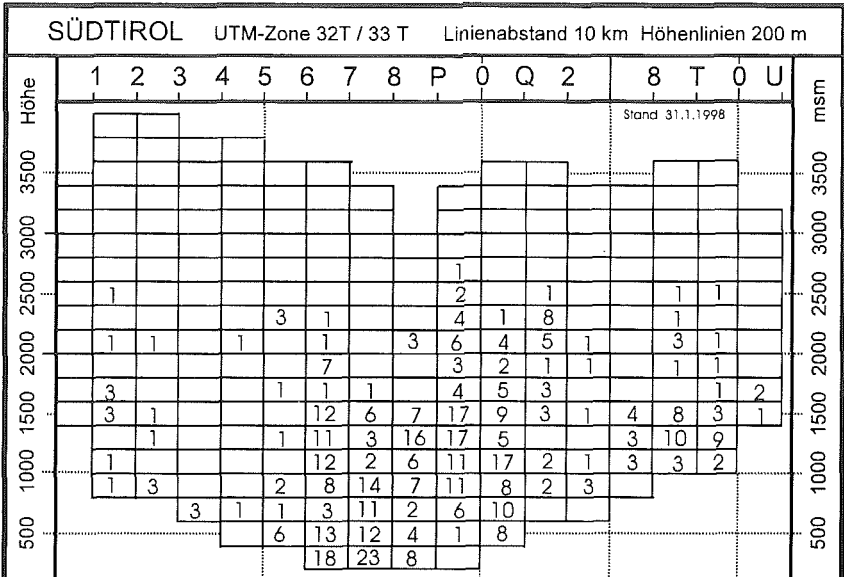
- KIERDORF-TRAUT,G. (1975): Orchideen im Hochpustertal.-Der Schlern 49(1): 28-36.
- KIERDORF-TRAUT,G. (1976): Zum Vorkommen von *Liparis loeselii* (Glanzkraut) in Südtirol.- Der Schlern 50: 160-163.
- KIERDORF-TRAUT,G. (1987): Zum Vorkommen des Kleinen Knabenkrautes (*Orchis morio*) im mittleren Eisacktal.-Der Schlern 61(7): 419-421.
- KIERDORF-TRAUT,G. (1990): FrühlingSORchideen im mittleren und unteren Eisacktal.- Der Schlern 64(8): 446-458.
- KIERDORF-TRAUT,G. (1996): Neue Fundorte von *Limodorum abortivum* (L.)Swartz (Violetter Dingel) in der Umgebung von Signat bei Bozen.- Der Schlern 70(4): 249-251.
- KITTEL,M.B. (1837): Taschenbuch der Flora Deutschlands. Ed.1.- Nürnberg.
- KITTEL,M.B. (1853): Taschenbuch der Flora Deutschlands. Ed.3.- Nürnberg.
- KLEBELSBERG,R.v. (1904): Die alpine Flora des Plose-Gebirges (2561m) bei Brixen a.E. (Südtirol).- Ber. Ver.Schutz u. Pflege Alpenpflanzen 4: 61-68.
- KLEIN,E. (1997): *Epipactis helleborine* (L.)Crantz subsp.*orbicularis* (Richter) Klein comb.nova, eine xerophile Unterart (*Orchidaceae-Neottieae*).- Phytom (Horn,Austria) 37(1): 71-83.
- KNEUCKER,J.A. (1886): Eine botanische Excursion nach Stuben am Arlberg, auf die Seiseralpe und den Schlern bei Bozen.- Österr.bot.Zeitschr. 26: 409-417.
- KRAUSE,E.H.F.W. (1899): Floristische Notizen.- Bot.Centralblatt 77: 180-185.
- KÜNKELE,S. (1976): Einführung in die Orchideenkartierung und Vorschläge zu ihrer Ausdehnung.- Mitt.Bl.Arbeitskr.Heim.Orch.Baden-Württ. 8: 118-148.
- KÜNKELE,S. (1978): Zum Stand der Orchideenkartierung und ihrer Auswertung.- Beih.Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 11:55-98.
- KÜNKELE,S. & R.LORENZ (1994): *Liparis loeselii* (L.)Rich.- Die Orchidee des Jahres 1994.- Jour.Eur.Orch. 26(1): 17-36.
- KÜNKELE,S. & R.LORENZ (1995): Zum Stand der Orchideenkartierung in Sizilien.- Jber.naturwiss. Ver.Wuppertal 48: 21-115.
- LADURNER,A. (1901): Zur Flora von Meran in Südtirol.- Deutsche bot.Monatsschr. 19: 140-142.
- LADURNER,A. (1904): Beiträge zur Flora von Meran [„II“].- Österr.bot.Zeitschr. 54: 410-412.
- LADURNER,A. (1905): Beiträge zur Flora von Meran (III).- Österr.bot.Zeitschr. 55: 397-399.
- LECHNER,G. (1969): Die Vegetation der inneren Pfunderer Täler.- Diss.Univ.Innsbruck
- LEYBOLD,F.E. (1854): Der Schlern bei Bozen in Südtirol; allgemeine Beschreibung desselben und Aufführung der daselbst gefundenen Gefäßpflanzen, je nach ihren eigenthümlichen Standorten.- Flora 37: 433-444, 449-456.
- LEYBOLD,F.E. (1855): Ein botanischer Ausflug auf den Gaukofel in Südtirol.- Flora 38: 305-316.
- LORENZ,R. & S.KÜNKELE (1990): Die Orchideenflora von Kalabrien und ihre Stellung innerhalb Italiens.- Jber.naturwiss. Ver.Wuppertal 43: 15-35.
- MACHULE,M. (1957): Die wildwachsenden Gefäßpflanzen des Landes Südtirol (4).- Der Schlern 31(11-12): 489-491.
- MADL,J. (1997): Wilde Orchideen.- In: MAHLKNECHT,S.: Hans Madl entdeckte fünf Raritäten.- Dolomiten Magazin 13(36): 84-85.
- MALÝ,K.F.J. (1899): Florističky Prilozi.- Glasnik zemaljskog Muzeja u Bosni i Hercegovini 9: 127-150.
- MALÝ,K.F.J. (1900): Floristische Beiträge.- Wissensch.Mittheil. aus Bosnien und Hercegowina 7: 525-551.
- MATTIOLI,P.A. (1565): Commentarii in sex libros Pedacii Dioscoridis Anazarbei de materia medica.- Venetiis.
- MEURER,M. (1980): Die Vegetation des Grödner Tales/Südtirol.- Giessener Geogr.Schrift. 47: 1-287.
- MILDE,J. (1862): Wissenschaftliche Ergebnisse meines Aufenthaltes bei Meran.- Bot.Zeitg. 20(50): 429-438.
- MILDE,J. (1864): Ein Sommer in Süd-Tirol. Botanische Skizze.- Bot.Zeitg. 22(17), Beil.2: 1-22.
- MORODER,F. (1891): Das Grödner Thal.- St.Ulrich in Gröden.
- MORTON,F. (1957): Über die Pflanzenwelt der Matten am Karersee-Sessellift.- Der Schlern 31(6): 274.

- MORTON,F. (1959a): Mikroklimatische Untersuchungen am *Rhododendron ferrugineum* L. im Bergsturzgebiete der Eppaner Gand.- Der Schlern **33**(5-6): 233-234.
- MORTON,F. (1959b): Über das Vorkommen von *Limodorum abortivum* (L.)Swartz in Überetsch.- Arb.Bot.Stat.Hallstatt **201**: 1-2.
- MORTON,F. (1961a): Eine hochinteressante Moderorchidee.- Universum **16**: 247-248.
- MORTON,F. (1961b): Ein interessantes Vorkommen von *Orchis purpurea* Huds. in Überetsch.- Arb.Bot.Stat.Hallstatt **220**: 1-3.
- MORTON,F. (1961c): Floristische und pflanzengeographische Untersuchungen aus dem Überetsch, Nr.5. Weitere Beobachtungen an *Limodorum abortivum* (L.)Swartz in Überetsch sowie absolute Lichtmessungen am Standorte.- Arb.Bot.Stat.Hallstatt **222**: 1-5.
- MORTON,F. (1961d): Über das Vorkommen von *Limodorum abortivum* L. in Überetsch, in der Umgebung von Riva und im Triestiner Karste.- Atti Mus.Civ.Storia Nat. Trieste **22**(5): 175-200.
- MORTON,F. (1963): Eine interessante Beobachtung an der Moderorchidee *Limodorum Abortivum* (L.)Swartz.- Der Schlern **37**(10-11): 390.
- MRKVICKA,A.Ch. (1992): Die Arten der Gattung *Nigritella* in den Ostalpen.- Mitt.Bl.Arbeitskr. Heim.Orch.Baden-Württ. **24**(4): 644-652.
- MURR,J. (1900): Farbenspielarten aus den deutschen Alpenländern, besonders aus Tirol.III.- Deutsche bot.Monatsschr. **18**: 101-105, 114-117.
- MURR,J. (1901): Weiteres über Orchideen Südtirols.- Deutsche bot.Monatsschr. **19**: 113-118.
- MURR,J. (1903): Beiträge zur Flora von Tirol (XV).- Allg.bot.Zeitschr. **9**: 141-145.
- MURR,J. (1905a): *Orchis Ladurneri* mh. = *O.militaris* > '*morio* L.ssp.*picta* (Lois.)- Allg.bot.Zeitschr. **11**: 105-106.
- MURR,J. (1905b): Pflanzengeographische Studien aus Tirol, 5-6.- Allg.bot.Zeitschr. **11**: 116-120.
- MURR,J. (1905c): Beiträge zur Flora von Tirol und Vorarlberg. XVIII.- Allg.bot.Zeitschr. **11**: 147-150.
- MURR,J. (1905d): Farbenspielarten aus Tirol.IV.- Allg.bot.Zeitschr. **11**: 165-167.
- MURR,J. (1906): Pflanzengeographische Studien aus Tirol, 7.- Allg.bot.Zeitschr. **12**: 106-110.
- MURR,J. (1911): Pflanzengeographische Studien aus Tirol, 9.- Allg.bot.Zeitschr. **17**: 106-113.
- NELSON,E. (1976): Monographie und Ikonographie der Orchideen-Gattung *Dactylorhiza*.- Zürich.
- NEUNER,W. & A.POLATSCHEK (1997): Rote Listen der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg.- In: POLATSCHEK,A.: Flora von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg,vol.1: 752-799.- Innsbruck.
- NIEDERBRUNNER,F. (1975): Vegetation der Sextner Dolomiten (subalpine und alpine Stufe).- Diss.Univ.Innsbruck.
- NIKLFIELD,H. (1971): Bericht über die Kartierung der Flora Mitteleuropas.- Taxon **20**: 545-571.
- NIKLFIELD,H., KARRER,G., GUTERMANN,W. & L.SCHRATT (1986): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs.- Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz **5**: 28-131.
- NOË,H. (1888): Gossensass.- Meran.
- OBERHAMMER,M. (1979): Die Vegetation der alpinen Stufe in den östlichen Prager Dolomiten.- Diss.Univ.Innsbruck.
- ORTNER,P. (1984): Griechenland in Südtirol.- Kosmos **70**(8): 328-335.
- OSTERMAIER,J. (1886): Botanische Excursion in die Dolomiten.- Ber.bot.Ver.Landshut f.1881-1885, **9**: 152-160.
- OSTERMAIER,J. (1903): Pflanzenvorkommnisse in der Umgebung der Franz-Schlüterhütte im Villnöstale (Südtirol).- Ber.Ver.Schutze Pflege Alpenpflanzen **3**: 70-73.
- OSTERMAIER,J. (1922): Beobachtungen über Vegetationsverhältnisse und Veränderungen an der Südtiroler Kampffront.- Ber.Ver.Schutze Pflege Alpenpflanzen **15**: 26-34.
- PEDROTTI,F. (1980): *Hammarbya paludosa* (L.)O.Kuntze, specie nuova per la flora italiana.- Studi Trent.Sci.Nat., Acta Biol. **56**(1979): 37-43.
- PEER,T. (1975): Die Pflanzengesellschaften des Ritten.- Der Schlern **49**: 77-92.
- PEER,T. (1976): Vegetationskundlicher Überblick des Samtals.- Der Schlern **50**: 663-670.
- PEER,T. (1977): Der Schwarzerlenwald im Etschtal.- Jahrb.Ver.Schutz Bergwelt **42**: 87-99.

- PEER, T. (1982): *Ostrya carpinifolia*-Gesellschaften in Südtirol. - Studia Geobotanica 2: 59-68.
- PEER, T. (1983): Zum Vorkommen von *Genista radiata* (L.) Scop. in Südtirol. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 54: 127-134.
- PERAZZA, G. (1992): Orchidee spontanee in Trentino-Alto Adige. - Calliano.
- PERAZZA, G. (1993): Le Orchidee del Trentino. - Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ 25: 73-109.
- PERAZZA, G. (1995): Cartografia delle orchidee (*Orchidaceae*) spontanee in Trentino-Alto Adige (Italia). Ricerca sull'erbario dell'Università di Padova (PAD). - Ann. Mus. civ. Rovereto 10, 1994: 171-222.
- PERAZZA, G. (1996): Cartografia delle orchidee (*Orchidaceae*) spontanee in Trentino-Alto Adige (Italia). Ricerca sull'erbario dell'Università di Firenze (FI). - Ann. Mus. civ. Rovereto 11, 1995: 231-256.
- PERAZZA, G. (1997): La C.O.T. (Cartografia Orchidee Tridentine): situazione attuale e attività per l'anno 1997. - GIROS notizie 6: 2-5.
- PEYRITSCH, J. (1891a): Excursionsnotizen. Copie von Prof. Dr. v. Dalla Torre K. W. Innsbruck. - Ms, Ferdinandeum W. 16050.
- PEYRITSCH, J. (1891b): Beitrag zur Flora von Tirol und Vorarlberg. Aus dem floristischen Nachlasse von Prof. Dr. J. Peyritsch zusammengestellt von Prof. Dr. K. W. v. DALLA TORRE in Innsbruck. - Ber. naturwiss.-med. Ver. Innsbruck 19: 10-91.
- PICHLER, A. (1865): Kleine Beiträge zur Botanik Tirols. - Zeitschr. Ferdinandeum Innsbruck 3(12): 17-18.
- PITSCHMANN, H., REISIGL, H. & H. SCHIECHTL (1965): Flora der Südalpen, ed. 2. - Stuttgart.
- POLDINI, L. (1988): Storia dell'esplorazione floristica nell'Italia di Nord-Est (Tre Venezie) dal 1888 al 1988. - In: PEDROTTI, F. (Ed.): 100 anni di ricerche botaniche in Italia. - Firenze.
- PÖLL, J. (1923): Das Hühnerspiel bei Gossensaß. - Der Schlern 4(9): 285-290.
- PRESSER, H. (1995): Die Orchideen Mitteleuropas und der Alpen. - Landsberg/Lech.
- PROSSER, F. & F. FESTI (1992): Segnalazioni floristiche tridentine. I. - Ann. Mus. Civ. Rovereto, Sez. Arch., St., Sc. nat. 7(1991): 177-224.
- PUNZ, W. (1994): Schwermetallstandorte im mittleren Alpenraum und ihre Vegetation - neue Befunde. - Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 131: 1-26.
- PUTZER, J. (1967): Pflanzengesellschaften im Raum von Brixen mit besonderer Berücksichtigung der Trockenvegetation. - Diss. Univ. Innsbruck.
- RASETTI, F. (1980): Nota sopra alcune *Orchidaceae* italiane. - Webbia 34(2): 615-626.
- RASETTI, F. (1982): *Orchidaceae*. - In: PIGNATTI, S.: Flora d'Italia, vol. 3: 700-736. Bologna.
- RASETTI, F. (1996): I fiori delle Alpi. Ed. 2 a cura di W. ROSSI. - Torino.
- REDL, K. (1996): Wildwachsende Orchideen in Österreich. - Altenmarkt.
- REINHARD, H. R. (1985): Skandinavische und alpine *Dactylorhiza*-Arten (*Orchidaceae*). - Mitt. Bl. Arbeitskr. Heim. Orch. Baden-Württ. 17(3): 321-416.
- RHEINBERGER, H.-J. & B. RHEINBERGER (1991): Orchideen des Fürstentums Liechtenstein. - Naturkundliche Forschung im Fürstentum Liechtenstein 13: 1-235.
- RICHTER, K. (1887): Notizen zur Flora Niederösterreichs. - Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 37: 189-200.
- ROTTENBACH, H. (1900): Zur Flora der Umgebung von Ratzes in Südtirol. - Deutsche bot. Monatsschr. 18: 161-163.
- RYSY, W. (1976): Botanischer Streifzug auf dem Ritten in Südtirol. - Kosmos 3: 129-132. (n.v.)
- RYSY, W. (1987): Die Orchideen des Ritten. - Ber. Arbeitskr. Heim. Orchid. 4(1): 112-116.
- SABRANSKY, H. (1902): Ein Beitrag zur Kenntnis der Flora von Tirol. - Österr. bot. Zeitschr. 52: 143-151.
- SARNTHEIN, L. v. (1891): Flora von Oesterreich-Ungarn, Referate. Tirol und Vorarlberg. - Österr. bot. Zeitschr. 41: 313-316, 349-353.
- SARNTHEIN, L. v. (1896): Flora von Oesterreich-Ungarn, Referate. Tirol (und Vorarlberg). - Österr. bot. Zeitschr. 46: 259-265.
- SAUTER, F. (1899): Funde seltener Phanerogamen in Ost- und Mitteltirol. - Österr. bot. Zeitschr. 49: 351-369.

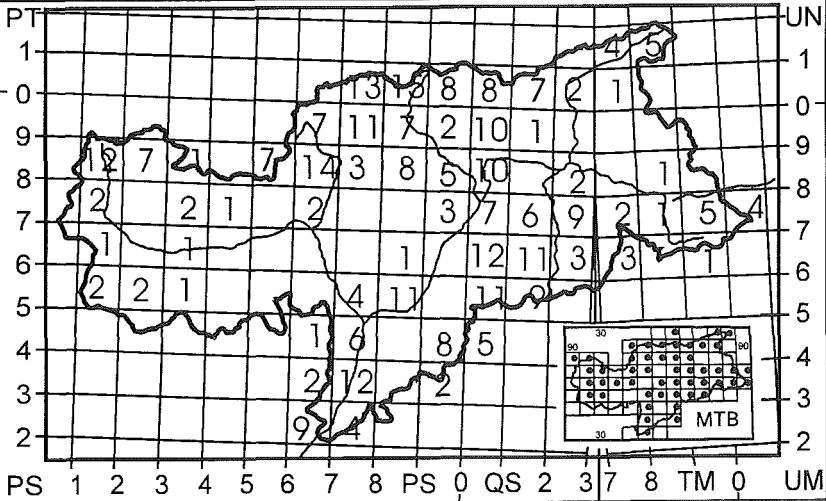
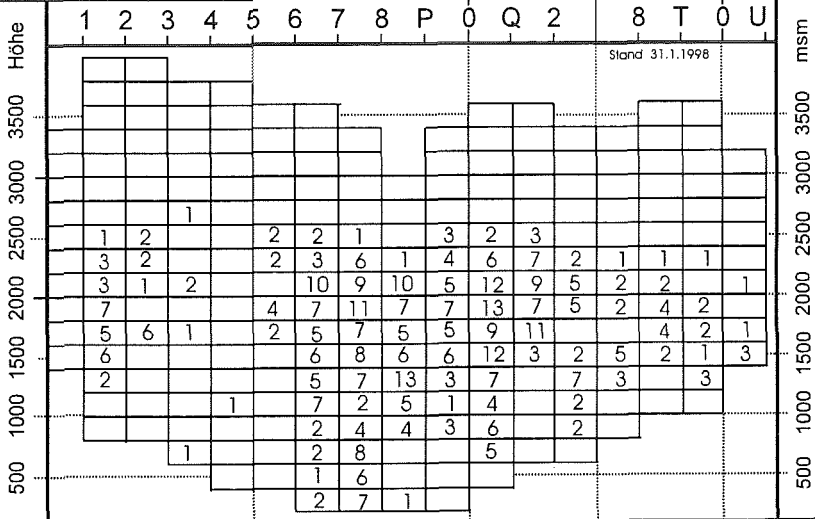
- SCHMUCK, J. (1865): Flora der Umgebung von Sterzing.- Zeitschr.Ferdinandeam Innsbruck 3(12) II, Nat.wiss.Abt.:19-46.
- SCHÖNACH, H. (1892): Beiträge zur Flora von Tirol und Vorarlberg.- Jahresber.k.k.Real- u.Obergymnas. Feldkirch 37: 3-22.
- SCHUBERT, B. (1994): *Orchidaceae*.- In: Adler, W., OSWALD, K. & R.FISCHER: Exkursionsflora von Österreich: 916-933.- Stuttgart und Wien.
- SCHULZ, H. & D. (1978): Ein Orchideenbiotop im Hochpustertal.- Der Schlern 52(2): 101-102.
- SCHULZE, M. (1894): Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch-Oesterreichs und der Schweiz.- Gera-Untermhaus.
- SCHULZE, M. (1897): Nachträge zu „Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch-Oesterreichs und der Schweiz“.- Mitt.thüring.bot.Ver. NF 10: 66-87.
- SCHULZE, M. (1899a): Nachträge zu „Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch-Oesterreichs und der Schweiz“(III).- Österr.bot.Zeitschr. 49: 296-300.
- SCHULZE, M. (1899b): Demonstration von Orchideen in der Herbst-Hauptversammlung in Weimar am 8.Oktober 1899.- Mitt.thüring.bot.Ver. NF 13/14: 127-128.
- SCHULZE, M. (1902): Nachträge zu „Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch-Oesterreichs und der Schweiz“(IV).- Mitt.thüring.bot.Ver. NF 17: 37-75.
- SCHULZE, M. (1904): Heimische Orchideen.- Mitt.thüring.bot.Ver. NF 19: 101-122.
- SCHWEIGGL, M. (1993): Naturparke in Südtirol.- Bozen.
- TEPPNER, H. & E.KLEIN (1990): *Nigritella rhellicani* spec.nova und *N.nigra* (L.)Rchb.fil.s.str. (*Orchidaceae-Orchideae*).- Phytion 31(1): 5-26. Vorausabdruck 9.11.1990.
- TIMPE, W. & A.Ch.MRKVICKA (1991): Zur Unterscheidung von *Nigritella nigra* (L.) Rchb.fil. subsp.*austriaca* Teppner & Klein und *Nigritella rhellicani* Teppner & Klein anhand makroskopischer Merkmale.- Mitt.Bl.Arbeitskr.Heim.Orch.Baden-Württ. 23(3): 449-466.
- UHLIG, W. (1971): Orangerotes Kohlröschen. *Nigritella nigra* var.*fulva* R.Keller.- Die Orchidee 22(2): 65-67.
- VENANZONI, R. (1986): Segnalazione di piante rare o di particolare interesse vegetazionale di alcuni ambienti umidi dell'Alto Adige.- Studi Trent.Sci.Nat., Acta Biol. 62:3-11.
- VULPIUS, F.W. (1862): Auszug aus dem Tagebuch meiner Reise nach Tirol und Kärnthen im Sommer 1850.- Oesterr.bot.Zeitschr. 12: 65-82.
- VULPIUS, F.W. (1866): Meine Reise nach Bünden und Tirol im Sommer 1853.- Oesterr.bot.Zeitschr. 16: 342-358.
- WALLNÖFER, B. (1985): Seltene Pflanzen Südtirols.- Verh.Zool.-Bot.Ges.Österreich 123: 321-330.
- WALLNÖFER, B. (1988): *Carex vaginata*, *C.distycha*, *C.norvegica*, *Eriophorum gracile* und weitere 28 Gefäßpflanzen Südtirols.- Ber.Bayer.Bot.Ges. 59: 75-96.
- WALLNÖFER, B. (1991): Gefäßpflanzen der Moore und Feuchtgebiete Südtirols, dargestellt in 215 Verbreitungskarten.- Tätigkeitsbericht Biol.Lab.Aut.Prov.Bozen 6: 75-152.
- WALLOSSEK, C. (1990): Vegetationskundlich-ökologische Untersuchungen in der alpinen Stufe am SW-Rand der Dolomiten (Prov.Bozen und Trient).- Diss.Bot. 154. J.Cramer, Berlin, Stuttgart.
- WETTERHAN, D. (1898): Zum Botanisieren im Alpenlande.- Mitt.Bad.bot.Ver. 157-158: 53-62.
- WÜRZ, A. (1992): Die Vegetation der Moore Südtirols.- Kölner Geographische Arbeiten 56.
- ZSCHACKE, H. (1895): Beiträge zur Flora von St.Vigil und Schluderbach in Tirol.- Deutsche bot.Monatsschr. 13: 20-24.
- ZSCHACKE, H. (1896): Aus Südtirol.- Deutsche bot.Monatsschr. 14:122-125.

Dr. Richard Lorenz, Leibnizstraße 1, D-69469 Weinheim
 Karin Lorenz, Leibnizstraße 1, D-69469 Weinheim

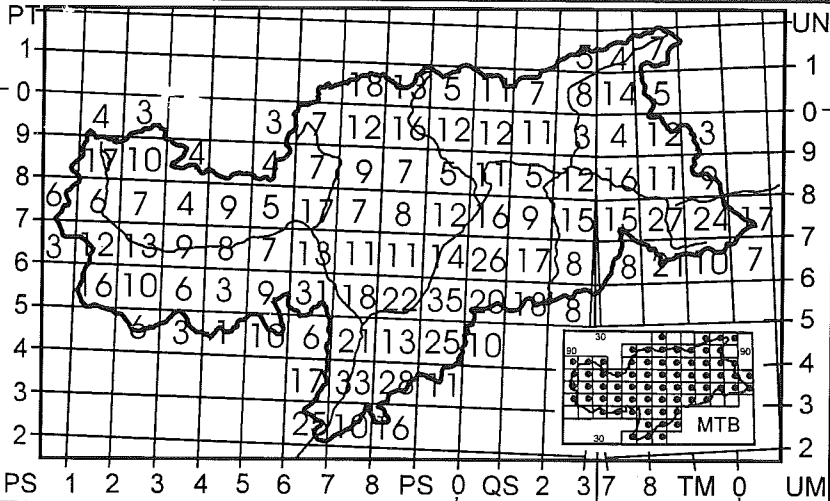
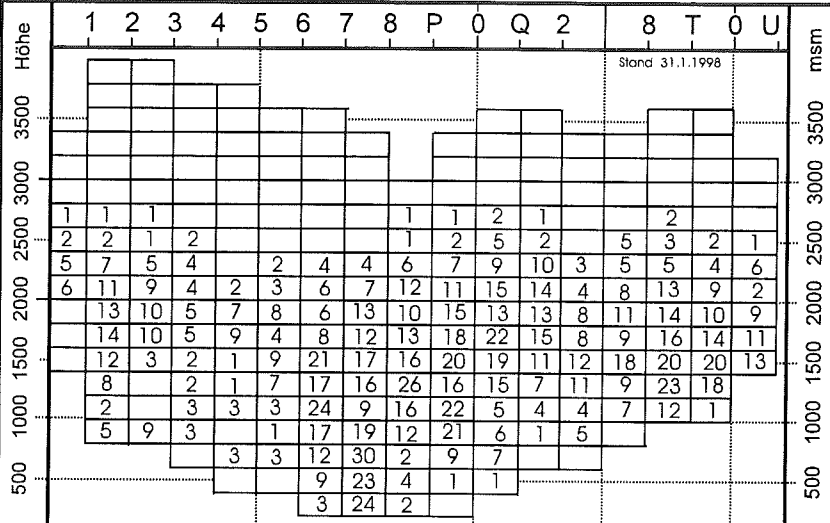


Karte 1: Artenzahl / 10 km x 10 km u. 10 km x 200 m: Funde vor 1920

SÜDTIROL UTM-Zone 32T / 33 T Linienabstand 10 km Höhenlinien 200 m

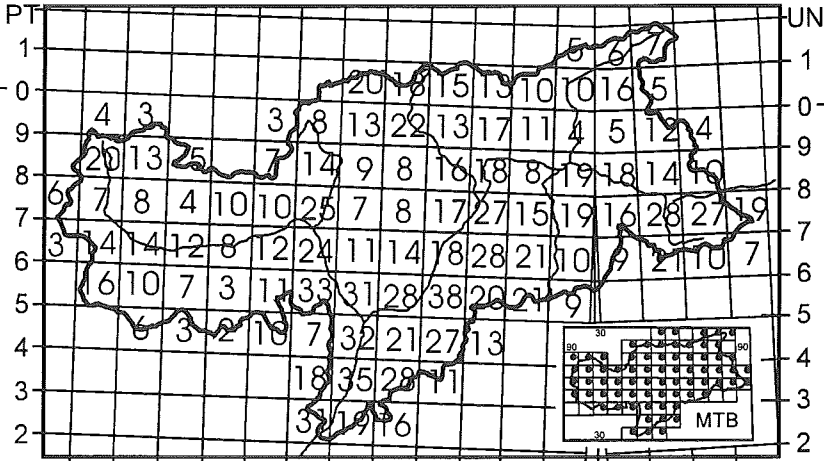
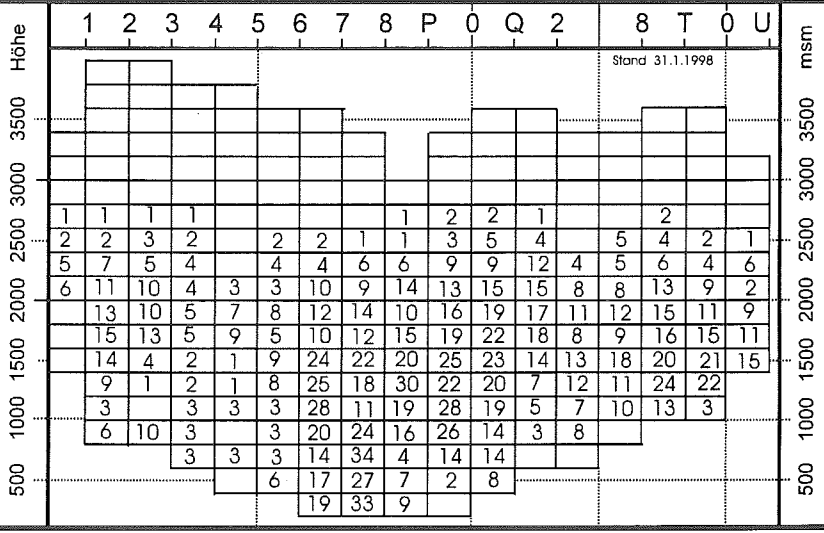


Karte 2: Artenzahl / 10 km x 10 km u. 10 km x 200 m: Funde 1920-1969

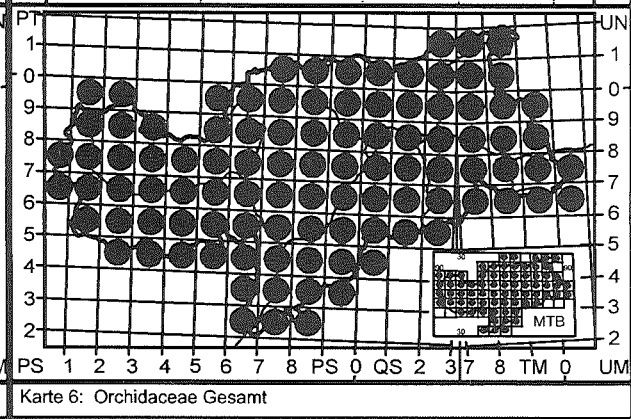
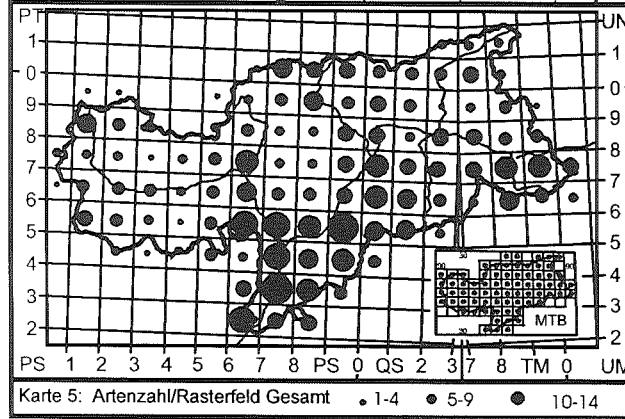
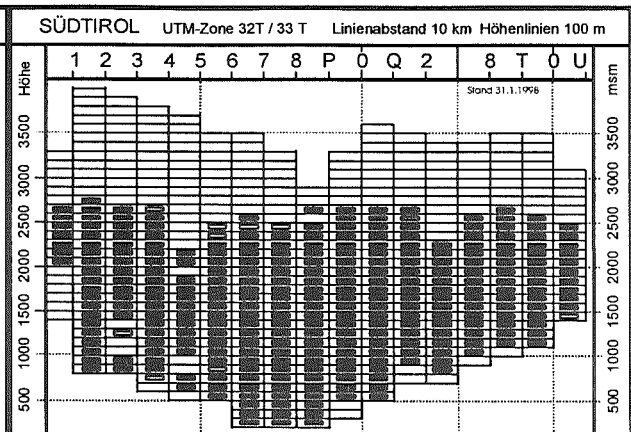
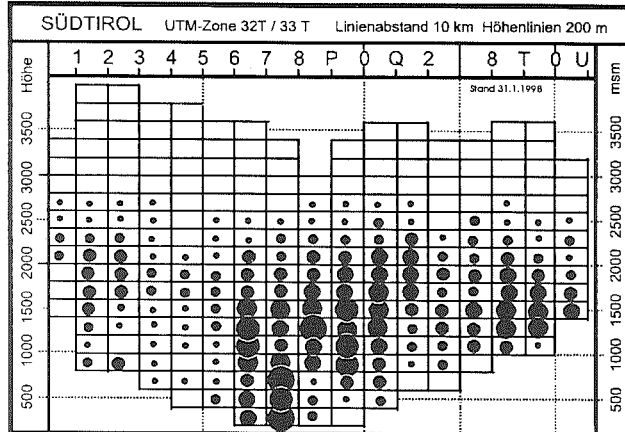


Karte 3: Artenzahl / 10 km x 10 km u. 10 km x 200 m: Funde ab 1970

SÜDTIROL UTM-Zone 32T / 33 T Linienabstand 10 km Höhenlinien 200 m

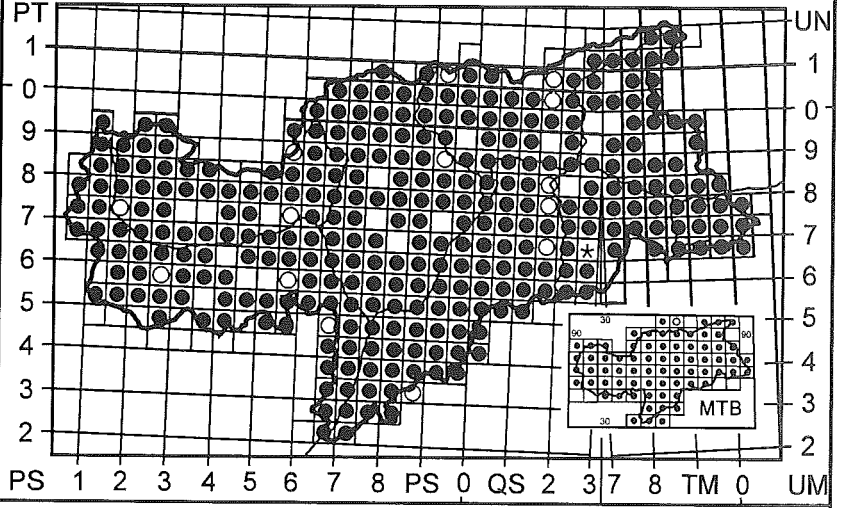
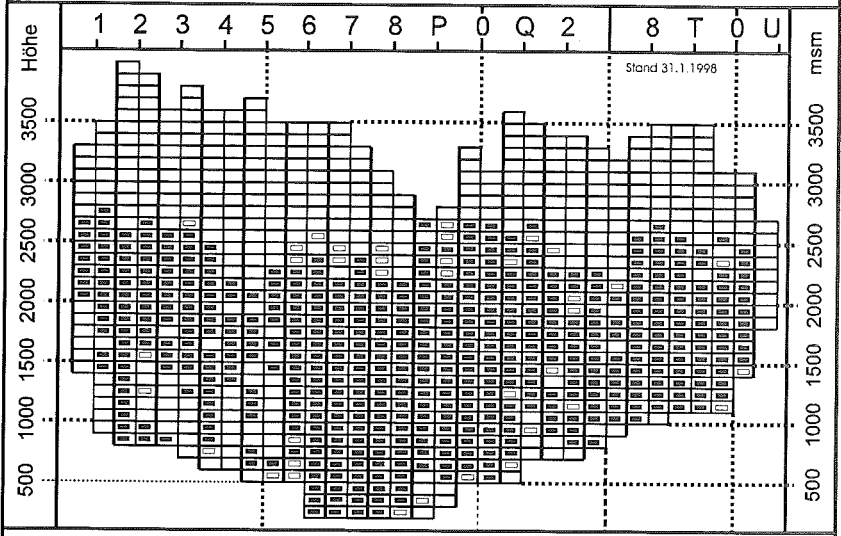


Karte 4: Artenzahl / 10 km x 10 km u. 10 km x 200 m: Funde Gesamt

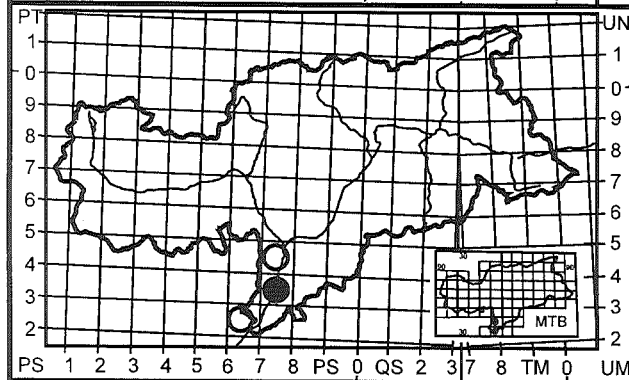
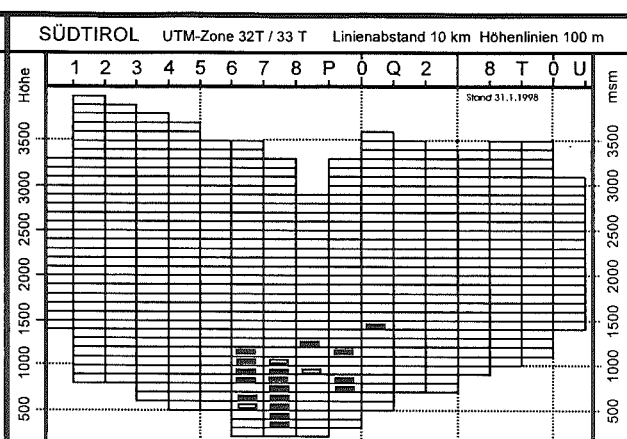
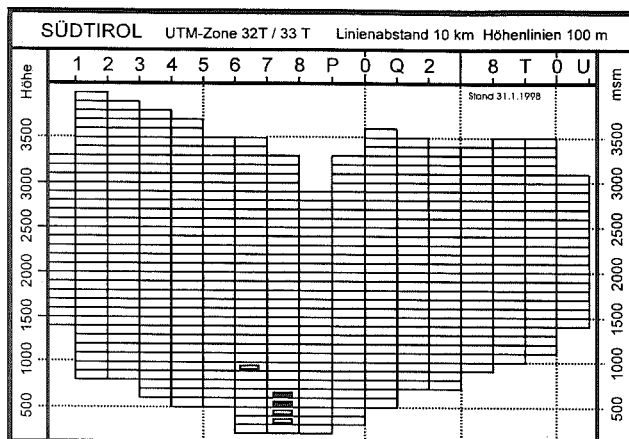
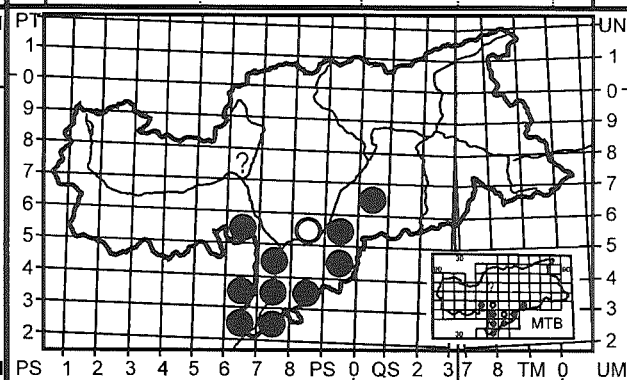


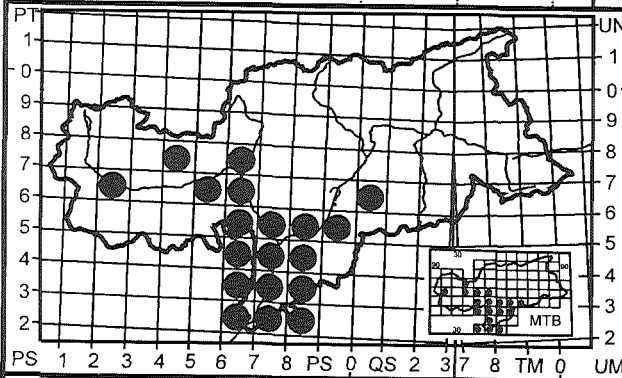
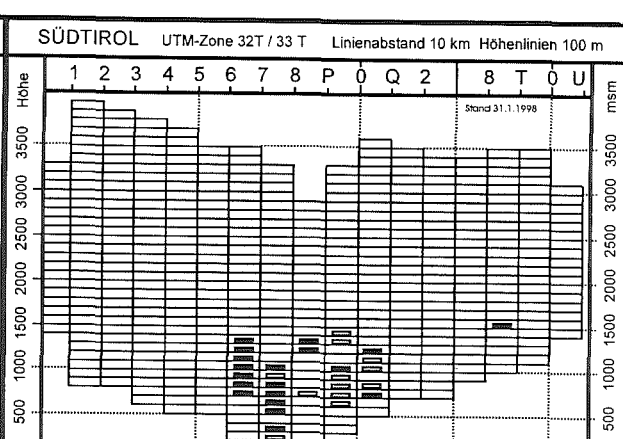
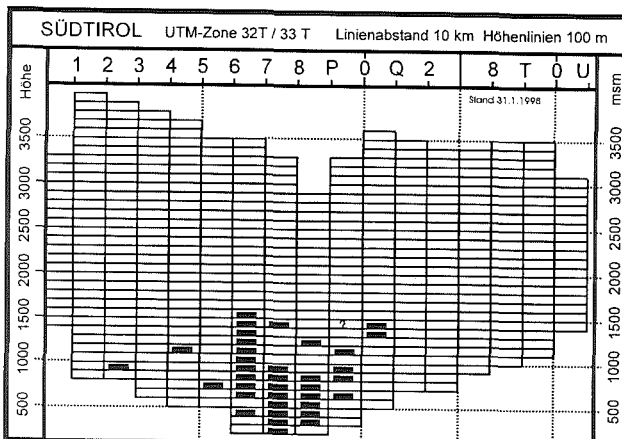
• 15-19 • 20-24 • 25-29 • 30-34 • 35-39

SÜDTIROL UTM-Zone 32T / 33 T Linienabstand 5 km Höhenlinien 100 m

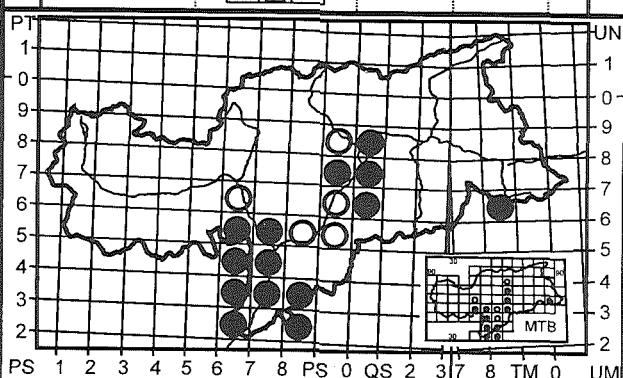


Karte 7: Orchidaceae Gesamt [5 km x 5 km]

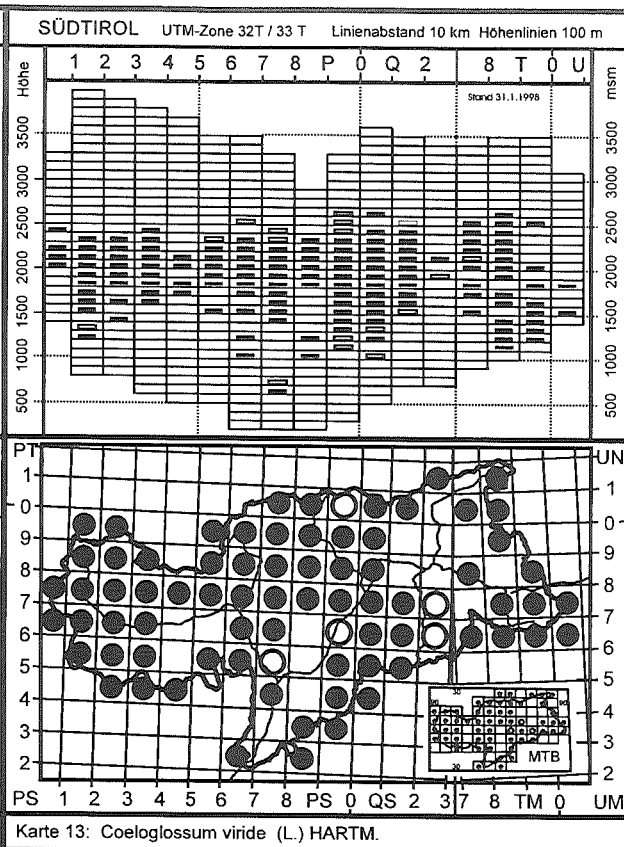
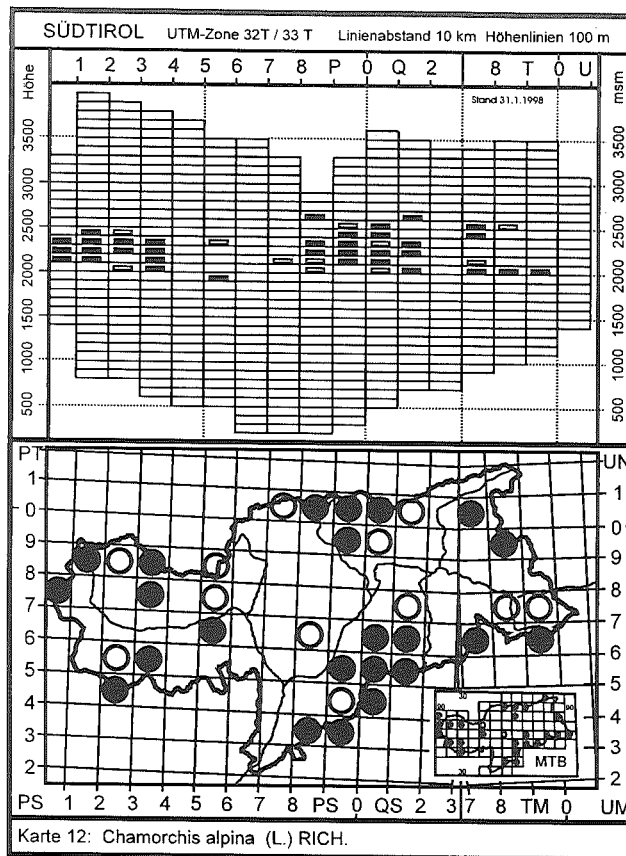
Karte 8: *Anacamptis pyramidalis* (L.) RICH.Karte 9: *Cephalanthera damasonium* (MILL.) DRUCE

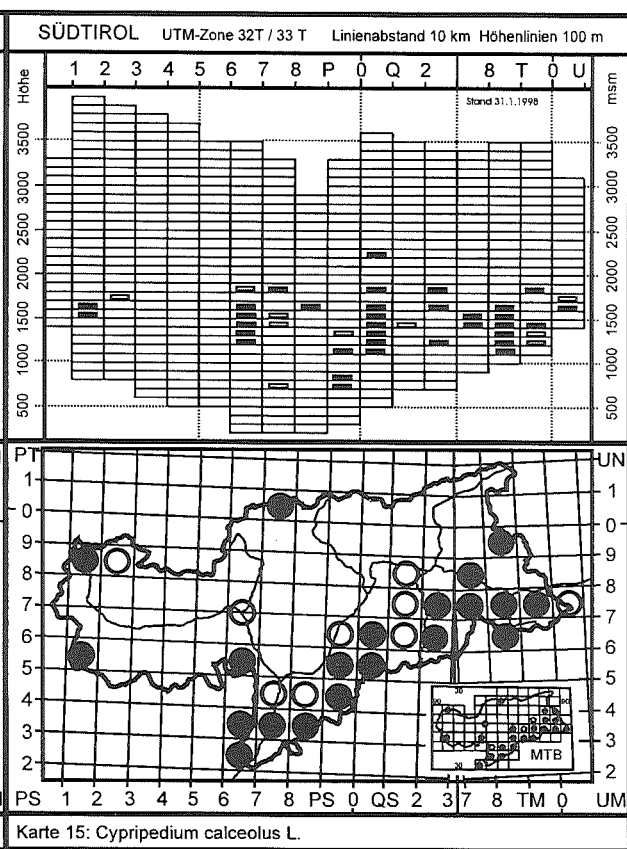
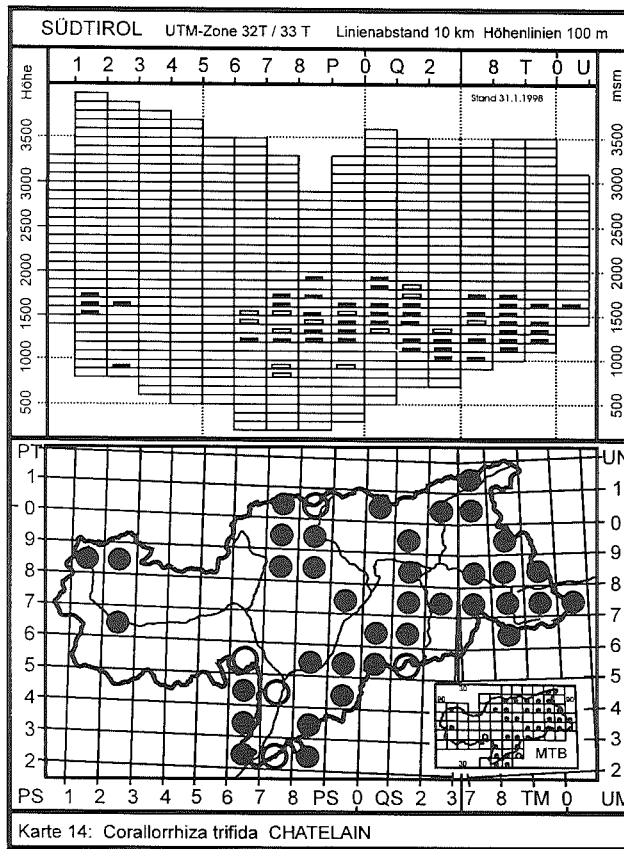


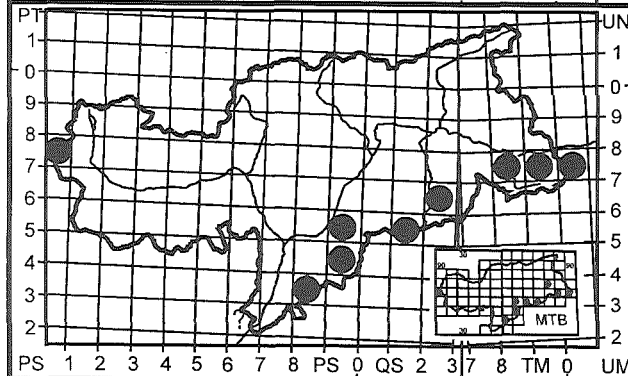
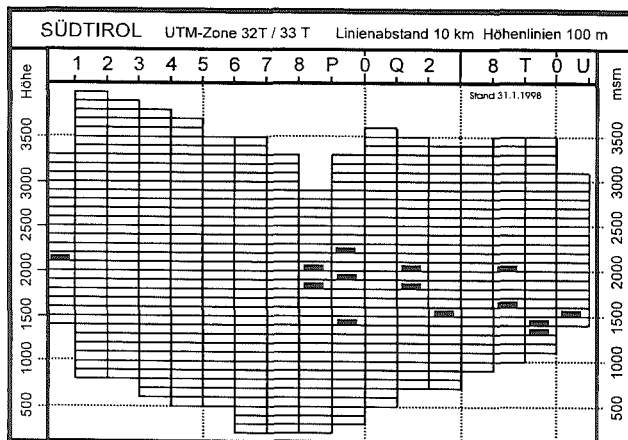
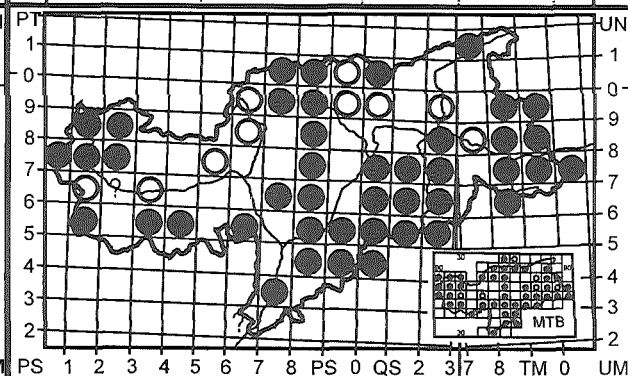
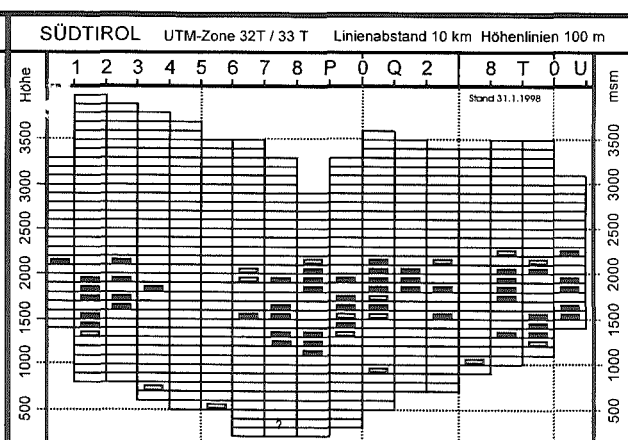
Karte 10: *Cephalanthera longifolia* (L.) FRITSCH

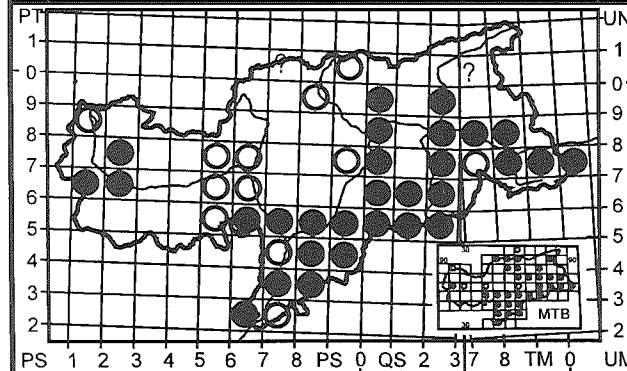
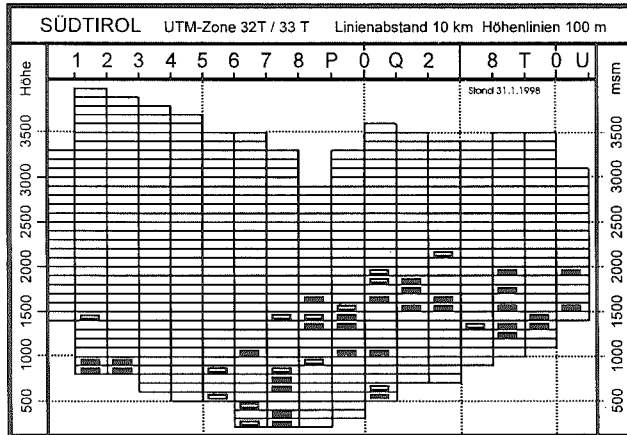
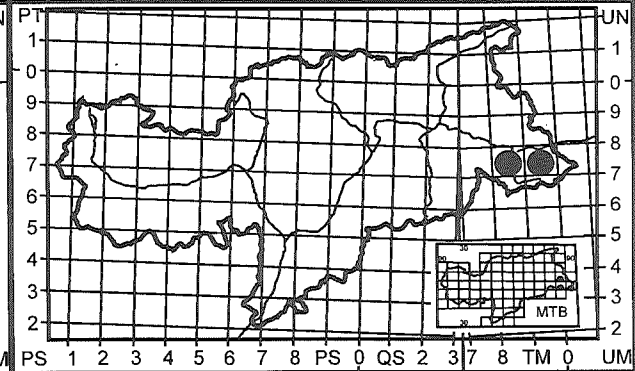
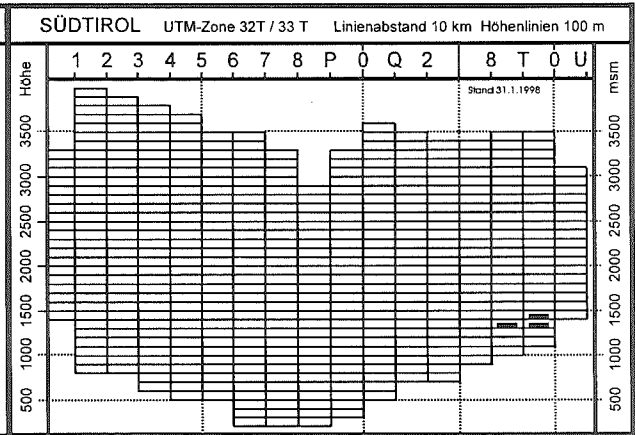


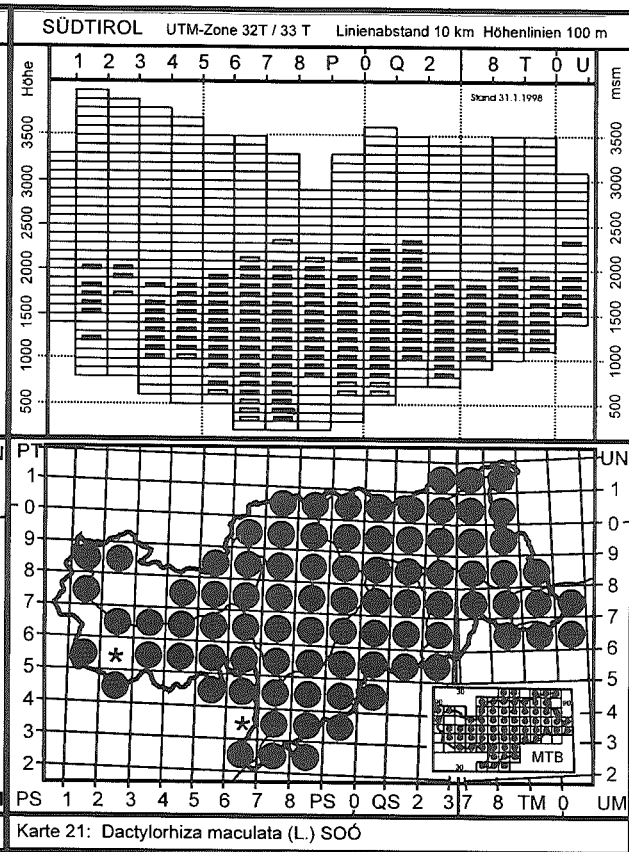
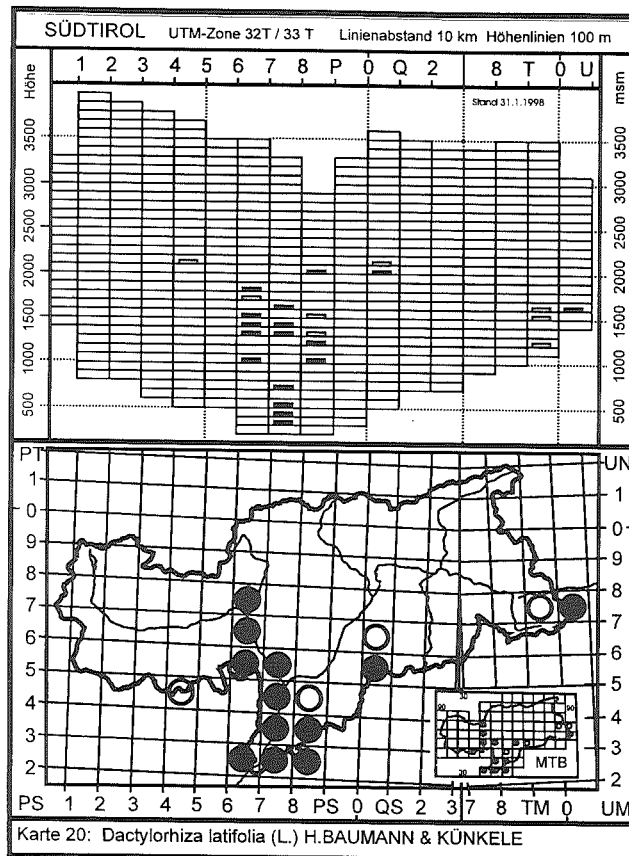
Karte 11: *Cephalanthera rubra* (L.) RICH.

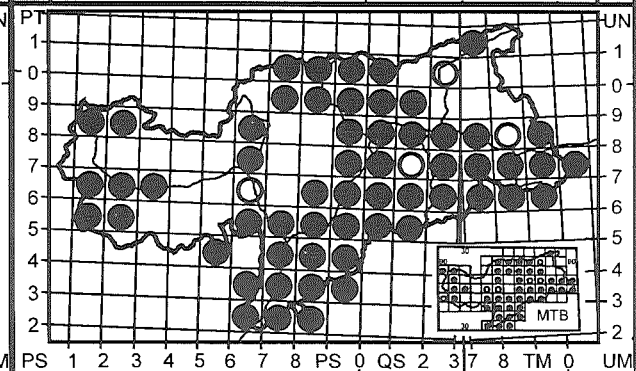
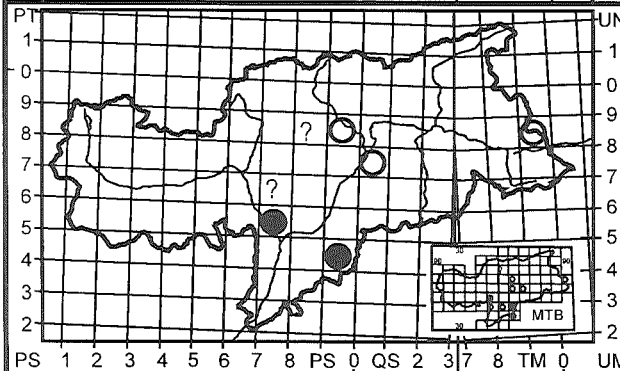
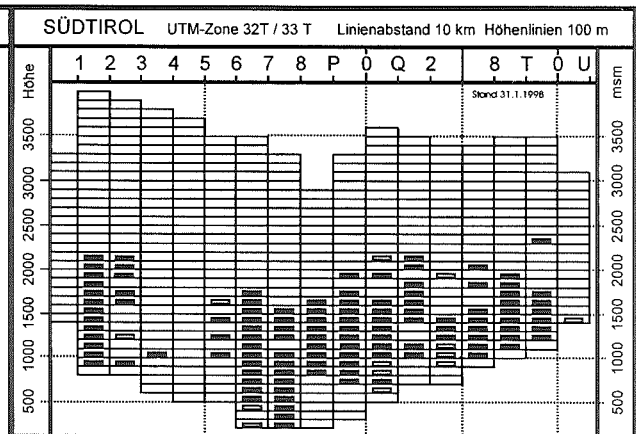
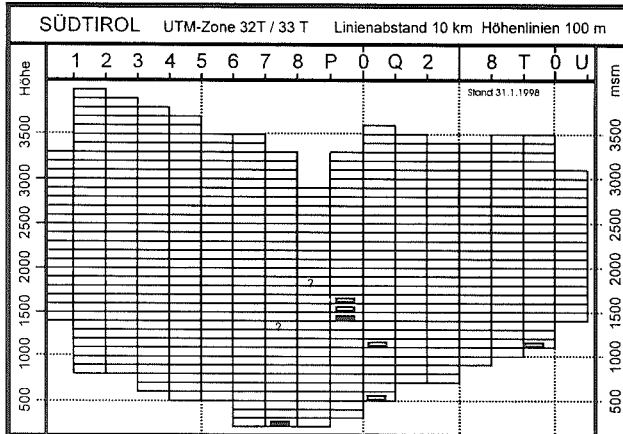




Karte 16: *Dactylorhiza cruenta* (O.F.MÜLLER) SOÓKarte 17: *Dactylorhiza fistulosa* subsp. *alpestris* (PUGSLEY) BAUMANN & KÜNK

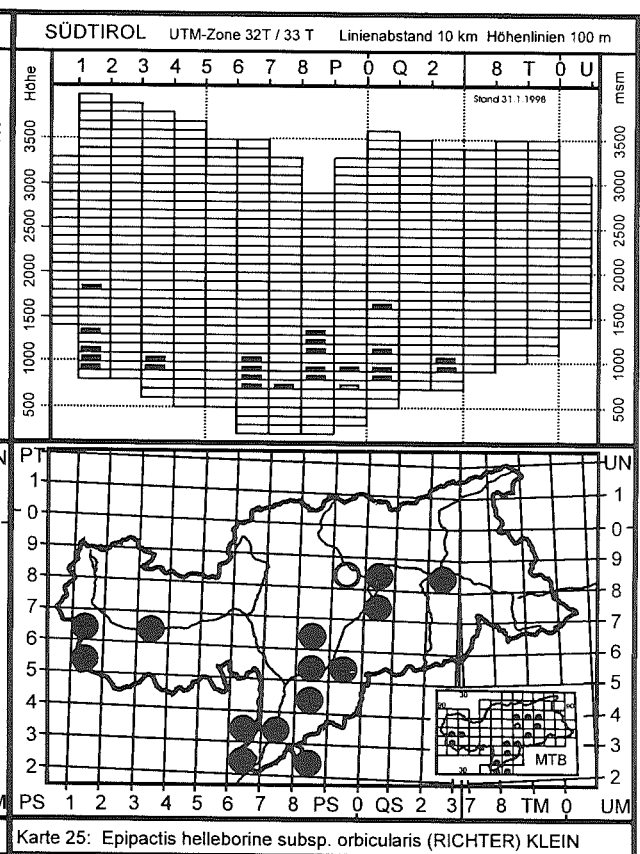
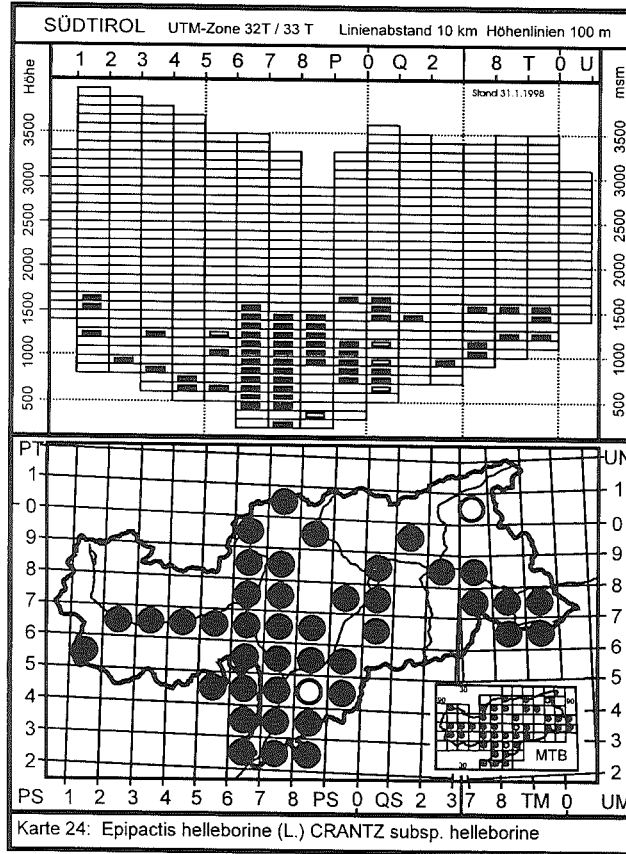
Karte 18: *Dactylorhiza incarnata* (L.) SOO subsp. incarnataKarte 19: *Dactylorhiza lapponica* (LAEST. ex RCHB.fil.) SOO

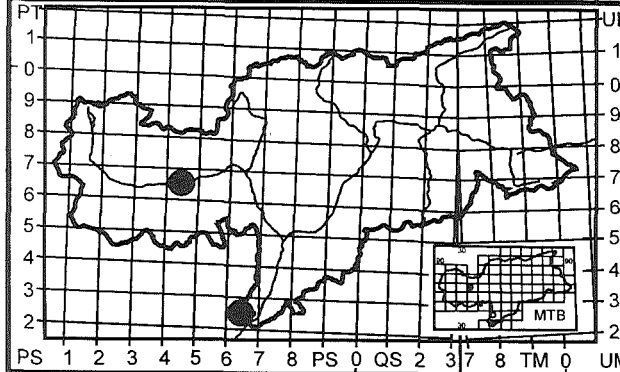
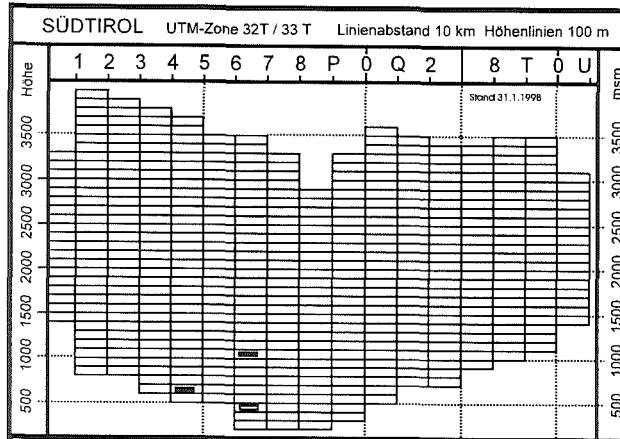




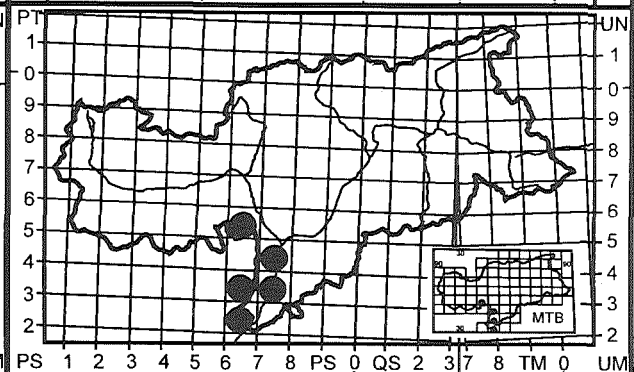
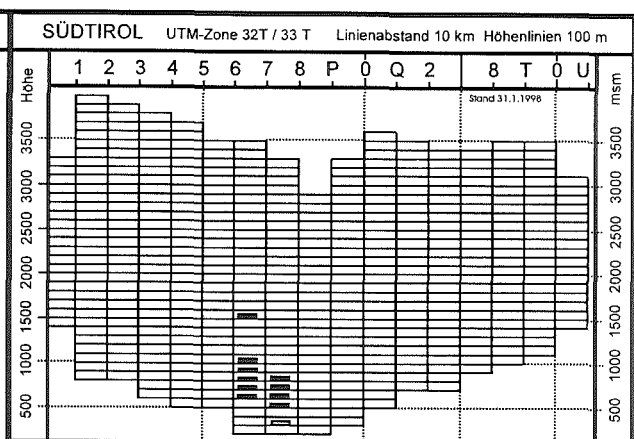
Karte 22: *Dactylorhiza traunsteineri* (SAUTER) SOÓ

Karte 23: *Epipactis atrorubens* (HOFFM. ex BERNH.) BESSER

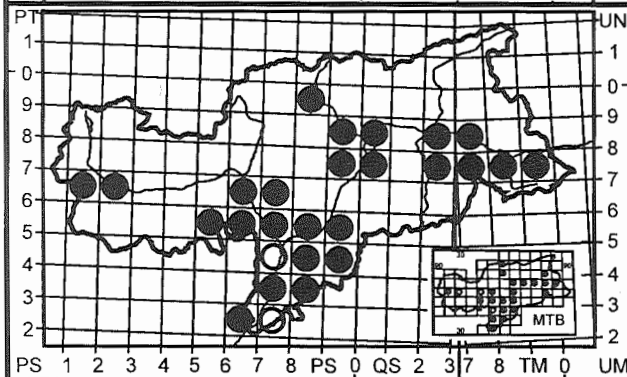
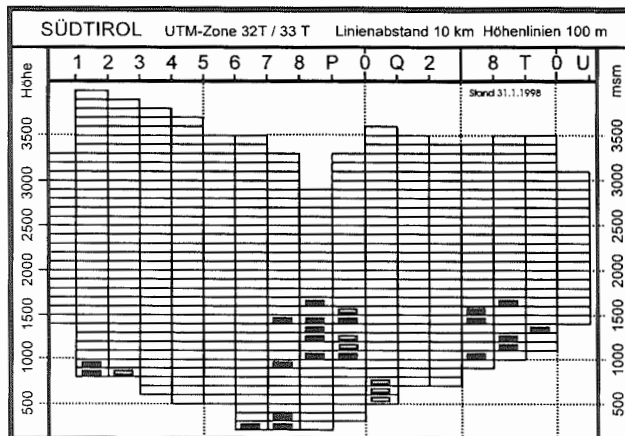
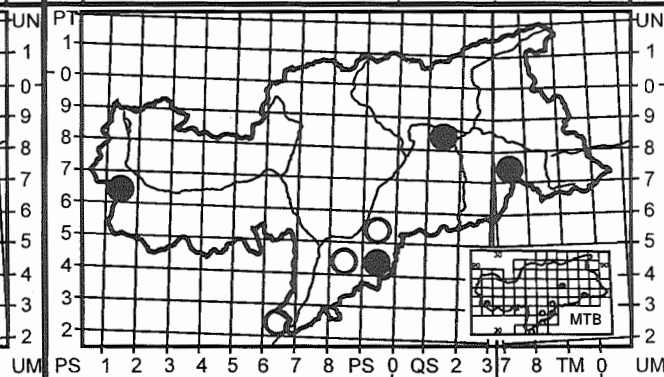
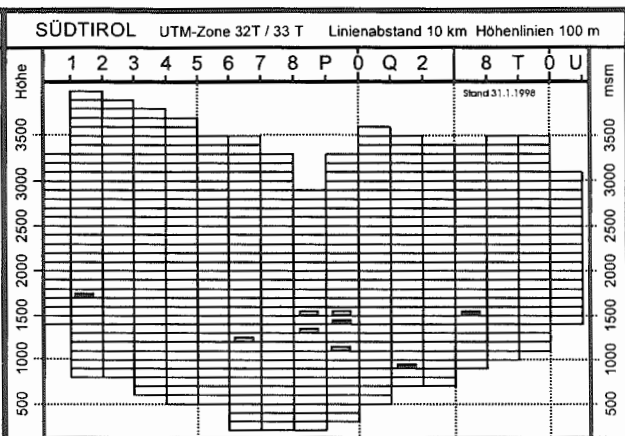


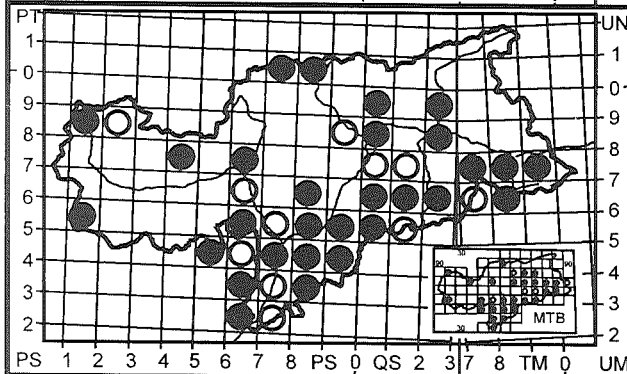
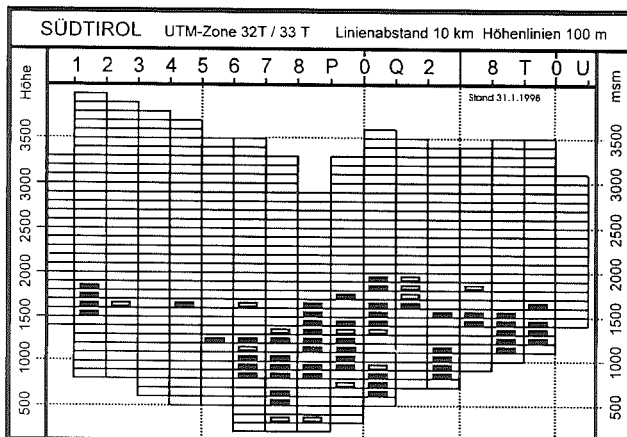


Karte 26: *Epipactis microphylla* (EHRH.) SW.

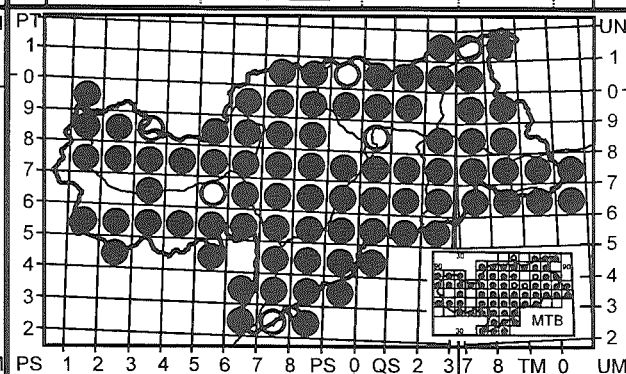
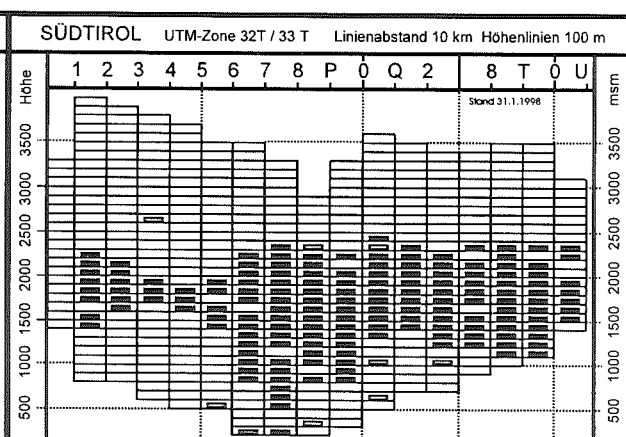


Karte 27: *Epipactis muelleri* GODF.

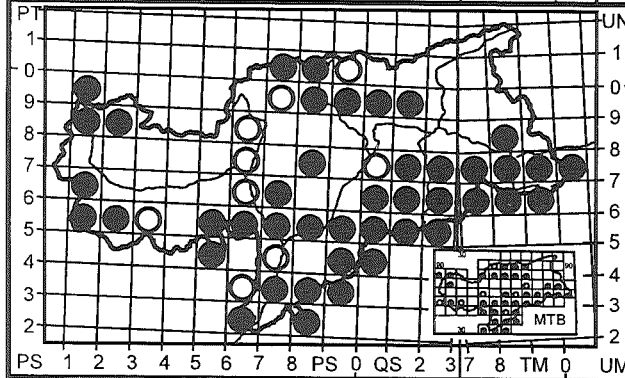
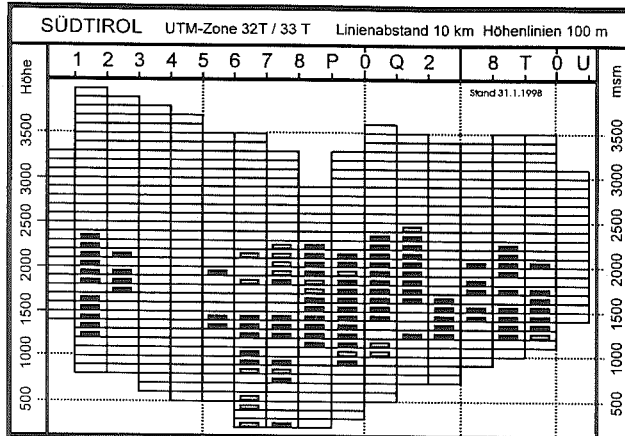
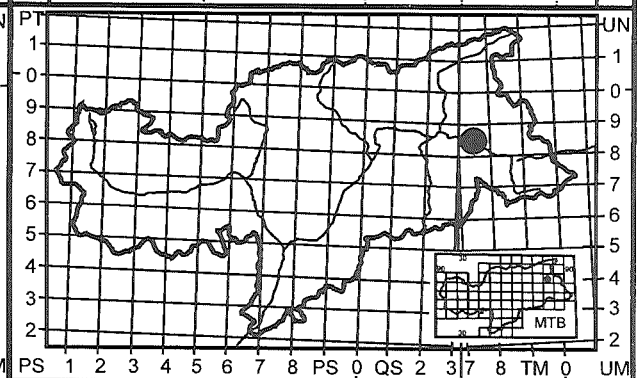
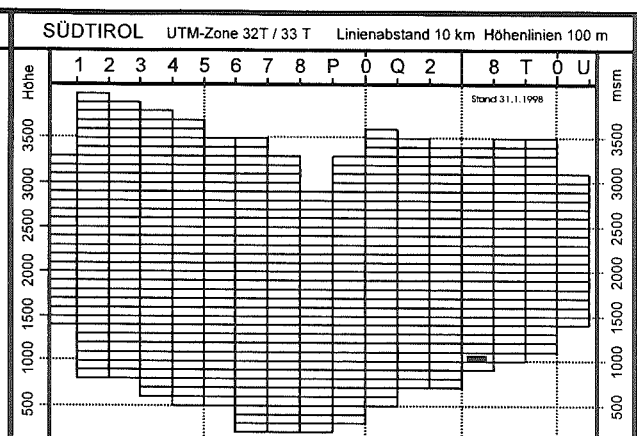
Karte 28: *Epipactis palustris* (L.) CRANTZKarte 29: *Epigogium aphyllum* SW.

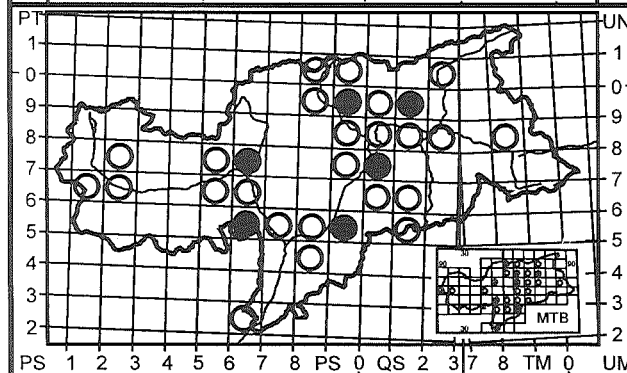
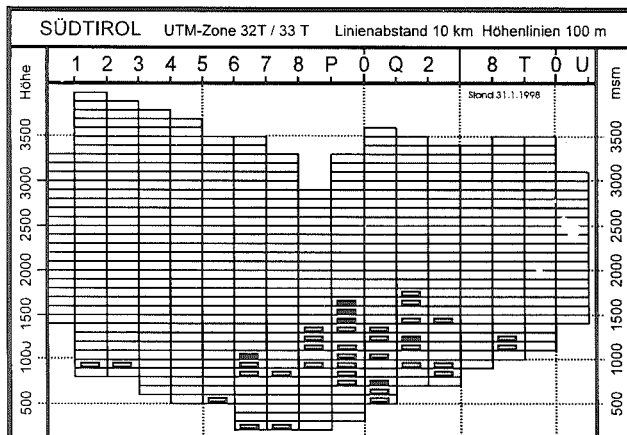


Karte 30: *Goodyera repens* (L.) R.BR.

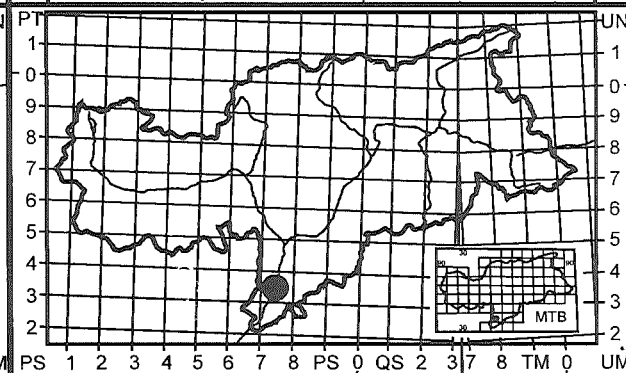
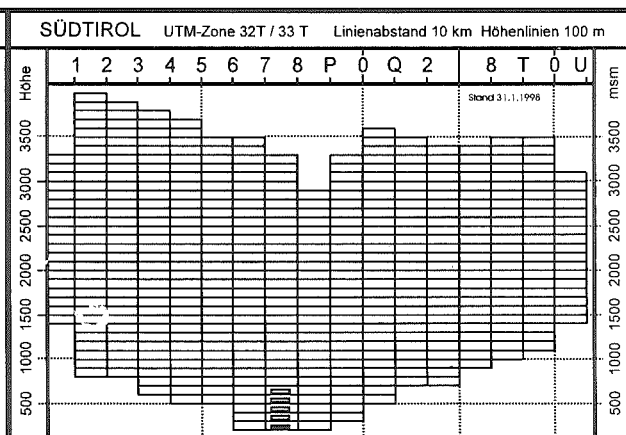


Karte 31: *Gymnadenia conopsea* (L.) BR.

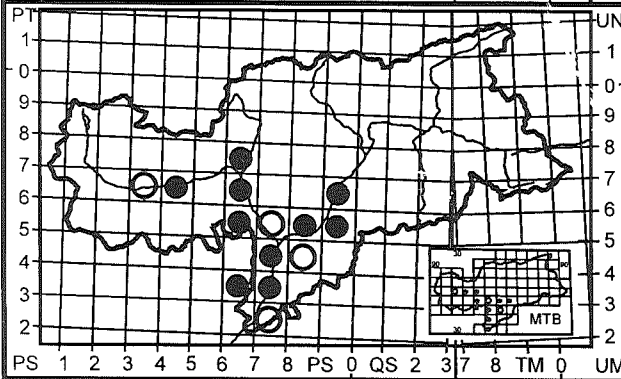
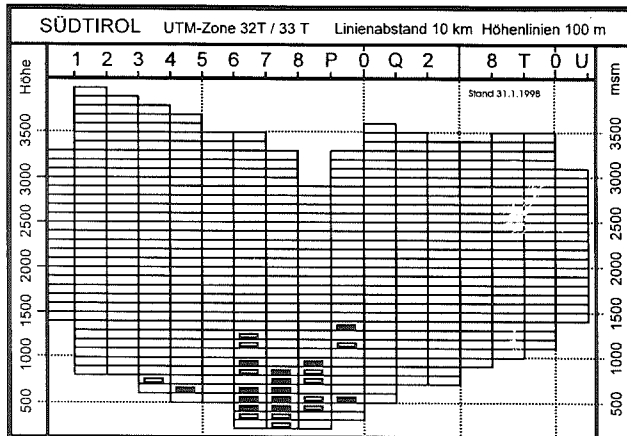
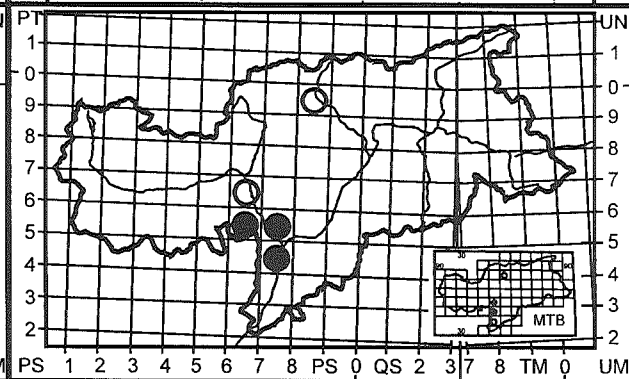
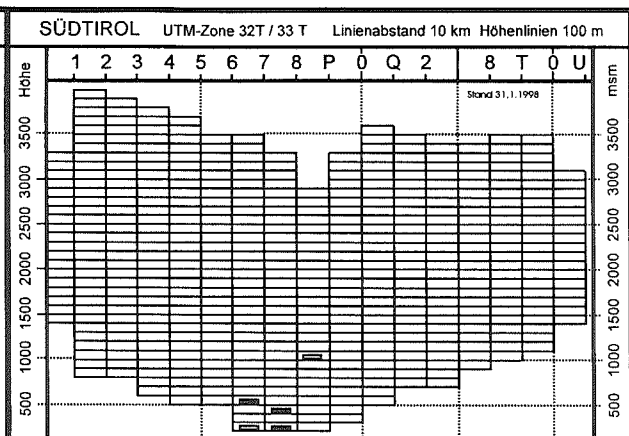
Karte 32: *Gymnadenia odoratissima* (L.) RICH.Karte 33: *Hammarbya paludosa* (L.) RICH.

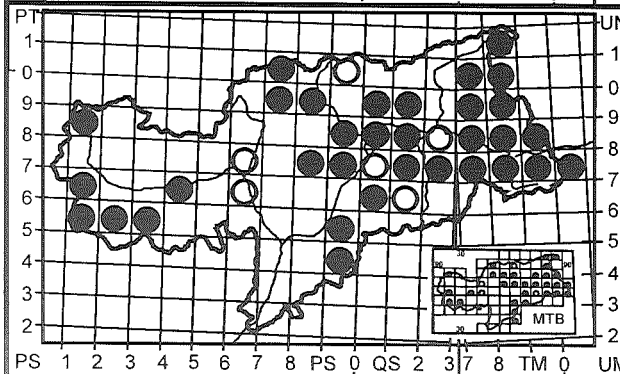
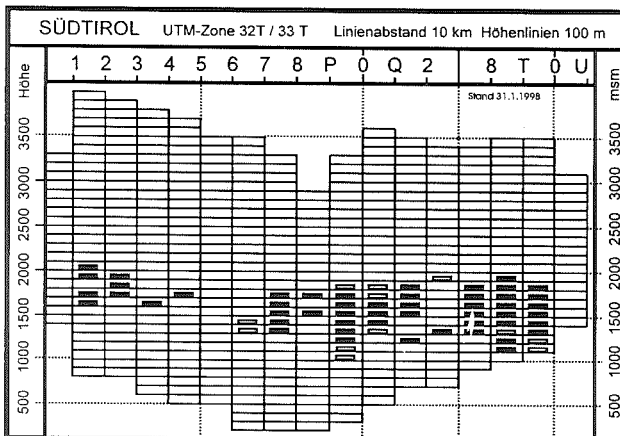


Karte 34: *Herminium monorchis* (L.) R.B.R.

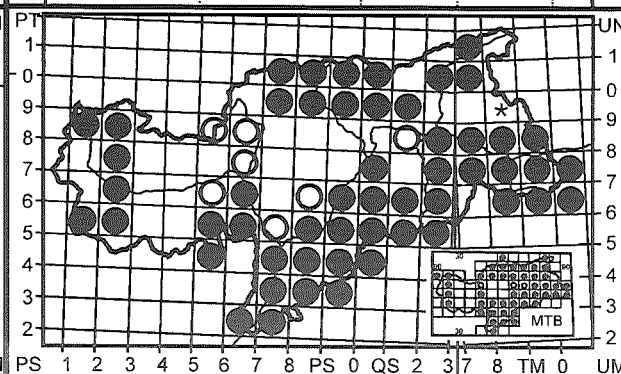
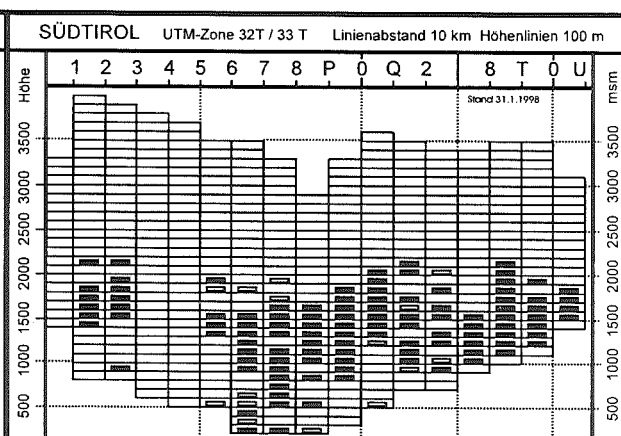


Karte 35: *Himantoglossum adriaticum* H.BAUMANN

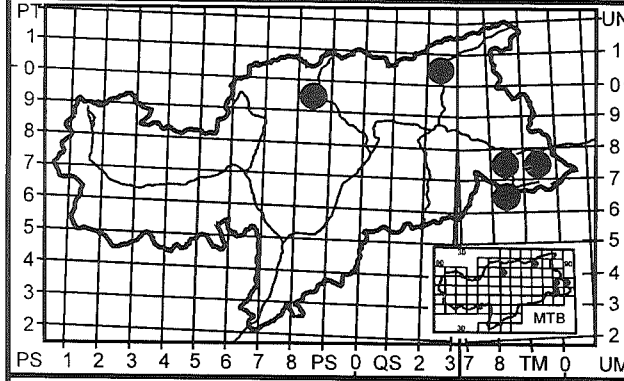
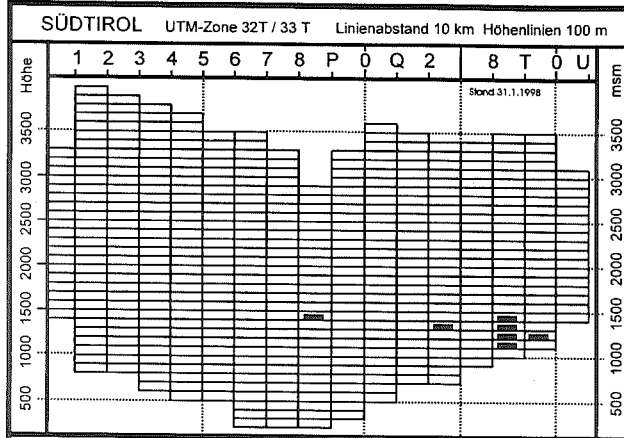
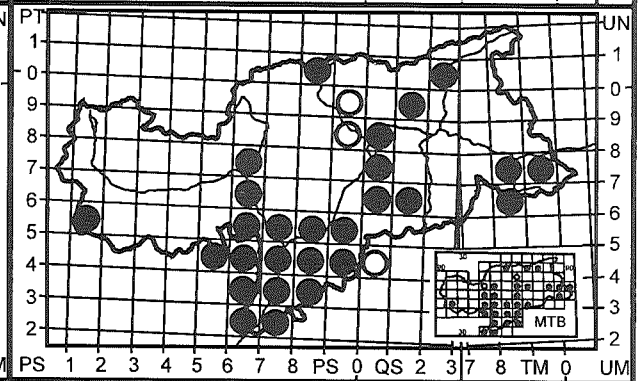
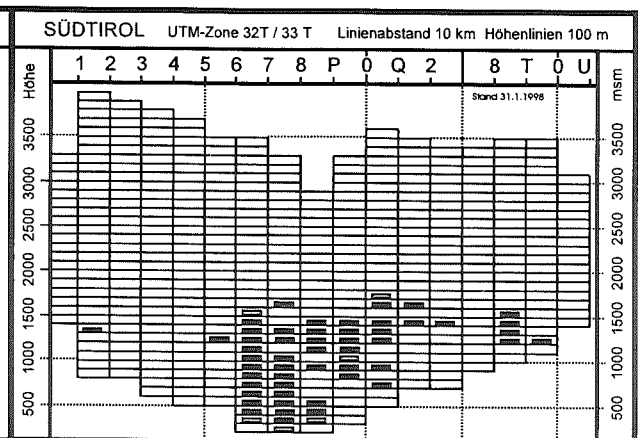
Karte 36: *Limodorum abortivum* (L.) SW.Karte 37: *Liparis loeselii* (L.) RICH.

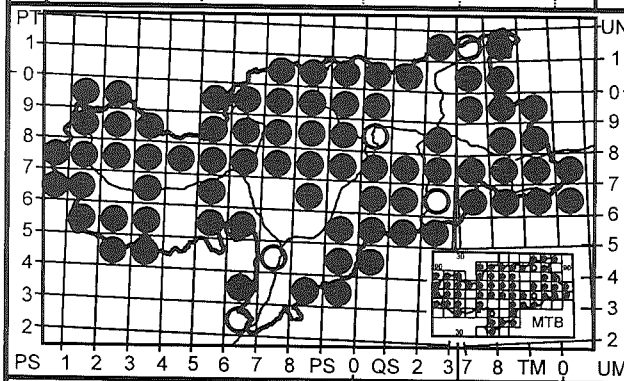
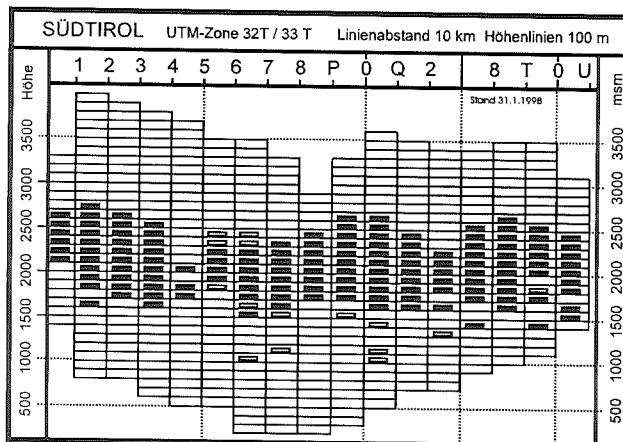
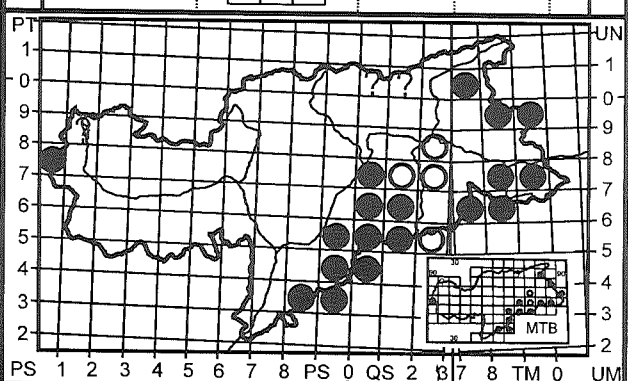
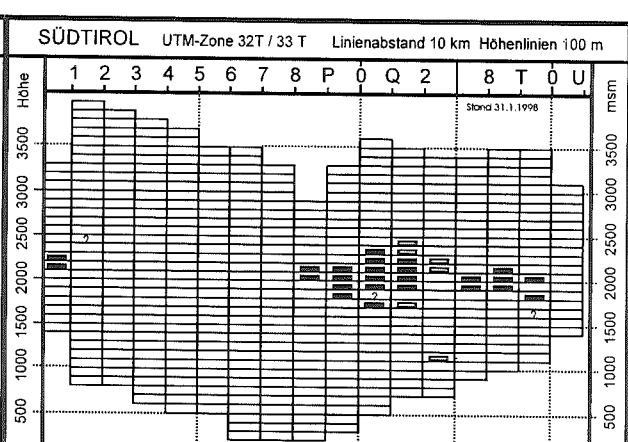


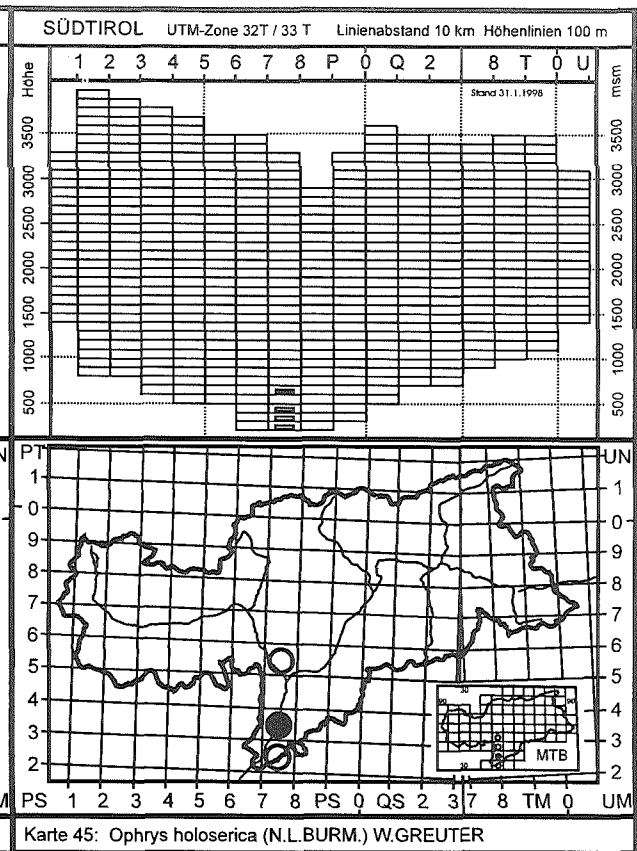
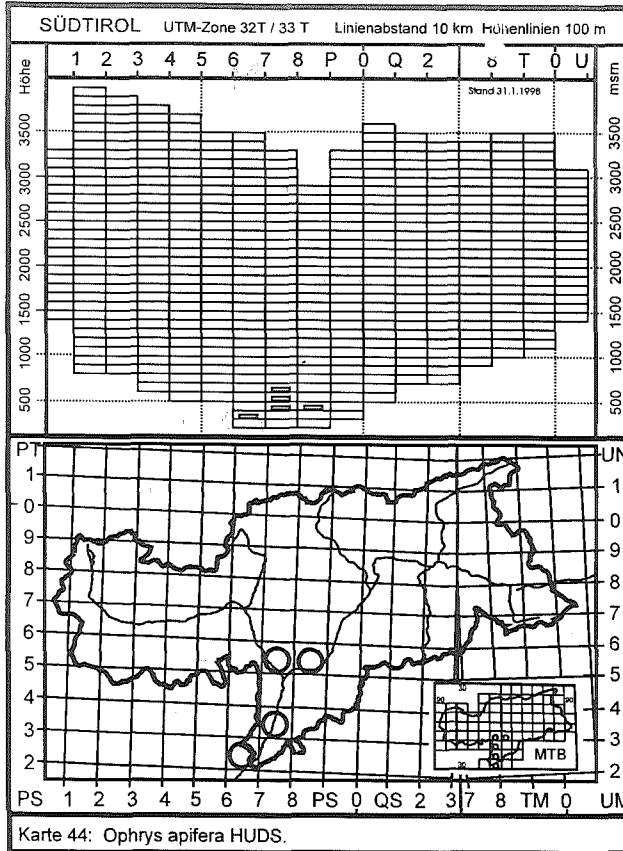
Karte 38: *Listera cordata* (L.) R.BR.

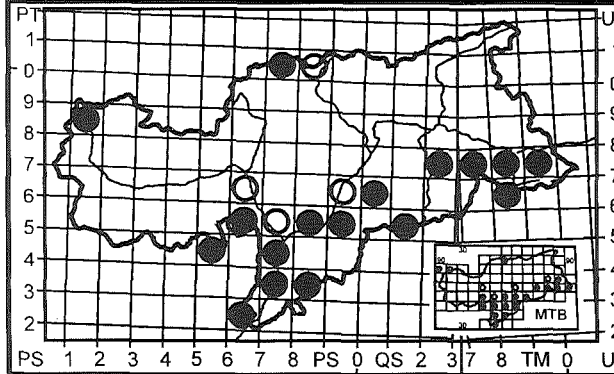
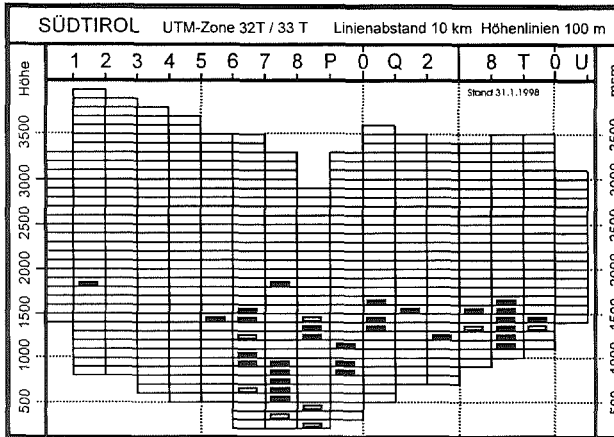


Karte 39: *Listera ovata* (L.) R.BR.

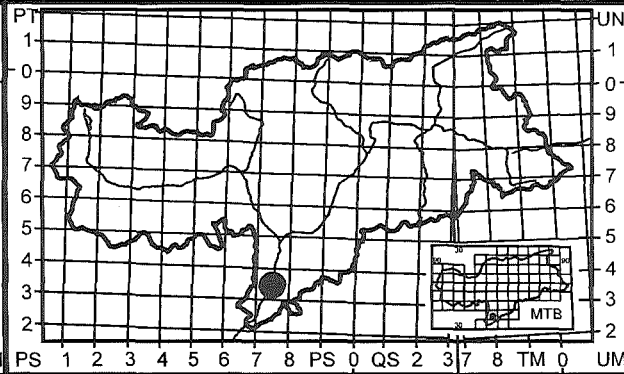
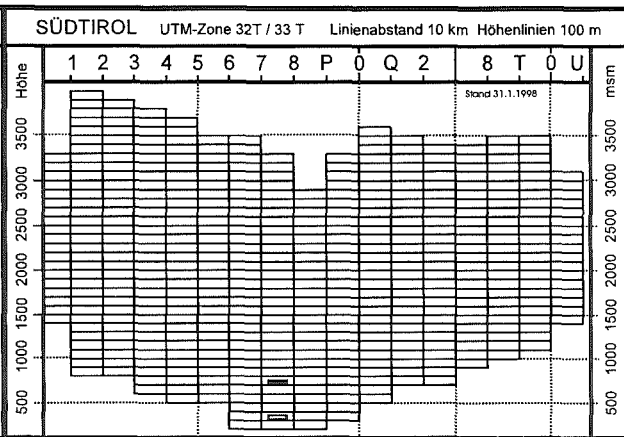
Karte 40: *Malaxis monophyllos* (L.) SW.Karte 41: *Neottia nidus-avis* (L.) RICH.

Karte 42: *Nigritella nigra* (L.) RCHB.fil.Karte 43: *Nigritella rubra* (R.WETTST.) K.RICHT.

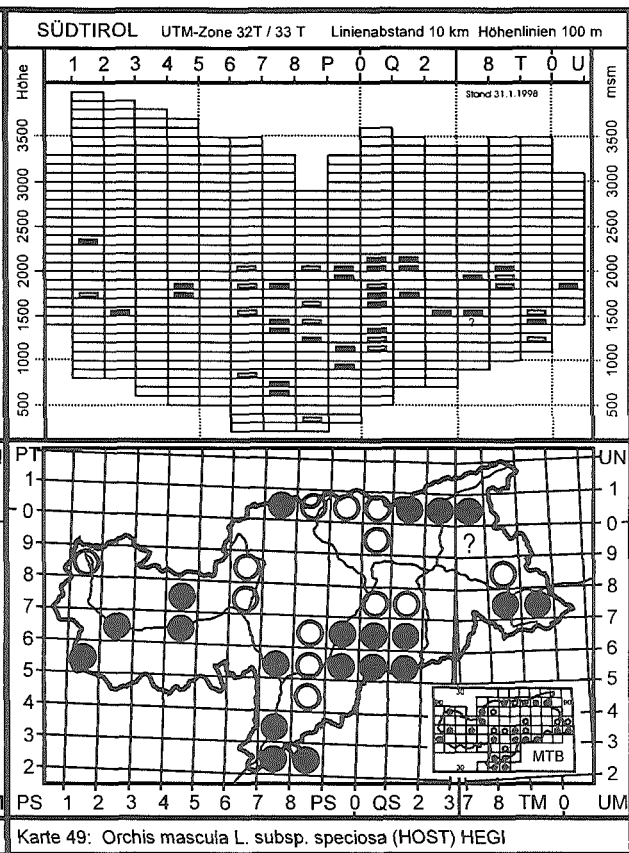
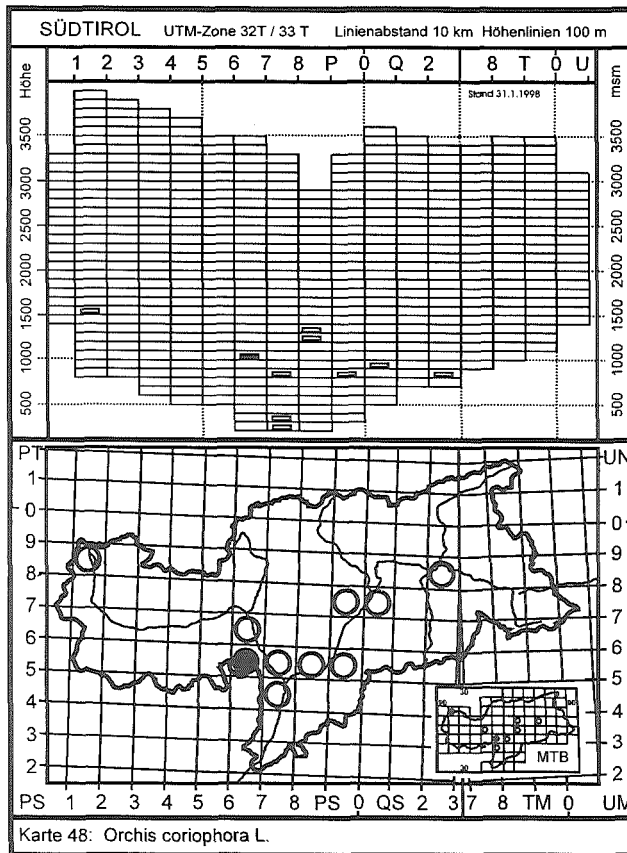


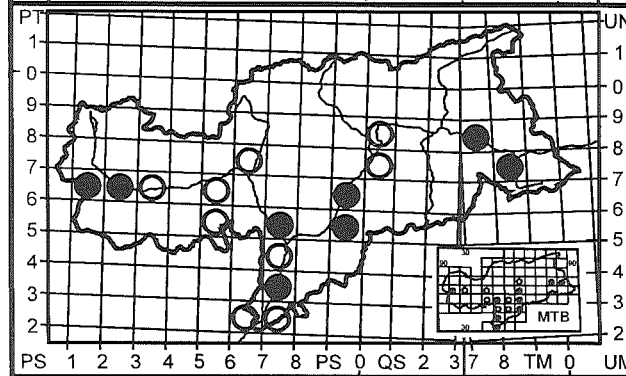
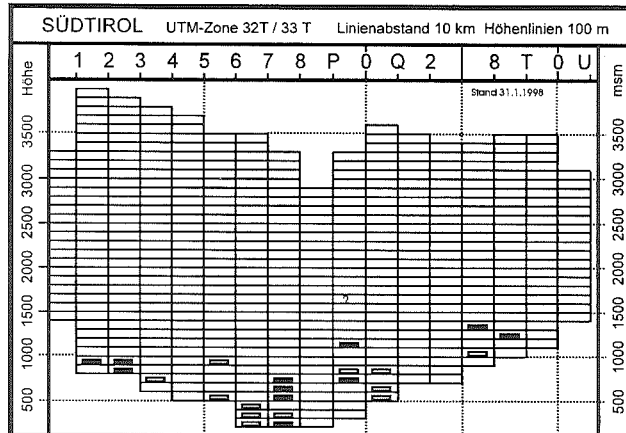
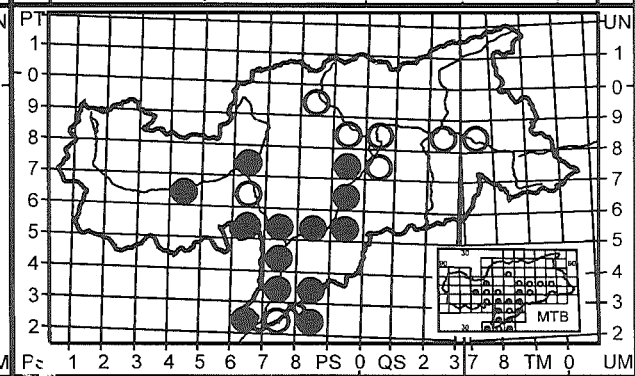
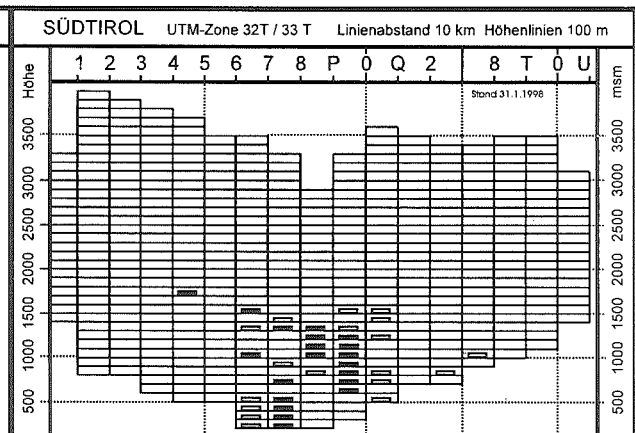


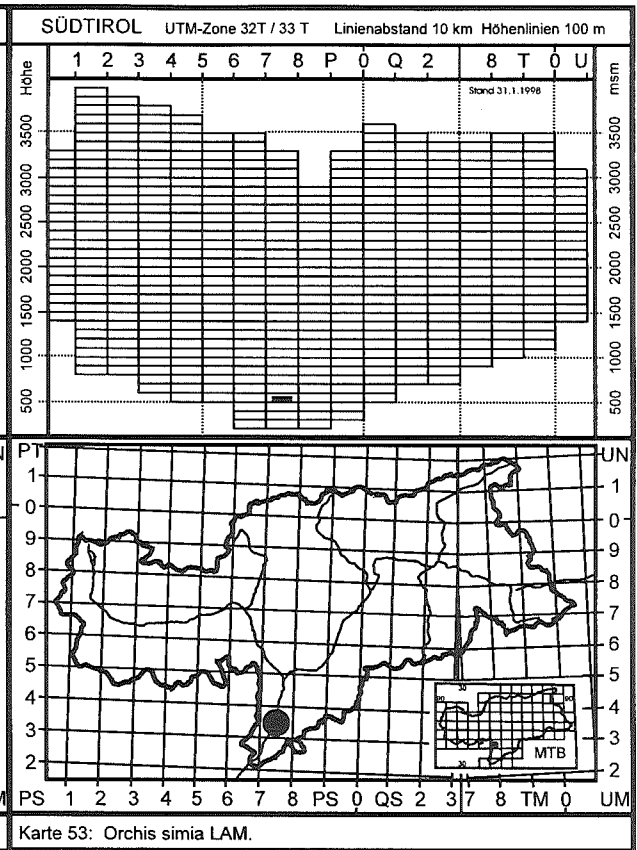
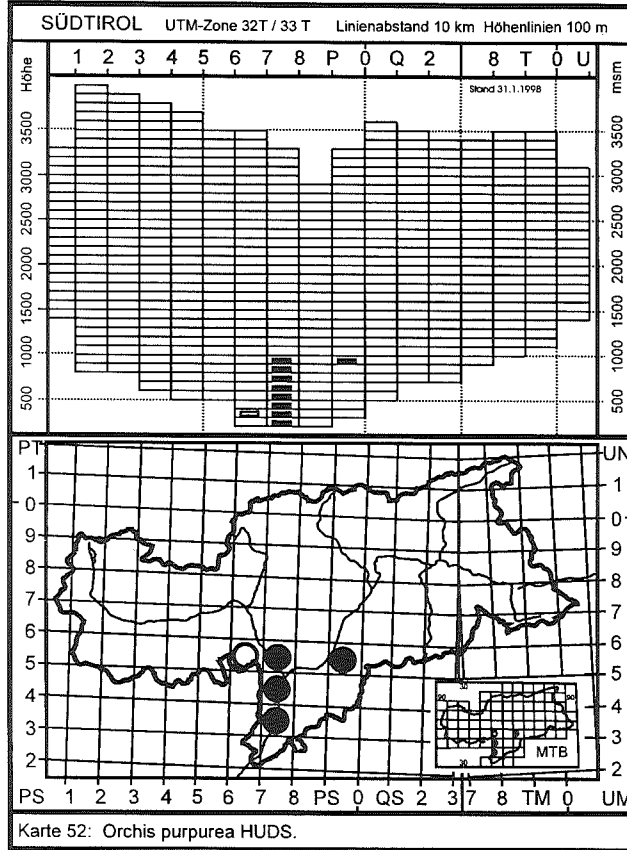
Karte 46: *Ophrys insectifera* L.

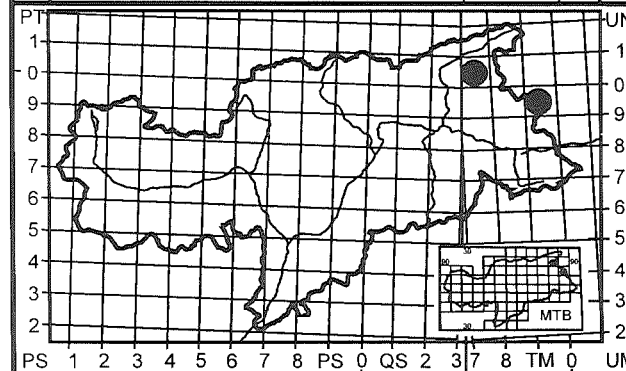
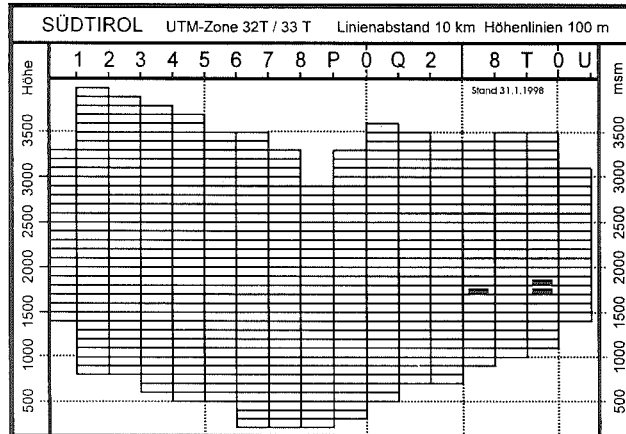


Karte 47: *Ophrys sphegodes* MILL.

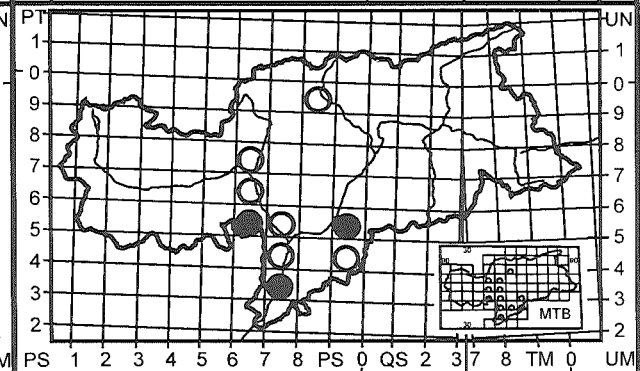
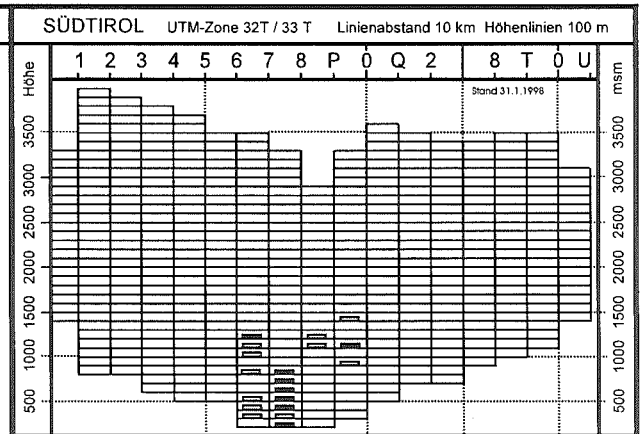


Karte 50: *Orchis militaris* L.Karte 51: *Orchis morio* L.

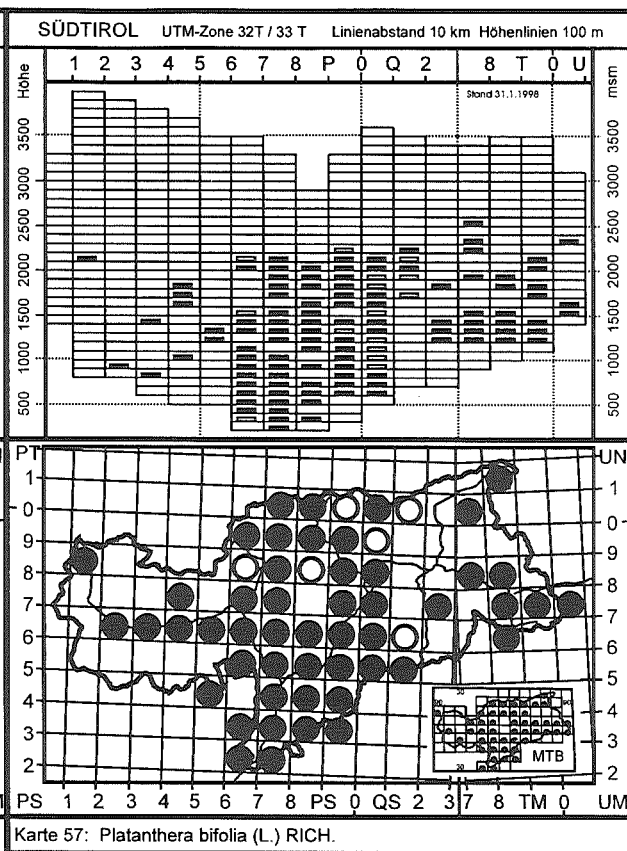
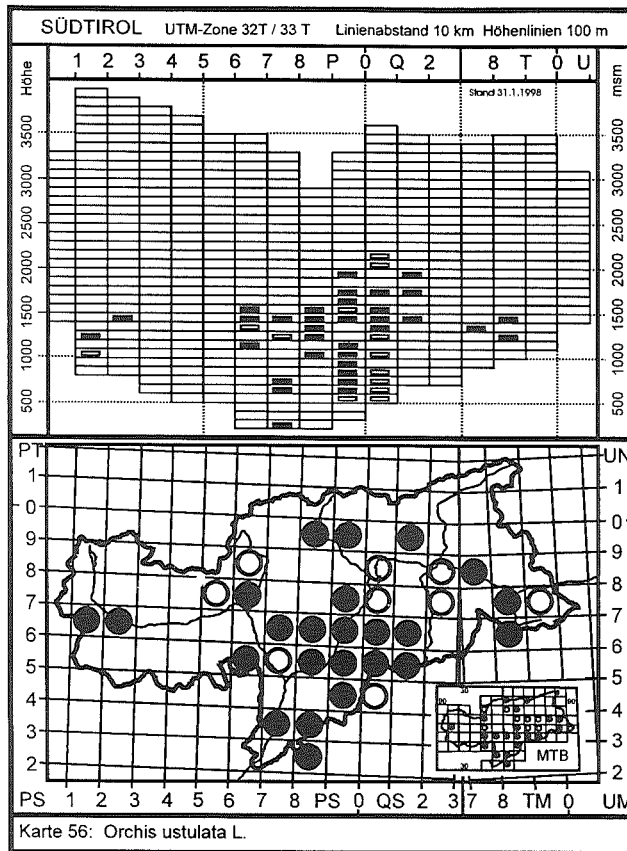


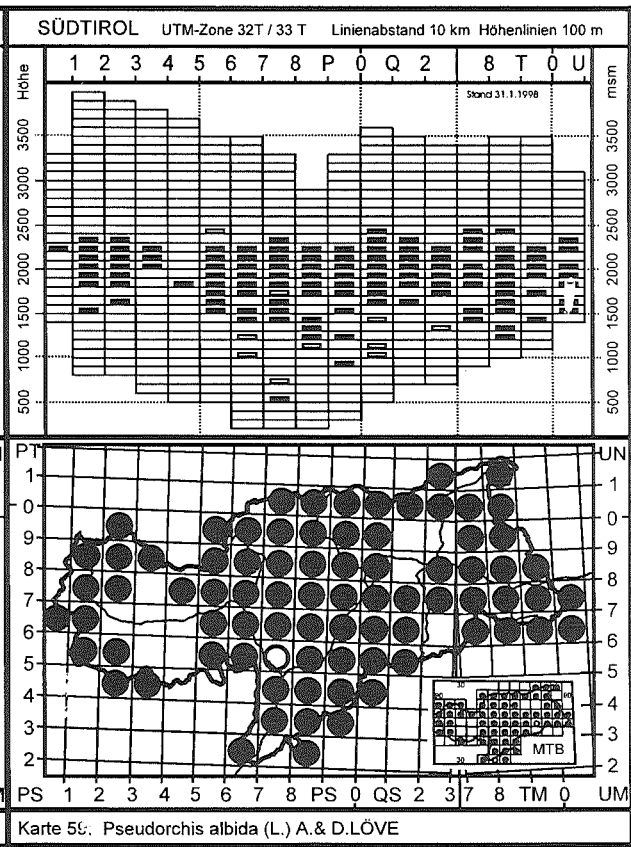
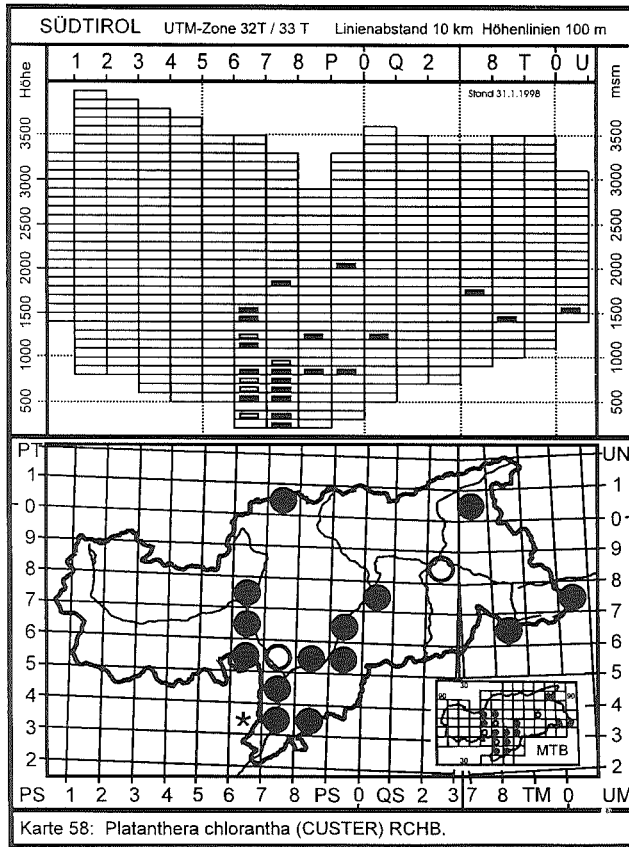


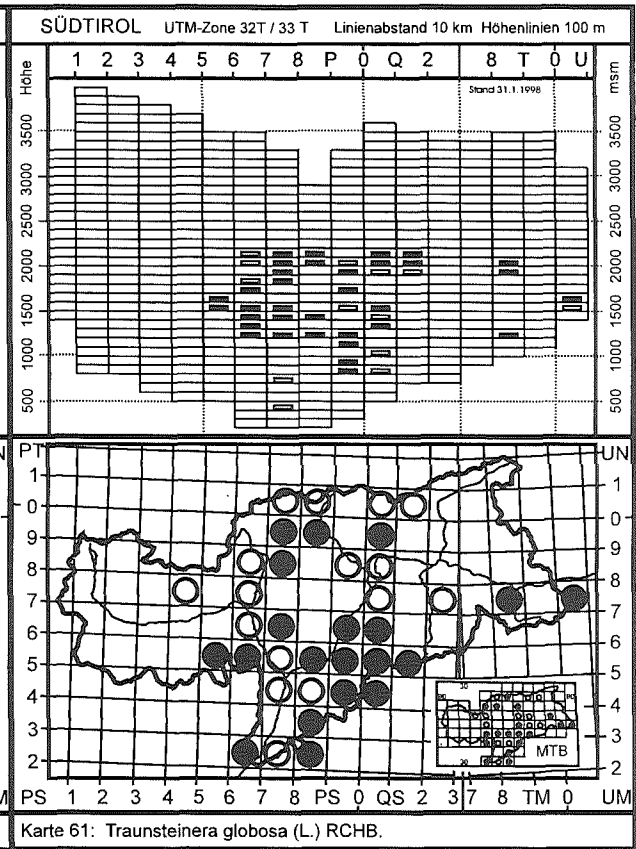
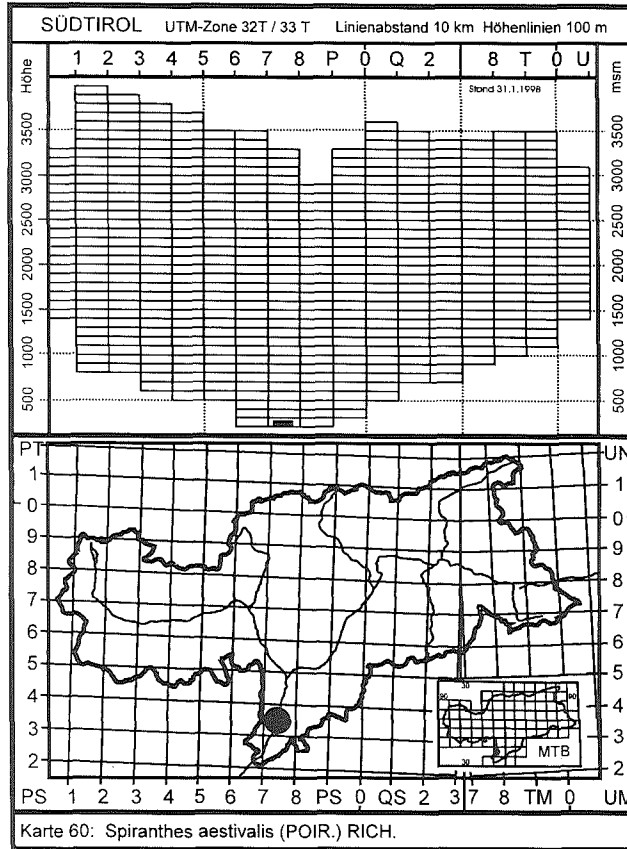
Karte 54: *Orchis spitzelii* SAUTER ex KOCH



Karte 55: *Orchis tridentata* SCOP.







Die Verbreitung der Arten, Unterarten und Bastarde der Orchideengattung *Dactylorhiza* in Polen

Leszek Bernacki

Mit 10 Abbildungen und 2 Tabellen

Zusammenfassung:

Im Rahmen des seit einigen Jahren durchgeführten Kartierungsprogramms ORPOL (*Orchidaceae Poloniae*) werden Rasterkarten (Kartogramme) der Verbreitung und Diagramme der vertikalen Verbreitung der Orchideen Polens ausgearbeitet. Die vorliegende Arbeit stellt die horizontalen Verbreitungskarten und die Diagramme der vertikalen Verbreitung von 9 Taxa aus der Gattung *Dactylorhiza* in Polen vor (*Dactylorhiza sambucina*, *D. incarnata* subsp. *incarnata* und subsp. *ochroleuca*, *D. majalis*, *D. baltica*, *D. ruthei*, *D. maculata* s.l. und s.str. sowie *D. fuchsii*). Auf dem gesamten Territorium Polens kommen *Dactylorhiza majalis*, *D. maculata* (s.l. und s.str.) und *D. fuchsii* vor. Ihre südwestliche Verbreitungsgrenze erreichen im Norden Polens *Dactylorhiza baltica* und *D. ruthei*. Die mitteleuropäische nördliche Arealgrenze erreicht *Dactylorhiza sambucina* im Süden Polens. Wenig bekannt ist, daß *Dactylorhiza incarnata* subsp. *incarnata* im Südteil Polens eine lokale südliche Verbreitungsgrenze hat. Ein ähnliches Areal hat auch die viel seltenere Unterart *D. incarnata* subsp. *ochroleuca*, die nur auf wenigen, sehr zerstreuten Lokalitäten vorkommt. Alle publizierten Angaben über das Vorkommen von *Dactylorhiza cordigera*, *D. cruenta*, *D. lapponica*, *D. praetermissa*, *D. russowii* und *D. traunsteineri* werden als kritisch bewertet. Außerdem werden Angaben über das Vorkommen der Bastarde der Gattung *Dactylorhiza* in Polen zusammengestellt. Bestätigte und sichere Angaben betreffen hier 1 infraspezifischen, 10 interspezifische und 3 intergenerische Bastarde.

Summary:

The maps employing cartogrammes of distribution and diagrammes of the altitudinal extent for Polish orchids according to the ORPOL programme (*Orchidaceae Poloniae*) are prepared. This paper presents maps (cartogrammes) of distribution and diagrammes of altitudinal extent in Poland for 9 taxa of the genus *Dactylorhiza*: *D. sambucina*, *D. incarnata* (subsp. *incarnata* and subsp. *ochroleuca*), *D. majalis*, *D. baltica*, *D. ruthei*, *D. maculata* (s.l. and s.str.) and *D. fuchsii*. *Dactylorhiza majalis*, *D. maculata* (s.l. and s.str.), *D. fuchsii* which occur in the total territory of Poland. *Dactylorhiza baltica* and *D. ruthei* reach their south-westerly border in northern Poland. *Dactylorhiza sambucina* has its central european border of area in the south of Poland. Not well known is the fact that *Dactylorhiza incarnata* subsp. *incarnata* has its local south border of area in the southern part of Poland. One considerably rarer subspecies *D. incarnata* subsp. *ochroleuca* which occurs on a few dispersed localities has simmilarly area. All published information about the occurrence of: *Dactylorhiza cordigera*, *D. cruenta*, *D. lapponica*, *D. praetermissa*, *D. russowii* and *D. traunsteineri* in Poland has a critical character. Additional information about the occurrence of hybrids from the genus *Dactylorhiza* in Poland is given. Certain and confirmed data refer to: 1 infraspecific, 10 interspecific and 3 intergeneric hybrids.

Streszczenie:

W ramach prowadzonego od kilkunastu lat programu ORPOL (*Orchidaceae Poloniae*), przygotowano mapy (kartogramy) rozmieszczenia poziomego oraz diagramy zasięgu pionowego storczykowatych w Polsce. Niniejsza publikacja prezentuje kartogramy rozmieszczenia i diagramy zasięgów wysokościowych w Polsce dla 9 taksonów z rodzaju *Dactylorhiza*: *Dactylorhiza sambucina*, *D. incarnata* (subsp. *incarnata* i subsp. *ochroleuca*), *D. majalis*, *D. baltica*, *D. ruthei*, *D. maculata* (s.l. i s.str.) oraz *D. fuchsii*. Na całym terytorium Polski występują: *Dactylorhiza majalis*, *D. maculata* (s.l. i s.str.), *D. fuchsii*. Granicę południowo-zachodnią osiągają w Polsce północnej *Dactylorhiza baltica* i *D. ruthei*. Środkowoeuropejską północną granicę zasięgu posiada w Polsce południowej *Dactylorhiza sambucina*. Mało znany jest fakt, że *Dactylorhiza incarnata* subsp. *incarnata* ma w południowej części Polski południową lokalną granicę zasięgu. Podobny areal posiada znacznie rzadszy podgatunek *D. incarnata* subsp. *ochroleuca* występujący na niewielu silnie rozproszonych stanowiskach. Wszystkie publikowane dane o występowaniu w Polsce *Dactylorhiza cordigera*, *D. cruenta*, *D. lapponica*, *D. praetermissa*, *D. russowii* i *D. traunsteineri* mają charakter krytyczny. Ponadto zamieszczono informacje o występowaniu mieszańców rodzaju *Dactylorhiza* w Polsce. Potwierdzone i pewne dane dotyczą tu: 1 mieszańca wewnątrzgatunkowego, 10 międzygatunkowych i 3 międzyrodzajowych.

1. Einleitung

Die Gattung *Dactylorhiza* gehört mit großer Sicherheit zu den taxonomisch höchst komplizierten (d.h. sehr kritischen) Orchideengattungen in Europa. In der vorliegenden Arbeit werden aber nicht die taxonomischen, sondern die chorologischen Probleme der genannten Gattung behandelt. Es werden die Rasterkarten der horizontalen und die Diagramme der vertikalen Verbreitung zusammen mit Kommentaren für die Taxa mit abgesichertem taxonomischen Status in Polen dargestellt. Diese Informationen werden durch Kurzbeschreibungen der Vorkommen von 14 Bastarden der besprochenen Gattung ergänzt.

1. 1. Allgemeines zur Geschichte der Erforschung der Gattung *Dactylorhiza* in Polen

Seit dem XIX Jahrhundert ist bereits das Vorkommen von *Dactylorhiza sambucina* (= *Orchis sambucina*), *D. incarnata* (= *O. incarnata*), *D. majalis* (= *O. latifolia*) und *D. maculata* (= *O. maculata*) im weiten Sinne für Polen bekannt. Die Quellen dazu finden wir in den älteren floristischen Werken, deren Autoren nicht nur polnische, sondern auch deutsche, tschechische, österreichische und russische Botaniker waren, die im vorigen Jahrhundert die preußischen, österreichischen und russischen Anteile Polens durchforscht haben (z.B.: BERDAU 1859, 1890, FIEK 1881, KARO 1881, KOTULA 1881, KNAPP 1872, OBORNY 1885, WIMMER 1857). Nahezu seit Anfang dieses Jahrhunderts wurden *Dactylorhiza cordigera* (= *O. cordigera*), *D. russowii* (= *O. russowii*) und *D. traunsteineri* (= *O. traunsteineri*) auch zur polnischen Flora gezählt (RACIBORSKI 1919; SZAFER, KULCZYŃSKI, PAWŁOWSKI 1924). Hier kann man auch *Dactylorhiza baltica* dazurechnen, die

damals *Orchis latifolia* var. *dunensis* genannt wurde (RACIBORSKI 1919). Nach dem Zweiten Weltkrieg mit seinen Grenzänderungen wurde die Flora Polens neu um *Dactylorhiza ruthei* erweitert (SZAFER, KULCZYŃSKI, PAWŁOWSKI 1953). Über das Vorkommen von *Dactylorhiza* (= *Orchis incarnata* subsp. *ochroleuca* in Polen hat RAJCHEL (1964) berichtet. Anschließend wurde das Vorkommen von *D. maculata* s.str. und *D. fuchsii* zuerst in lokalen Florenwerken (KORNAŚ 1957, JASIEWICZ 1965) signalisiert und auch später deutlicher durch JAGIELŁO (1986-87) bestätigt. Jüngst, zu Beginn der Neunziger Jahre, wurden Angaben über *Dactylorhiza cruenta*, *D. lapponica* und *D. praetermissa* publiziert (JAGIELŁO 1990, 1991). Insgesamt ergibt dies eine Liste von 15 Taxa der Gattung *Dactylorhiza* auf der Rangstufe der Art oder Unterart.

Die Flora Polens besitzt bis zur Gegenwart keine vollständige und korrekte Liste der Bastarde. Für die Familie der Orchideen wurde eine solche Liste vor 10 Jahren erstellt (BERNACKI 1989). Diese erste Fassung der Liste ist auf Grund aller möglichen Quellen (d.h. eigenen Geländeuntersuchungen, Herbarbeläge und Literatur) entstanden.

1. 2. Auswahl der Arten, Unterarten und Bastarde zur chorologischen Charakterisierung

Zur weiteren Besprechung sowie zur Darstellung der Verbreitung werden nur die Arten, Unterarten und Bastarde ausgewählt, die ohne Zweifel Vorkommen auf dem Territorium Polens aufweisen (BERNACKI 1993, 1995). Die Überprüfungen bestätigen das Vorkommen in Polen von *Dactylorhiza sambucina*, *D. incarnata* mit beiden Unterarten (subsp. *incarnata* und subsp. *ochroleuca*), *D. majalis*, *D. baltica*, *D. ruthei*, *D. maculata* im weiten Sinne (s.l.) und im engen Sinne (s.str.), sowie *D. fuchsii* als sicher. Angaben für die anderen 6 Arten müssen als zweifelhaft oder falsch eingestuft werden. Auf die sicher nachgewiesenen Taxa wird im Abschnitt 3 näher eingegangen. Die zweifelhaften Arten werden im Folgenden kurz besprochen.

Zu den unsichersten Arten gehört *Dactylorhiza cordigera*, die in den Zwanziger und Dreißiger Jahren in den Ostkarpathen (heute Ukraine) beobachtet wurde. Bei der kritischen Durchsicht des Herbarmaterials konnte festgestellt werden, daß der größte Teil der Pflanzen, die JAGIELŁO (1986) als *Dactylorhiza cordigera* publizierte, entweder zu *Dactylorhiza majalis* mit wenig geteiltem, herzförmigem Labellum oder zu *Dactylorhiza × aschersoniana* zu stellen sind. Die für Polen neuen Angaben über *Dactylorhiza cruenta*, *D. lapponica*, und *D. praetermissa* (JAGIELŁO 1990, 1991) enthalten nur allgemeine Ortsangaben und bedürfen einer Überprüfung. Das Herbarmaterial von *Dactylorhiza lapponica* und *D. praetermissa* ist zur Zeit leider nicht zugänglich. Zur Bestätigung dieser Arten sind gründliche Geländeuntersuchungen erforderlich. Alle Angaben über das Vorkommen von *Dactylorhiza russowii* und

D. traunsteineri in Polen resultieren aus Geländebeobachtungen der ostpreußischen Botaniker, die ihre Ergebnisse in der "Flora von Ost- und Westpreußen" (ABROMEIT, NEUHOFF & STEFFEN 1898-1940) veröffentlicht hatten. Das wenige erhalten gebliebene originelle Herbarmaterial ist sehr stark beschädigt. Einige Geländeuntersuchungen wurden leider ohne positives Resultat beendet. Beide Arten benötigen in Polen eine weitere gründliche Bearbeitung. Diese kritischen Arten wurden bereits in "Vascular Plants of Poland, a checklist" (BERNACKI 1995) näher erläutert.

Von den in der oben genannten Liste aufgeführten Bastarden (BERNACKI 1989) werden nach späteren eigenen Beobachtungen im Gelände, und davon ausgehenden Verbesserungen und Ergänzungen, 14 Nothotaxa als mit absoluter Sicherheit in Polen vorkommend eingestuft. Diese werden für eine Kurzbeschreibung im Abschnitt 4 ausgewählt.

2. Methodik

Die Kartierung der Orchideen Polens wird in erster Linie als Rasterkartierung mit regelmäßigen Quadraten von 10 km × 10 km als Grundeinheit durchgeführt.

2. 1. Allgemeine Bemerkungen zur Kartierungsmethodik der Orchideen in Polen

Das Kartierungsprogramm für die gesamte polnische Gefäßflora, das auch die Orchideen berücksichtigt, wurde vor etwa 25 Jahren im Institut für Botanik an der Uniwersytet Jagielloński (Jagiellonische Universität) in Kraków (Krakau) entwickelt und mit dem Programmnamen "Atlas der Verbreitung der Gefäßpflanzen in Polen" - ATPOL versehen (ZAJĄC 1978a, b). Die Informationsfelder der Computerdatenbank enthalten Angaben wie Quadratnummer, Artnummer, Lokalitätsname, Datenquelle und Autorname mit dem Publikations- oder Beobachtungsdatum. Für dieses Programm wurde ein spezielles Netz mit den Quadraten 10 km × 10 km gebildet, das mit dem Meridian 19⁰ E parallel ist.

Seit etwa 10 Jahren läuft auch am Lehrstuhl für Pflanzensystematik an der Uniwersytet Śląski (Schlesischen Universität) in Katowice ein zusätzliches Kartierungsprogramm ORPOL (*Orchidaceae Poloniae*), das vom Autor der Publikation entwickelt wurde und alle Orchideen Polens berücksichtigt. Die Datenbank ORPOL ist mit dem Krakauer Programm ATPOL kompatibel, enthält aber mehr Details, wie zum Beispiel Höhe der Lokalität, Charakteristik der Bestände und Ökologie. Mit dem Programm ORPOL können nicht nur horizontale Rasterkarten, sondern auch die Diagramme der vertikalen Verbreitung der polnischen Orchideen erstellt werden.

2. 2. Methodische Einzelheiten zu den beigelegten Verbreitungskarten und Diagrammen

Für die besprochenen Taxa wurden 9 Abbildungen erstellt. Jede von ihnen enthält 3 Teile. Der erste obere Teil ist die Rasterverbreitungskarte. Sie berücksichtigt die 3 Zeitabschnitte (bis 1899, 1900-1949 und ab 1950) des letzten Nachweises im Grundrasterfeld (Quadrat). Im unteren Abbildungsteil sind zwei Diagramme beigelegt: Diagramm "a" (der zweite Teil - unten links) zeigt die Höhenverbreitung in Höhenzonen von 100 m. Das Diagramm "b" (der dritte Teil - unten rechts) stellt den Prozentanteil der Fundortnachweise in den drei Zeitabschnitten (bis 1899; 1900-1949; ab 1950) dar. Zusätzlich werden in der oberen rechten Ecke des Diagramms der Höhenverbreitung "a" das Minimum (min:) und Maximum (max:) für jedes Taxon gezeigt. Die in den Rasterkarten und Diagrammen verwendeten Symbole sind in Abbildung 1 aufgeführt.

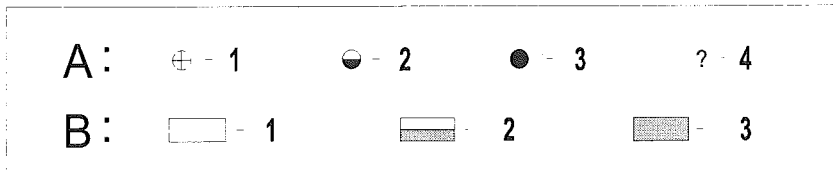


Abb. 1: Erklärung der Symbole auf den Verbreitungskarten (A:) und den vertikalen Diagrammen (B:).

A: letzter Nachweis im Quadrat

1 - bis 1899; 2 - von 1900-1949; ab 1950; 4 - unsicher

B: Prozent der der Lokalitäten nach Höhenzonen mit letztem Nachweis

1 - bis 1899; 2 - von 1900-1949; ab 1950

3. Die Verbreitung der Arten und Unterarten

Im folgenden Abschnitt wird die horizontale und vertikale Verbreitung der 9 Taxa der Gattung *Dactylorhiza* auf der Rangstufe der Art oder Unterart dargestellt. Es werden hier nur die Taxa berücksichtigt, die ohne Zweifel zu der überprüften polnischen Flora gehören (BERNACKI 1995). Alle diese genannten Taxa werden zusätzlich in Tabelle 1 zugleich mit den Angaben zur Häufigkeit (aktuell bekannte Lokalitätenzahl) sowie den Grenzwerten der vertikalen Verbreitung (minimale und maximale Höhe) aufgeführt. In der Textbeschreibung wird den Verbreitungsgrenzen, die im globalen wie auch lokalen Sinne durch das Territorium Polens verlaufen, besondere Beachtung geschenkt. Die untenstehende Charakteristiken enthalten auch kurze Bemerkungen zur Kenntnis des Gefährdungsgrades.

Artname (bzw. Unterartname)	Lokalitätenzahl			Vertikale Verbreitung [m ü NN]		
	gesamt	letzter Nachweis*			Minimum	Maximum
		vor 1899	1900 - -1949	nach 1950		
<i>Dactylorhiza sambucina</i> (L.) Soó	104	10	42	49	120	1115
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó subsp. <i>incarnata</i>	1006	54	76	851	0 (-1)	500 (±50)
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó subsp. <i>ochroleuca</i> (Boll) P. F. Hunt et Summerhayes	25	3	4	15	1	310
<i>Dactylorhiza majalis</i> (Reichenb.) P. F. Hunt et Summerhayes	2730	36	71	2617	0	1325
<i>Dactylorhiza baltica</i> (Klinge) Orlova	32	11	4	17	0	270
<i>Dactylorhiza ruthei</i> (R. Ruthe & M. Schulze) Soó	9	1	2	6	0	270
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó s. l.	687	34	49	599	0	1310
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó s. str.	168	12	20	133	0	1280
<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Soó	297	4	18	269	0	1300

* - nur sichere Lokalitäten

Tab. 1: Auflistung der Arten und Unterarten der Gattung *Dactylorhiza* in Polen mit Berücksichtigung ihrer Häufigkeit (Zahl der Lokalitäten) und Höhenverbreitung (Stand vom 31. 01. 1998.)

3. 1. *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó

Das Holunder-Knabenkraut, als Pflanze des Alpenen-Nordeuropäischen Verbreitungstyps (ZAJĄC 1996), kommt nur im Süden Polens vor und erreicht hier seine mitteleuropäische Verbreitungsgrenze. Die Wuchsorte dieser Art. findet man vor allem in den Sudeten und deren Vorgebirge sowie in den Karpaten. Zwei, von den Gebirgsregionen entfernte Vorkommen, wurden noch Anfang dieses Jahrhunderts im südlichen Kraków-Częstochowa Juragebiet unweit von Kraków und am Südrand der Góry Świętokrzyskie bei Kielce beobachtet. Die niedrigsten Vorkommen wurden im Tal der Oder bei Wrocław (Breslau), die höchsten in der Tatra sowie in der Berggruppe Gorce beobachtet. Das Holunder-Knabenkraut ist die am stärksten bedrohte Art der Gattung *Dactylorhiza* in Polen.

3. 2. *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó subsp. *incarnata*

Die gewöhnliche Unterart des Fleischfarbigen (Steifblättrigen) Knabenkrauts hat im Süden des Landes eine lokale südliche Verbreitungsgrenze, was bis jetzt kaum bekannt war. Diese Art kommt vor allem in Nord-, Mittel- und Ostpolen vor. Der größte Teil der Bestände in Niederschlesien ist gegenwärtig als "Ausgestorben" einzustufen. Weiter nach Osten nimmt die Gefährdung des Nominattaxons ab. Die niedrigsten Lokalitäten liegen an der Ostsee und die höchsten im Ostteil der polnischen Beskiden im Tal von Dunajec bei Nowy Sącz, sowie im Tal von San bei Sanok und Przemyśl.

3. 3. *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó subsp. *ochroleuca* (Boll) P. F. Hunt et Summerhayes

Ein ähnliches Verbreitungsareal hat auch die hellgelbe Unterart des Fleischfarbiges Knabenkrauts. Ihre Lokalitäten überschreiten nicht die Linie zwischen Zielona Góra (Grünberg) und Sanok (Südosten Polens) nach Süden. Diese Unterart kommt von Meereshöhe in der Gegend von Słupsk (Stolp) und Gdąnsk (Danzig) bis etwa 300 m. ü.N.N. bei Sanok vor. Sie ist sehr stark gefährdet.

3. 4. *Dactylorhiza majalis* (Reichenb.) P. F. Hunt et Summerhayes

Das Breitblättrige Knabenkraut ist die häufigste *Dactylorhiza*-Art in Polen, trotzdem in einigen Teilregionen schon etwas gefährdet. Obwohl es etwas seltener in Nordostpolen ist, kommt es im ganzen Land vor. Die früheren Meinungen (z.B.: NELSON 1976, PROCHÁZKA & VELÍSEK 1983), daß für *Dactylorhiza majalis* in Nordostpolen eine Verbreitungsgrenze verläuft, sind im Lichte der gegenwärtigen chorologischen Untersuchungen nicht mehr aktuell.

3. 5. *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Orlova

Das Baltische Knabenkraut gehört zur Artengruppe mit südwestlicher Verbreitungsgrenze in Polen. Die Art hat in Polen zwei getrennte Areale. Das erste Areal erstreckt sich in Nordostpolen nordöstlich von der Linie: Łeba - Toruń (Thorn) - Augustów, und das zweite im unteren Odertal bei Szczecin (Stettin) und Świnoujście (Swinemünde). Es ist eine Tieflandart deren Höhenverbreitung von Meereshöhe nur bis 270 m. ü.N.N. steigt. In gutem Zustand befinden sich zur Zeit nur die Populationen in der Gegend um Suwałki (Nordostecke Polens). Die Vorkommen dieser Art im westlichen Teile des Areals sind stark gefährdet.

3. 6. *Dactylorhiza ruthei* (M. Schulze) Soó

Ruthe's Knabenkraut hat ein sehr ähnliches horizontales und vertikales Areal wie das oben beschriebenen Baltische Knabenkraut. Da diese Art weniger (aktuell bekannte) Lokalitäten als das Vorige besitzt, ist es stärker gefährdet.

3. 7. *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó s.l.

Bis etwa zur Mitte Achtzige Jahre dieses Jahrhunderts wurde *Dactylorhiza maculata* in Polen, außer einzelnen Ausnamen, nur im weiten Sinne notiert. Darum mussten bei der Herstellung der Verbreitungskarten von *Dactylorhiza maculata* s. str. und *Dactylorhiza fuchsii*, viele Angaben aus der Literatur, die nicht mit Herbarpräparaten belegt sind, unberücksichtigt bleiben. Deshalb wird hier zusätzlich zu den Verbrei-

tungskarten von *Dactylorhiza maculata s.str.* und *Dactylorhiza fuchsii* auch *Dactylorhiza maculata s.l.* präsentiert wurde. Das Gefleckte Knabenkraut im weiten Sinne wurde im ganzen Land in den Höhenzonen von 0 m ü NN an der Ostsee bis 1310 m in der Tatra notiert.

3. 8. *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó s. str.

Das Gefleckte Knabenkraut im engen Sinne kommt auf dem ganzen Territorium Polens vor. Am häufigsten ist es im Gebirge und im nördlichen Teil des Landes. In den weiteren Gebieten trifft man es zerstreut an. Die Höhenverbreitung ist hier identisch wie im Fall der Art im weiten Sinne. Gefährdung dieser Art ist ausserhalb der karpatischen Bergregion groß, und verstärkt sich noch in Mittel- und Westpolen.

3. 9. *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó

Das Fuchs'sche Knabenkraut wächst im ganzen Land, am häufigsten in den Karpaten und Sudeten sowie in Nordostpolen, vor allem in den alten großen Waldkomplexen wie z.B. im Urwald von Augustów, im Urwald von Knyszyn und im Urwald Bialowieza. Noch nicht selten ist diese Art im Bereich der Ostseeküste. Auf dem Rest des Territoriums kommt es selten und zerstreut vor. Hier ist ihre Bedrohung im Vergleich zu den Gebietsregionen am stärksten. Die Höhenverbreitung ist sehr ähnlich wie bei *Dactylorhiza maculata s.l.* und *s.str.*

4. Die Verbreitung der Bastarde der Gattung *Dactylorhiza* in Polen

Die Übersicht über die Bastarde der Gattung *Dactylorhiza* berücksichtigt die Beschreibung der horizontalen und vertikalen Verbreitung auf dem Territorium Polens. Sie ist in 3 Abschnitte geteilt, die dem taxonomischen Rang entsprechen. Genauere Bemerkungen zur Kenntnis ihrer Häufigkeit (aktuell bekannte Lokalitätenzahl) sowie Höhenverbreitung (minimale und maximale Höhe) wurden in der Tabelle 2 aufgeführt.

4. 1. Intraspezifische Bastarde

Die intraspezifischen Bastarde werden in Polen nur durch 1 Taxon repräsentiert. Es handelt sich um die Bastardkombination *Dactylorhiza incarnata subsp. incarnata* × *Dactylorhiza incarnata subsp. ochroleuca*, die von PEITZ (1972) pro Varietät als *Dactylorhiza incarnata var. ×versicolor* (Schmidt et Lüscher) Peitz bezeichnet wurde. Sie wurde vom Autor am Anfang der Neunziger Jahre neu für Polen nur im Nordosten an einem einzigen Fundort bei Augustów in der Gegend von Suwalki gefunden.

Bastardkombination	Lokalitätenzahl (gesamt)	Vertikale Verbreitung [m ü NN]	
		Minimum	Maximum
Infraspezifische Bastarde			
<i>Dactylorhiza incarnata</i> subsp. <i>incarnata</i> × <i>Dactylorhiza incarnata</i> ssp. <i>ochroleuca</i>	2	120	200
Interspezifische Bastarde			
<i>Dactylorhiza sambucina</i> × <i>Dactylorhiza majalis</i>	6	420 (±30)	1000 (±20)
<i>Dactylorhiza incarnata</i> subsp. <i>incarnata</i> × <i>Dactylorhiza majalis</i>	96	1	370
<i>Dactylorhiza incarnata</i> subsp. <i>incarnata</i> × <i>Dactylorhiza baltica</i>	2	250	270
<i>Dactylorhiza incarnata</i> subsp. <i>incarnata</i> × <i>Dactylorhiza maculata</i>	25	1	300
<i>Dactylorhiza incarnata</i> subsp. <i>incarnata</i> × <i>Dactylorhiza fuchsii</i>	20	150	280
<i>Dactylorhiza majalis</i> × <i>Dactylorhiza baltica</i>	2	60	270
<i>Dactylorhiza majalis</i> × <i>Dactylorhiza maculata</i>	55	1	1205
<i>Dactylorhiza majalis</i> × <i>Dactylorhiza fuchsii</i>	180	1	1270
<i>Dactylorhiza baltica</i> × <i>Dactylorhiza fuchsii</i>	1	250	
<i>Dactylorhiza maculata</i> × <i>Dactylorhiza fuchsii</i>	12	290	750
Intergenerische Bastarde			
<i>Dactylorhiza majalis</i> × <i>Gymnadenia conopsea</i> subsp. <i>conopsea</i>	1	550 (±100)	
<i>Dactylorhiza fuchsii</i> × <i>Gymnadenia conopsea</i> subsp. <i>conopsea</i>	6	300 (±25)	1020
<i>Dactylorhiza fuchsii</i> × <i>Coeloglossum viride</i>	3	1150	1260

Tab. 2: Liste der Bastardkombinationen der Gattung *Dactylorhiza* in Polen mit Berücksichtigung ihrer Häufigkeit (gesamte Lokalitätenzahl) und Höhenverbreitung (Stand vom 31. 01. 1998.)

4. 2. Interspezifische Bastarde

Nach neuesten Bewertungen zählt die aktuelle Liste der interspezifischen Bastarde 10 Taxa. Das erste davon, *Dactylorhiza sambucina* × *Dactylorhiza majalis* [= *D. ×ruppertzii* (M. Schulze) Soó] kommt zerstreut nur in Süden Polens vor: in den Sudeten, den West- und Ostbeskiden sowie in der Tatra. Die niedrigste Lokalität wurde in den südlichen Bereichen der Wyżyna Krakowsko-Częstochowska (Krakau-Tschenstochauer Jura), die höchste in der Tatra beobachtet. Einer der häufigsten Bastarde Polens ist *Dactylorhiza incarnata* subsp. *incarnata* × *Dactylorhiza majalis* [= *D. ×aschersoniana* (Hauuskn.) Soó], der fast an 100 Lokalitäten im gesamten Land mit Ausnahme der Gebirgsregionen beobachtet wurde. Nur im Falle einzelner Lokalitäten wurde festgestellt, daß die südliche Verbreitungsgrenze von *Dactylorhiza incarnata* subsp. *incarnata* maximal bis 30 km in Richtung Süden überschritten ist. Die Pflanzen der Kreuzung *Dactylorhiza incarnata* subsp. *incarnata* × *Dactylorhiza baltica* sind in Polen nur von zwei Lokalitäten in Nordostpolen (beide nördlich von Suwalki) bekannt. Die Benennung und Beschreibungsdiagnosen dieser Bastardkombination (sowie anderer Kombinationen von *Dactylorhiza baltica*) werden zur Zeit zur Veröffentlichung vorbereitet. Der Bastard *Dactylorhiza incarnata* subsp. *incarnata* × *Dactylorhiza maculata* [= *D. ×maculatiformis* (Rouy) Borsos et Soó] hat einen sehr ähnlichen Verbreitungstyp wie seine Elternart *Dactylorhiza incarnata* subsp. *incarnata*. Dieser Bastard wurde vor allem in Nord- und Mittelpolen notiert. Im Süden des Landes trifft man ihm in zentralen Teil der Wyżyna Śląska (Schlesisches Hügelland). Die Mehrheit der Lokalitäten des nächsten Bastards *Dactylorhiza incarnata* subsp. *incarnata* × *Dactylorhiza fuchsii* [= *D. ×kerneriorum* (Soó) Soó] wurde am häufigsten in Nordostpolen notiert. Alle Kreuzungen von *Dactylorhiza incarnata* können in Polen als Tieflandtaxa bezeichnet werden. Die Bastardkombination *Dactylorhiza majalis* × *Dactylorhiza baltica* wurde bis in die Gegenwart nur an zwei Lokalitäten beobachtet. Eine davon liegt nördlich von Suwalki und die zweite bei Toruń (Thorn). Der Bastard *Dactylorhiza majalis* × *Dactylorhiza maculata* [= *D. ×vermeuleniana* Soó] kommt so wie seine Eltern in gesamten Territorium Polens vor. Seine Lokalitäten sind von der Ostseeküste bis in die Bergregionen verbreitet. Die häufigste Kreuzung der Gattung *Dactylorhiza* in Polen bildet *Dactylorhiza majalis* × *Dactylorhiza fuchsii* [= *D. ×braunii* (Halacsy) Borsos et Soó], die ähnlich wie seine beide Elternarten im ganzen Land vorkommt. Die Lokalitäten dieser Pflanze steigen vom Meeresspiegel bis zu den höheren Bergstandorten an. Die Bastardkombination *Dactylorhiza baltica* × *Dactylorhiza fuchsii* ist bis jetzt nur von einer einzigen Lokalität bekannt, die sich nördlich von Suwalki befindet. *Dactylorhiza maculata* und *Dactylorhiza fuchsii* verursachen viele Probleme mit der richtigen Bestimmung. Darum gehört auch die Bastardkombination dieser Arten [= *D. ×transiens* (Druce) Soó] zu der Gruppe der umstrittenen Nothotaxa. Diese Bastardkombination wurde an vielen Stellen in Polen beobachtet, aber zu den sichersten gehören die Populationen in Nordost- und Südpolen.

4. 3. Intergenerische Bastarde

Die Bastardkombination *Dactylorhiza majalis* × *Gymnadenia conopsea* subsp. *conopsea* [= ×*Dactylodenia lebrunii* (E. G. Cam.) Peitz] ist bis in die Gegenwart für Polen nur durch ein einziges Pflanzenexemplar bekannt, das im Herbarium (KRAM) des Instituts für Botanik der Akademie der Wissenschaften in Kraków liegt. Diese Pflanze wurde am Berg Cergowa Góra im Beskid Niski (Niedrige Beskiden) gesammelt. Den häufigsten Gattungsbastard bildet auf dem Gebiet Polens die Kombination *Dactylorhiza fuchsii* × *Gymnadenia conopsea* subsp. *conopsea* [= ×*Dactylodenia gracilis* (A. Cam.) Peitz (?)]. Seine Lokalitäten wurden vor allem im Gebirge (in den Sudeten, den Ostbeskiden und in der Tatra) notiert. *Dactylorhiza fuchsii* sowie *Coeloglossum viride* kommen auf dem gesamten Territorium Polens vor. Am häufigsten sind sie aber in den höheren Bergregionen. Die Kreuzung dieser Arten wurde vom Autor noch nicht gefunden. Es gibt aber drei Quellen, die auf diese Elternkombination hinweisen. Aus der Tatra (Berg: Sarnia Skala) wurde von STECKI (1946) der neuen Bastard ×*Orchicoeloglossum tatrae* beschrieben. Danach hat REINHARDT (1973) ×*Dactyloglossum dominianum* auch aus der gleichen Gegend der Tatra (Tal: Dolina Ku Dziurze) publiziert. Allgemein aus den Karkonosze (Riesengebirge) berichten in der Literatur über diesen Bastard auch PROCHÁZKA und VELÍSEK (1983).

5. Schlussbemerkungen

Seit längerer Zeit sind Verbreitungskarten von *Dactylorhiza incarnata* subsp. *ochroleuca*, *Dactylorhiza sambucina*, *Dactylorhiza baltica* und *Dactylorhiza ruthei* publiziert (RAJCHEL 1963, BERNACKI 1992). In den letzten Jahren wurden auch Verbreitungskarten von *Dactylorhiza incarnata* subsp. *incarnata* und *Dactylorhiza majalis* angefertigt (BERNACKI 1993). Diese Karten sollten in der Zukunft natürlich ergänzt werden, aber nur um wenige Details. Die Karten von *Dactylorhiza maculata* s.str. und *Dactylorhiza fuchsii* werden hier dagegen zum ersten Mal publiziert, und deswegen sind im Falle dieser Arten etwas mehr Ergänzungen neuer Lokalitäten in kommenden Vegetationsperioden zu erwarten.

Während der Vorbereitung dieses Manuskriptes wurde der Druck des zweiten Heftes des "Atlases der Verbreitung der Gefäßpflanzen in Polen" - ATPOL beendet (ZAJĄC & ZAJĄC 1997). Dieses Heft betrifft die geschützten Gefäßpflanzen Polens und berücksichtigt auch 6 Arten der Gattung *Dactylorhiza*: *D. sambucina*, *D. incarnata* subsp. *incarnata*, *D. majalis*, *D. baltica*, *D. ruthei* und *D. maculata* s.l. (BERNACKI 1997). In der genannten Publikation wird die Verbreitungskarte von *Dactylorhiza maculata* s.l. zum ersten Mal veröffentlicht.

Danksagung

Für die wertvollen Korrekturen des deutschen Textes dieser Publikation möchte ich bei Herrn M. CONRAD (Hamburg) und Herrn Dr. R. LORENZ (Weinheim) bedanken. Weiter danke ich für die Hilfe bei der graphischen Erstellung der Verbreitungskarten Herrn Ing. J. KOSTRO (Rybnik). Meinen besten Dank möchte ich auch Herrn Dr. U. LÜNSMANN (Wuppertal) für die Erleichterungen bei der Abgabe des Manuskriptes zum Druck aussprechen.

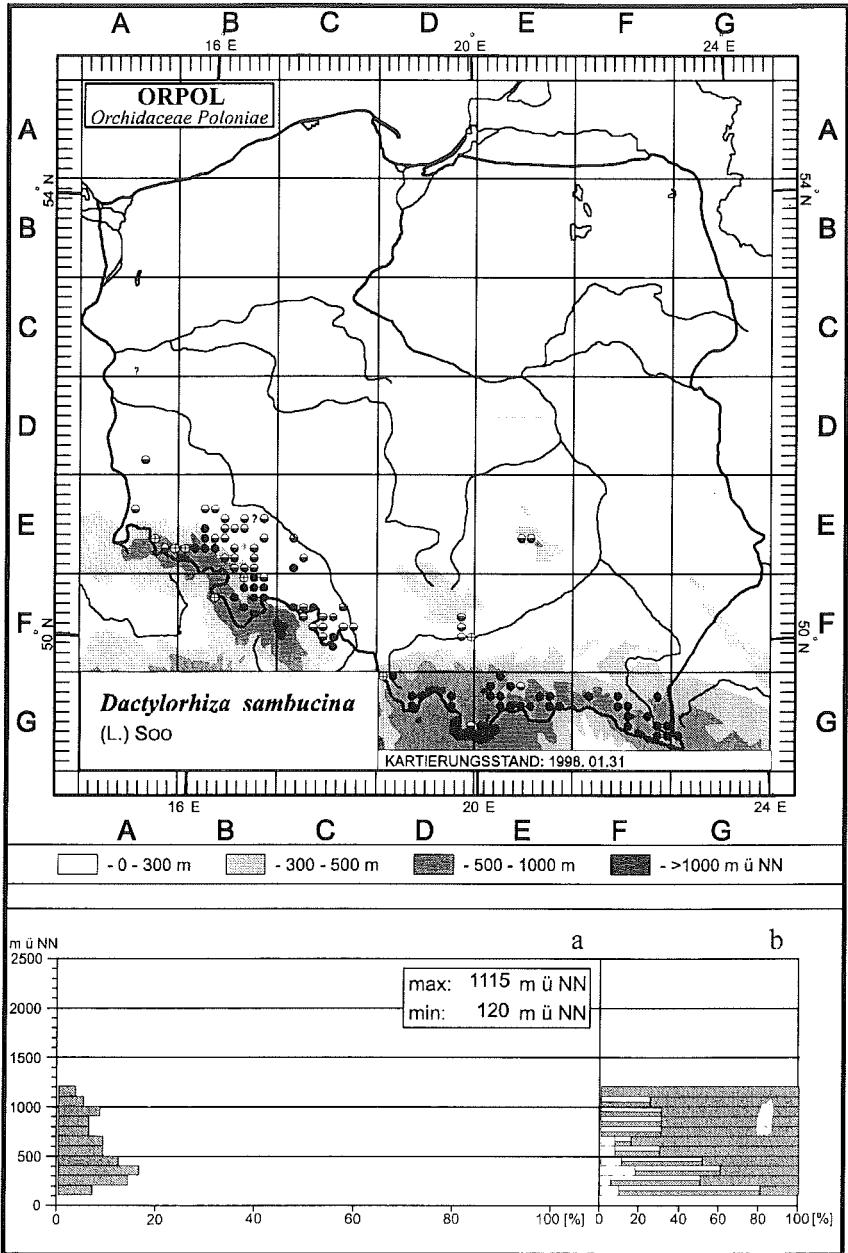
Der Abschluss dieser Publikation wurde finanziell vom "Komitet Badan Naukowych" in Polen unterstützt (Projekt: 6 P04G 101 12).

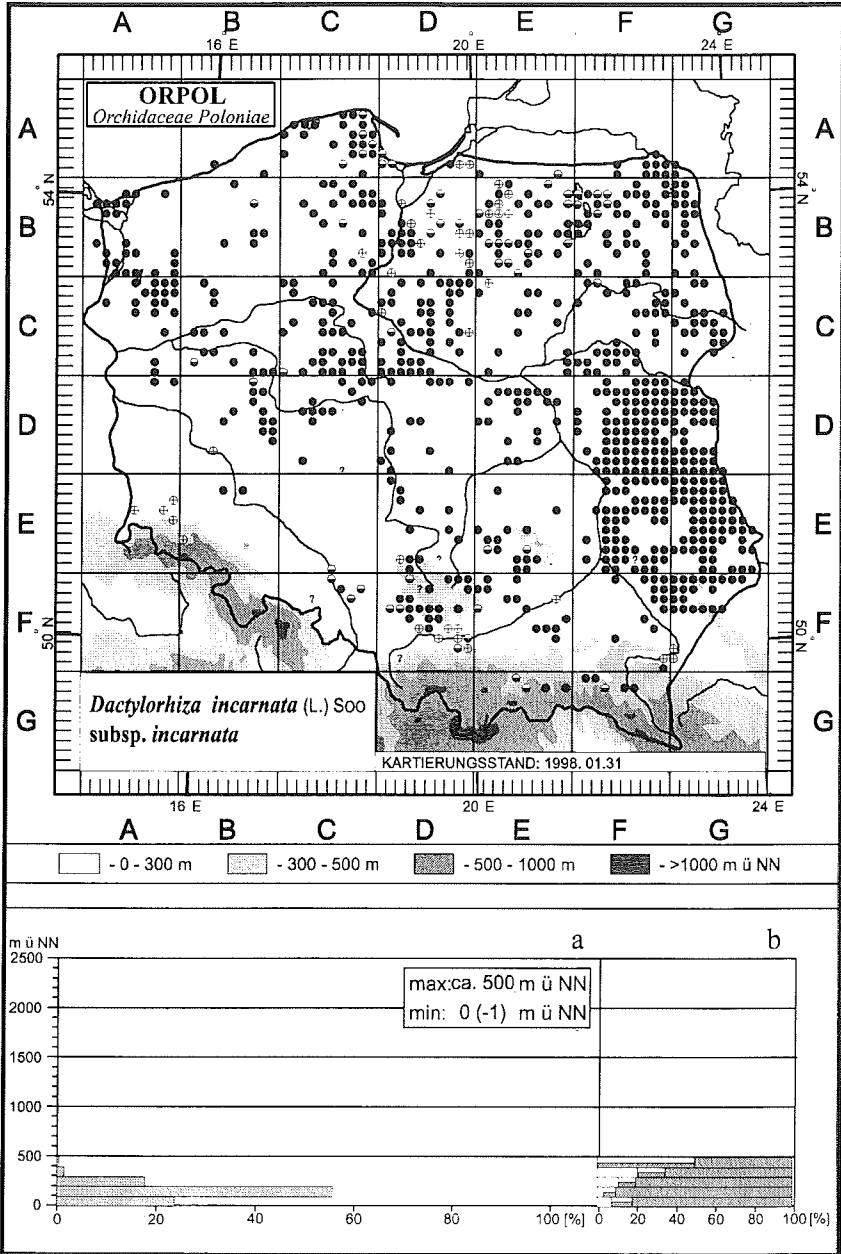
Literaturverzeichnis

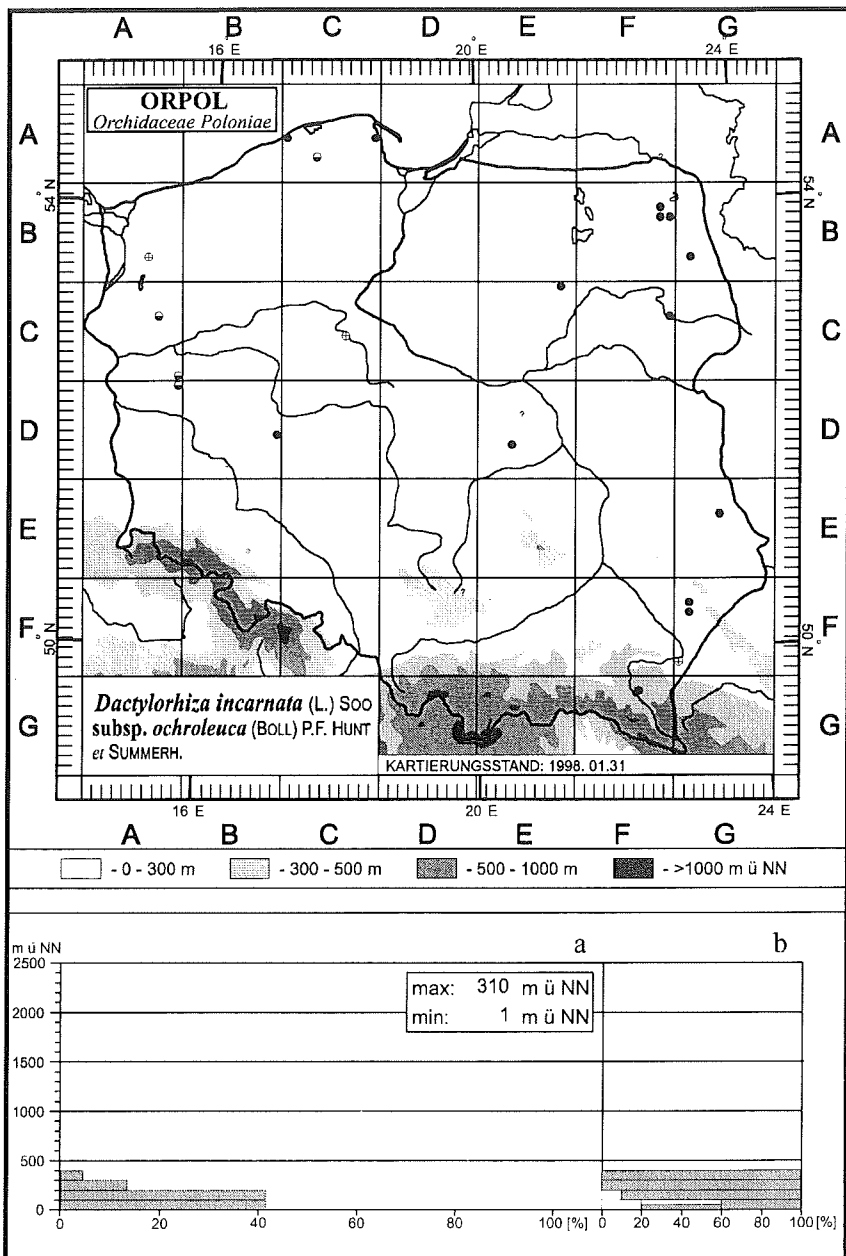
- ABROMEIT, J., NEUHOFF, W. & STEFFEN, H. (1898-1940): Flora von Ost- und Westpreußen. - Kommissionsverlag Gräfe und Unzer. Berlin, Königsberg.
- BERDAU, F. (1859): Flora Cracoviensis. - Typis C. R. Universitatis Jagiellonicae. Cracoviae.
- BERDAU, F. (1890): Flora Tatr, Pienin i Beskidu Zachodniego. - Kasa Mianowskiego. Warszawa.
- BERNACKI, L. (1989): Lista mieszkańców storczykowatych (*Orchidaceae*) we florze Polski. - Acta Biologica Silesiana, 11(28): 48-65; Katowice.
- BERNACKI, L. (1992): *Traunsteimera globosa* (L.) Reichenb., *Orchis pallens* L., *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó, *Dactylorhiza ruthae* (M. Schulze) Soó, *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Orlova, *Malaxis monophyllos* (L.) Swartz. - [In:] ZAJĄC, A. & ZAJĄC, M. (ed.): Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce (ATPOL). Reklamówka. - Pracownia Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kraków.
- BERNACKI, L. (1993): Studia systematyczno-taksonomiczne sekcji *Latifoliae* sensu (H. G. Reichenbach f.) L. A. Smoljaninova rodzaju *Dactylorhiza* N. J. Necker ex S. A. Nevski w Polsce. Praca doktorska, Uniwersytet Śląski; Katowice. (Manuskrypt).
- BERNACKI, L. (1995): *Orchidaceae*. - [In:] MIREK, Z., PIĘKOS-MIRKOWA, H., ZAJĄC, A. & ZAJĄC, M. (ed.): Vascular plants of Poland a checklist. - Polish Botanical Studies, Guidebook Series, 15: 1-303; Kraków.
- BERNACKI, L. (1997): Mapy autorskie: ... *Dactylorhiza baltica* (Klinge) N. I. Orlova, *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, *Dactylorhiza majalis* (Rchb.) P. F. Hunt & Summerh., *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó s.l., *Dactylorhiza ruthae* (R. Ruthe & M. Schulze in R. Ruthe) Soó, *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soó ... - [In:] ZAJĄC, A. & ZAJĄC, M. (ed.): Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych chronionych w Polsce. - Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kraków.
- FIEK, E. (1881): Flora von Schlesien. - J. U. Kern's Verlag, Breslau.
- JAGIELŁO, M. (1986): Stanowiska *Dactylorhiza cordigera* (Fries) Soó (*Orchidaceae*) w Polsce. - Fragmenta Floristica et Geobotanica, 30(3): 185-193; Kraków.
- JAGIELŁO, M. (1986-87): Analysis of population variability and distribution of species from the *Dactylorhiza maculata* group (*Orchidaceae*) in Poland. - Fragmenta Floristica et Geobotanica, 31/32(3-4): 333-383; Kraków.
- JAGIELŁO, M. (1990): Variability and distribution of species from the *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó group in central and north-eastern Europe. - Polish Botanical Studies, Guidebook Series, 1: 38; Kraków.
- JAGIELŁO, M. (1991): *Dactylorhiza cruenta* (*Orchidaceae*), nowy dla Polski gatunek storczyka. - Fragmenta Floristica et Geobotanica, 35(1-2): 259-263; Kraków.
- JASIEWICZ, A. (1965): Rośliny naczyniowe Bieszczadów Zachodnich. - Monographiae Botanicae, 20: 3-340; Warszawa.

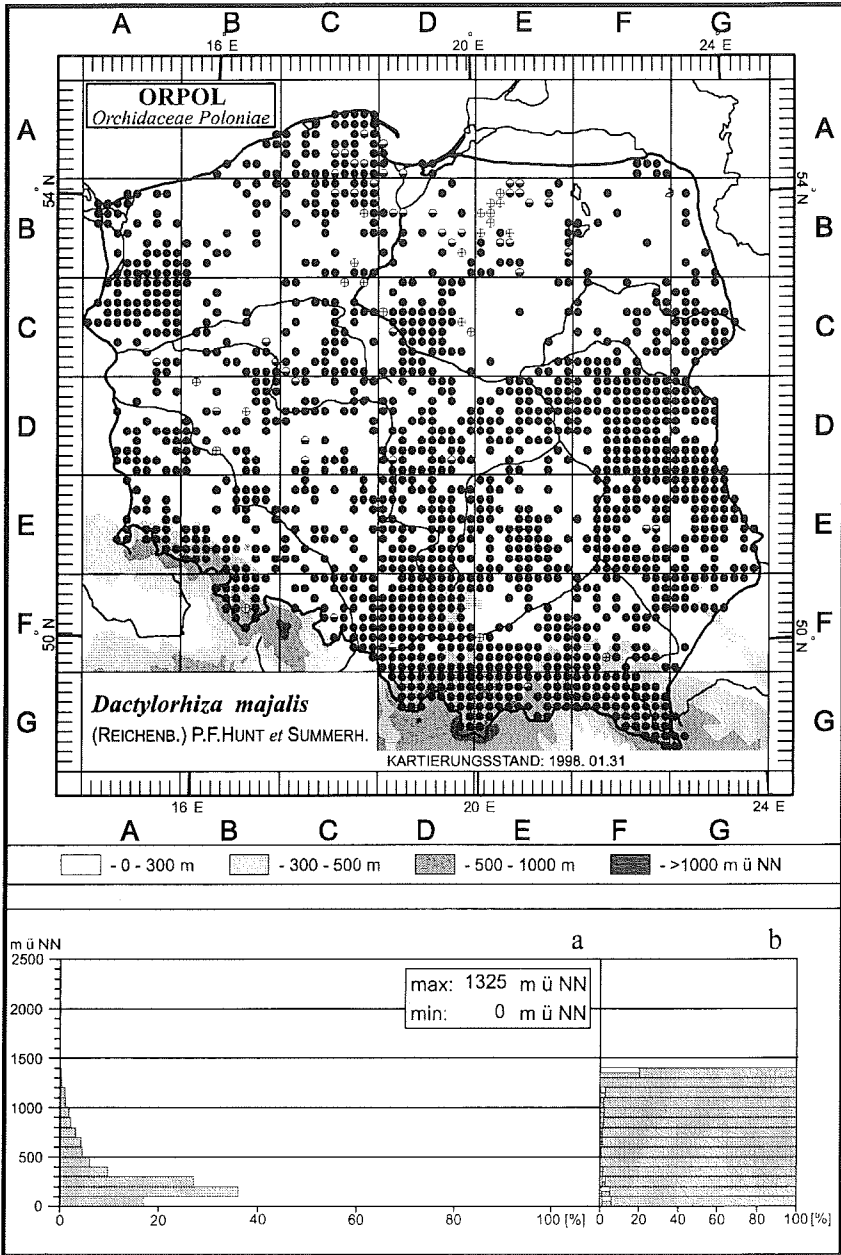
- KARO, F. (1881): Flora okolic Częstochowy. - Pamiętnik Fizjograficzny, 1: 208-257.
- KNAPP, J. (1872): Die bisher bekannten Pflanzen Galiziensis und der Bukowina. - Verlag W. Braunnmüller. Wien.
- KORNAŚ, J. (1957): Rośliny naczyniowe Gorców. - Monographiae Botanicae, 5: 3-260; Warszawa.
- KOTULA, B. (1881): Spis roślin naczyniowych z okolicy Przemyśla. - Sprawozdania Komisji Fizjograficznej A.U., 15: 1-90.
- KOTULA, B. (1883): Spis roślin naczyniowych z okolic górnego Strwiąża i Sanu z uwzględnieniem pionowego zasięgu gatunków. - Sprawozdania Komisji Fizjograficznej A.U., 17: 105-243.
- NELSON, E. (1976): Monographie und Ikonographie der Orchidaceen-Gattung *Dactylorhiza*. - Verlag Speich AG. Zürich.
- OBORNY, A. (1885): Flora von Mähren und österreichischen Schlesien. - W. Burkart Verlag. Brünn.
- PEITZ, E. (1972): Zusammenstellung aller bisher bekannten Bastarde der in Deutschland verbreiteten Orchideen. - Jahresber. Naturwiss. Ver. Wuppertal, 25: 167-200; Wuppertal.
- PROCHÁZKA, F. & VELÍSEK V. (1983): Orchideje naší přírody. - Academia. Praha.
- RACIBORSKI, M. (1919): Rodzina: *Orchidaceae*, Storzyczkowate. - [In:] RACIBORSKI, M. & SZAFER, W. Flora Polska, Rośliny naczyniowe Polski i ziem ościennych. 1: 365-398. - Nakładem Akademii Umiejętności. Kraków.
- RAJCHEL, R. (1964): *Orchis incarnata* L. *subsp. ochroleuca* (Wüstnei) O. Schwarz w Polsce. - Fragmenta Floristica et Geobotanica, 10(2): 193-197; Kraków.
- REINHARDT, R. (1973): *×Dactyloglossum dominianum* (CAMUS) SOÓ aus der polnischen Hohen Tatra. - Die Orchidee, 24(3): 118-119.
- STECKI, K. (1946): Nowy mieszaniec storczyków w Polsce. - Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 17(Suppl.): 47-56, Warszawa.
- SZAFER, W., KULCZYŃSKI, S. & PAWŁOWSKI, B. (1924): Rośliny Polskie. - Książnica - Atlas, Warszawa-Lwów.
- SZAFER, W., KULCZYŃSKI, S. & PAWŁOWSKI, B. (1953): Rośliny Polskie. - Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- WIMMER, F. (1857): Flora von Schlesien. - F. Hirt's Verlag. Breslau.
- ZAJĄC, A. (1978 a): Atlas of distribution of vascular plants in Poland (ATPOL). - Taxon, 27(5/6): 481-484; Berlin.
- ZAJĄC, A. (1978 b): Założenia metodyczne "Atlasu rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce". - Wiadomości Botaniczne, 22(3): 145-155; Warszawa-Kraków.
- ZAJĄC, A. & ZAJĄC, M. (1997): Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych chronionych w Polsce. - Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kraków.
- ZAJĄC, M. (1996): Mountain Vascular Plants in the Polish Lowlands. - Polish Botanical Studies. 11: 1-92; Kraków.

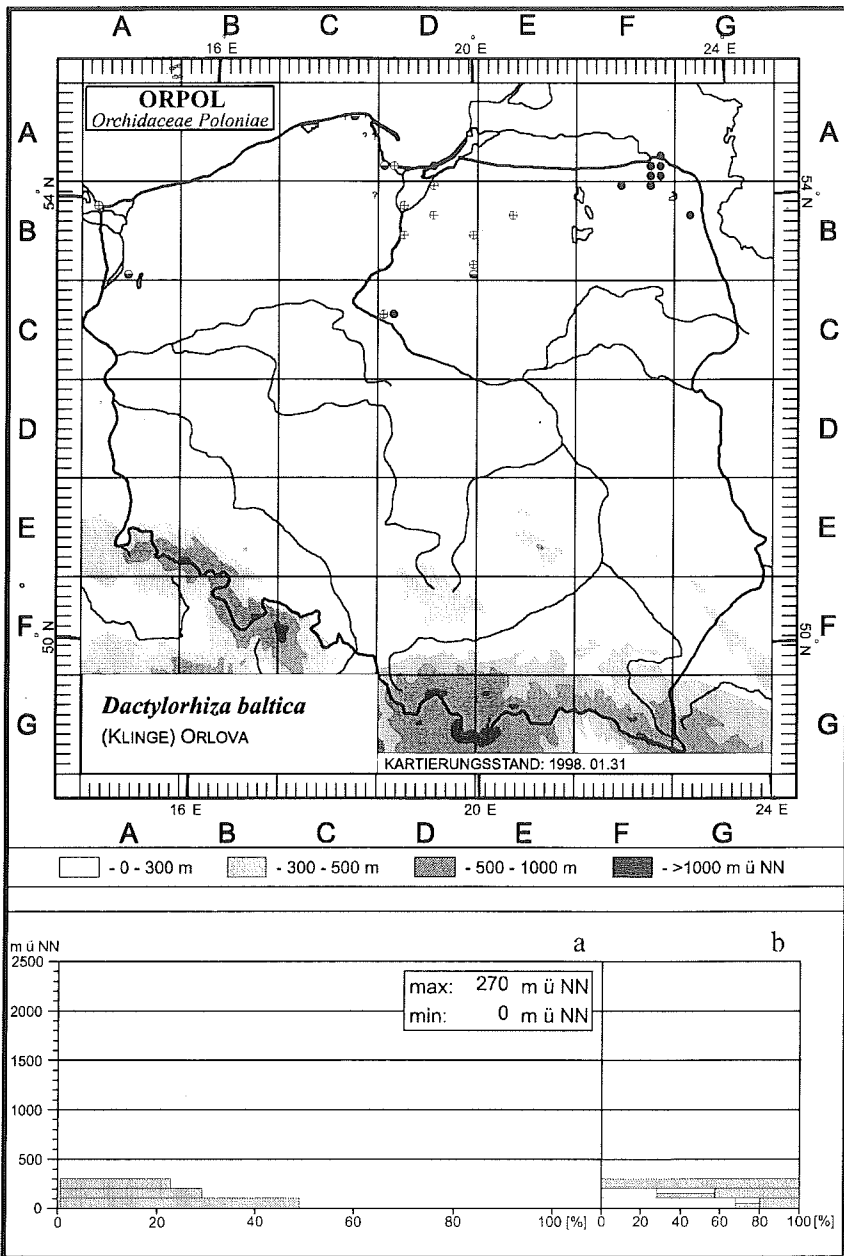
Dr Leszek Bernacki, Katedra Botaniki Systematycznej, Uniwersytet Śląski,
ul. Jagiellońska 28, PL-40-032 Katowice

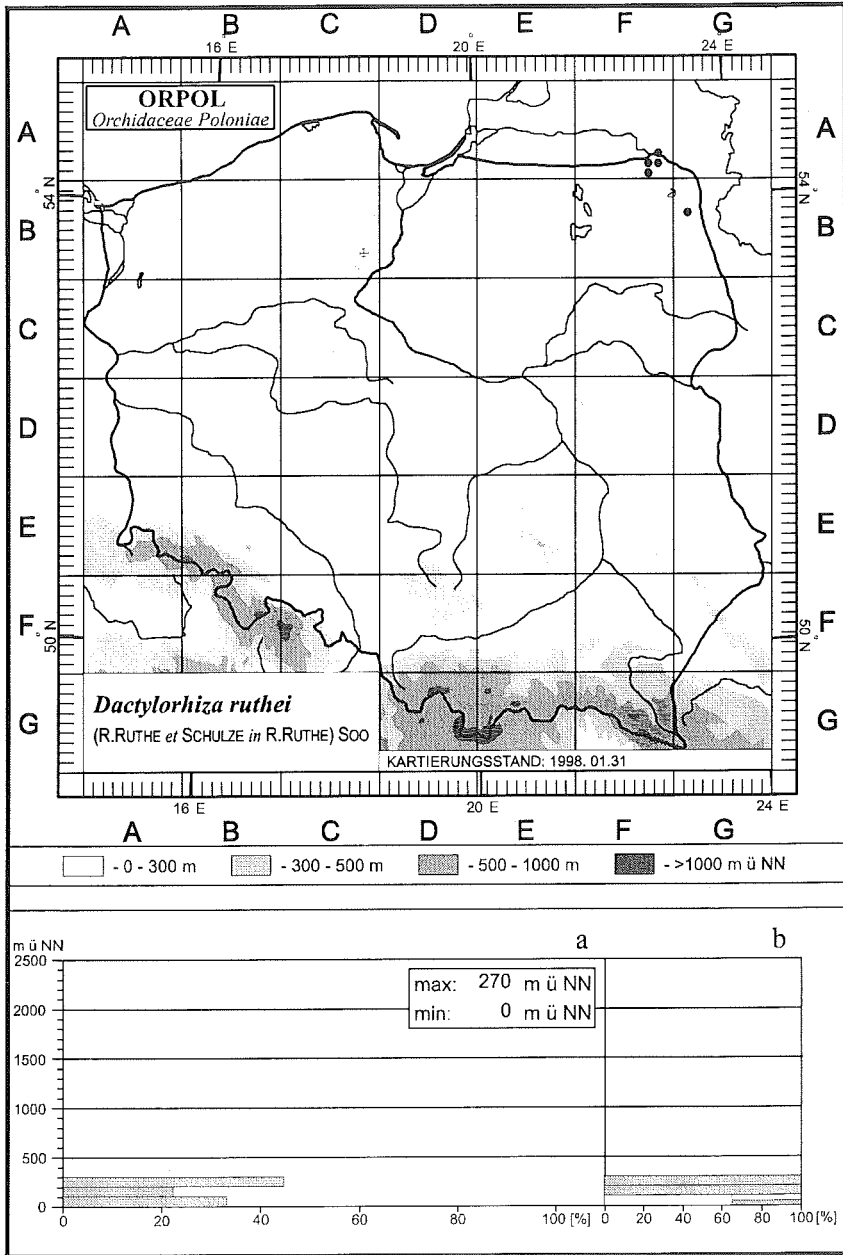


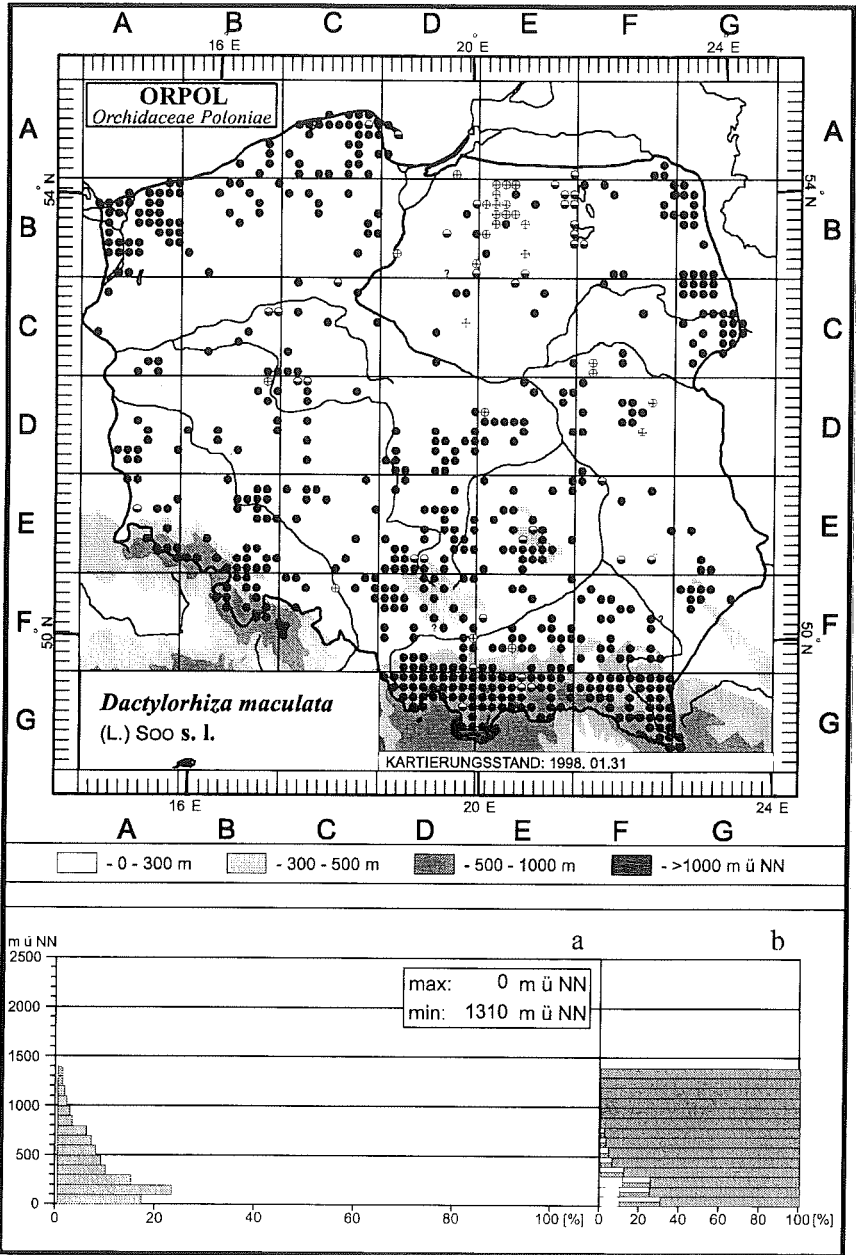


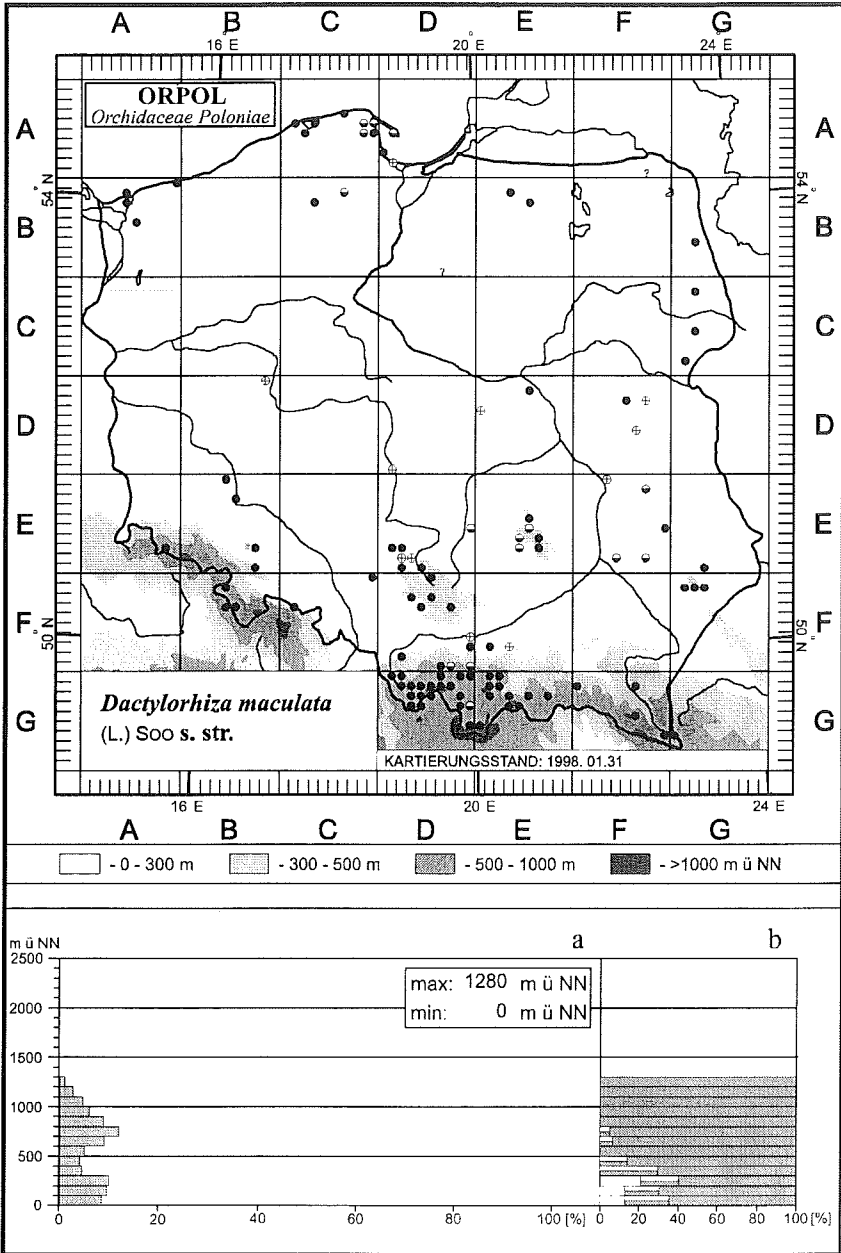


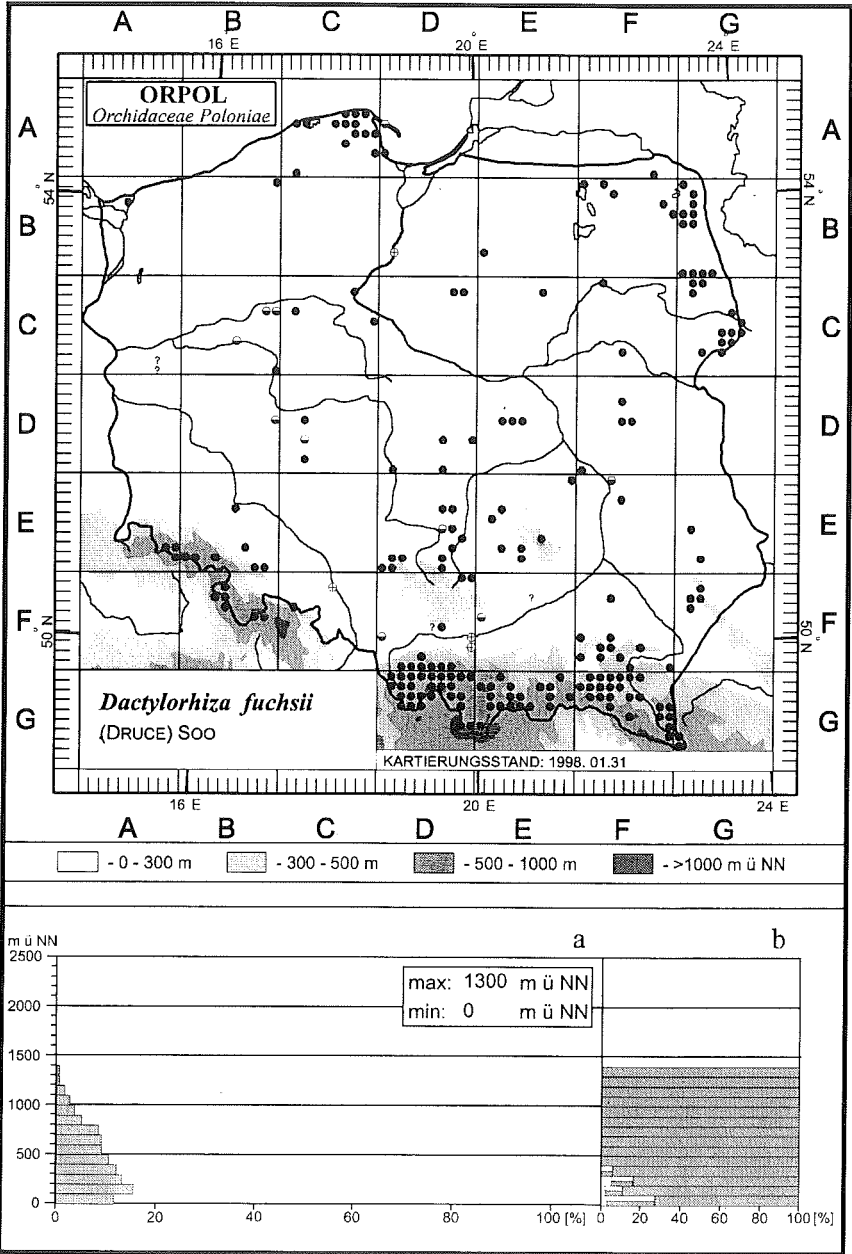












Wirkungsnetze - Analyse von Vorgängen und Abhängigkeiten in Orchideen-Populationen

Fritz Reinecke

Mit 15 Abbildungen

Zusammenfassung:

Das Ziel der Analyse ist eine übersichtliche Beschreibung von Vorgängen und Abhängigkeiten in Orchideen-Biotopen. Es werden Methoden und Erfahrungen aus der Regelungstechnik angewendet. Netzwerke bestehen aus Reihen-, Parallel-, Rückführungs-Schaltungen und Regelkreisen. Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen führen zu einem besseren Verständnis des Verhaltens von Orchideen-Populationen.

Summary:

The aim of this study is a clear description of processes and dependences in orchid biotops. Used are methods and experiences out of control engineering. Networks consists of serial-, parallel-, feedback connections and control circles. The results obtained allow a better understanding of the behavior of orchid populations.

1. Einleitung

Untersuchungen der Art, wie sie im folgenden beschrieben werden, verknüpfen Verfahrensweisen der Botanik, Netzwerkanalyse und Kybernetik miteinander (Der Verfasser ist Autodidakt).

Ziel der Analyse ist eine übersichtliche Beschreibung von Verknüpfungen, Vorgängen und Abhängigkeiten in einem komplexen System - hier dem Orchideen-Biotop. Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen führen zu einem besseren Verständnis des Verhaltens von Populationen, und es lassen sich mitunter Maßnahmen für den Erhalt bzw. die Stabilisierung einer Population ableiten.

1.1 Ersatz des Biotops durch einen Block

Zunächst wird das gesamte Untersuchungsobjekt - der Biotop - symbolisch durch einen Block ersetzt (Abb. 1). Wird nur ein Teil des Biotops, z.B. eine Fläche von wenigen Quadratmetern, untersucht, dann schränkt dieses häufig die Zahl der notwendigen Aussagen ein: Da die Orchideen immer ungleichmäßig im Biotop verteilt sind, gelten Aussagen bei Teilflächen meistens nur für diese.

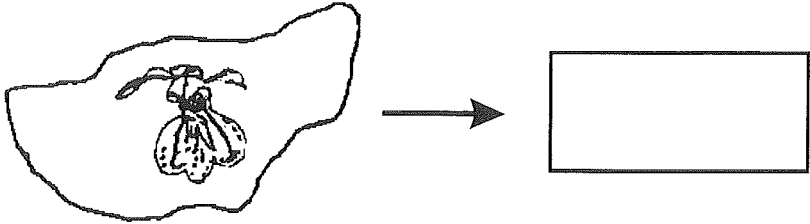


Abb. 1: Ersatz des Biotopes durch einen Block

In einem Biotop tritt immer eine Vielzahl von Signal-, Energie- und Stoffflüssen auf, die von unterschiedlicher Auswirkung auf die Individuenzahl sind. Sie stehen untereinander und mit der Umwelt in ständigen Wechselbeziehungen.- Wegen dieser Komplexität ist es notwendig, das Orchideen-Biotop auf ein einfacheres, noch überschaubares System zu reduzieren, ohne daß es dadurch zu Fehlbeurteilungen oder wesentlichen Aussageverlusten kommt.

Die Signal-, Energie- und Stoffflüsse sind gerichtete Größen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Individuenzahl. Sie können von außen auf das Biotop einwirken oder innerhalb des Biotops auftreten.

1.2 Beispiel

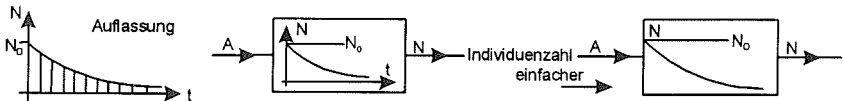


Abb. 2: Beispiel

Als Folge einer jährlich durchgeführten, intensiven Schafbeweidung in einem Orchideen-Biotop ergab sich eine Individuenzahl N_0 . Wird diese Pflegemaßnahme abgebrochen (Auflassung), dann nimmt die Vegetationsdichte (Gräser, Stauden, Kräuter, Büsche) zu. Im Diagramm wird die mit Hilfe von Balken dargestellte, jährliche Individuenzahl durch einen stetigen Kurvenzug ersetzt.

Hier und auch in den folgenden Untersuchungen wird davon ausgegangen, daß eine dominante Störgröße - hier die Dichte der Begleitvegetation - den Verlauf der Ausgangsgröße bestimmt. Diese Annahme ist Voraussetzung für ein erstes Verständnis der Dynamik von Populationen und führt zu Verläufen, die sich oft näherungsweise durch einen exponentiellen Verlauf der Ausgangsgröße (hier N) ersetzen lassen.

Um gibt man dieses Diagramm mit einem Rechteck und kennzeichnet den Signalfluß (Informationsfluß) mit einem Eingangssignal (der Auflassung A) und dem Ausgangssignal (der Individuenzahl N), dann ist dieses das Blockschaltbild für den beschriebenen Vorgang.

1.3 Vereinfachungen der Betrachtung

In diesem Beispiel und in den folgenden Betrachtungen wurde davon ausgegangen, daß die Eingangsgröße für einen Block sprunghörmig verläuft (Abb. 3). Oft ist diese jedoch unrealistisch. Diese Annahme ist in der Regelungstechnik üblich und auch hier zweckmäßig, weil sie i.d.R. im Gegensatz zu anderen Eingangssignalen meistens auf einfache Weise die Reaktion z.B. der Individuenzahl erkennen läßt. Bei linear, exponentiell oder periodisch verlaufenden Eingangssignalen ist dieses meist schwieriger.

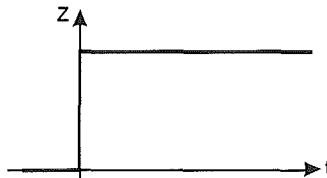


Abb. 3: sprunghörmige Eingangsgröße

Alle Vorgänge in der Natur weisen mehr oder minder starke Verzögerungen auf, die durch Speicher hervorgerufen werden. Biologische Vorgänge verlaufen i.d.R. nicht-linear, zumindest in Abschnitten progressiv oder degressiv. Die Berücksichtigung dieses Verhaltens würde jedoch den Untersuchungsaufwand beträchtlich erhöhen. Bei der Analyse der Verhaltensweise komplexer Systeme versucht man zweckmäßigerweise, sie auf einfache Übertragungsglieder zurückzuführen. Zum Beispiel lassen sich mehrfach verzögerte Verläufe durch eine Reihenschaltung einfach verzögerter Verläufe ersetzen.

1.4 Verknüpfung einfacher Glieder

Vorbemerkungen: Dynamische Vorgänge in der Botanik lassen sich, wie in der Regelungstechnik, mit Hilfe von Reihen-, Parallel- und Rückführungsschaltungen beschreiben. Das Verhalten solcher Übertragungsglieder ist leichter zu verstehen, wenn man, wie im folgenden, sprunghörmig verlaufende Eingangsgrößen vorgibt. Ferner wird angenommen, daß die zu verknüpfenden Glieder ein einfach verzögertes Verhalten aufweisen; das heißt, auf ein Sprungsignal am Eingang reagiert das Übertragungsglied mit einer Exponentialfunktion.

Zwecks Verallgemeinerung werden in diesem Kapitel die Ein- und Ausgangsgrößen zunächst mit x_e und x_a bezeichnet; ein Bezug auf reale Systeme erfolgt im nächsten Kapitel.

Bei der Verknüpfung von Vorgängen treten Signalverzweigungsstellen und Additionsstellen auf (Abb.4). Die Verarbeitung des Signals erfolgt im Block ;das Ergebnis ist das Ausgangssignal. Der zeitliche, qualitative Verlauf der Ausgangsgröße wird im Block angegeben. Nichtlineare Zusammenhänge werden nicht berücksichtigt. Ein differentiales oder integrales Verhalten tritt m. W. in der Botanik nicht auf (wohl aber in der Zoologie).

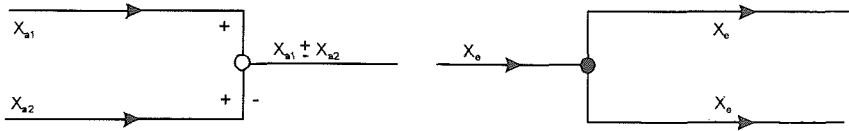


Abb. 4: Signal-Additions- und Verzweigungsstelle

1.4.1 Reihenschaltung

Zwei in Reihe geschaltete, einfach-verzögerte Glieder ergeben ein zweifach verzögertes Glied.

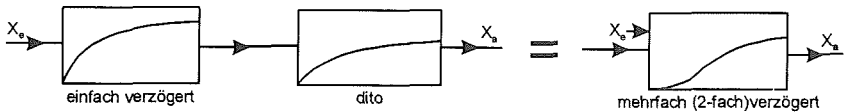


Abb. 5: Reihenschaltung

1.4.2 Parallelschaltung

Zwei parallel geschaltete, einfach-verzögerte Glieder ergeben wiederum ein einfach-verzögertes Glied. Je nach Vorzeichen ergeben sich $x_a = x_{a1} + x_{a2}$ bzw. $x_a = x_{a1} - x_{a2}$.

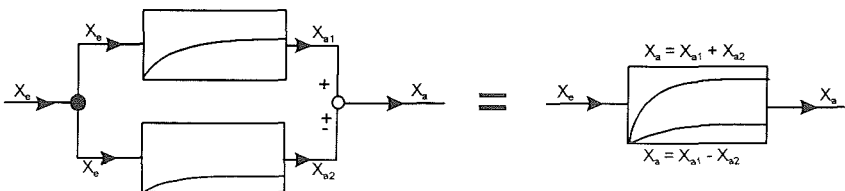


Abb. 6: Parallelschaltung

1.4.3 Rückführungsschaltung

Das Ausgangssignal x_a wird entweder positiv (Mitkopplung) oder negativ (Gegenkopplung) auf den Eingang zurückgeführt. Dieses ergibt eine Verstärkung bzw. Abschwächung.

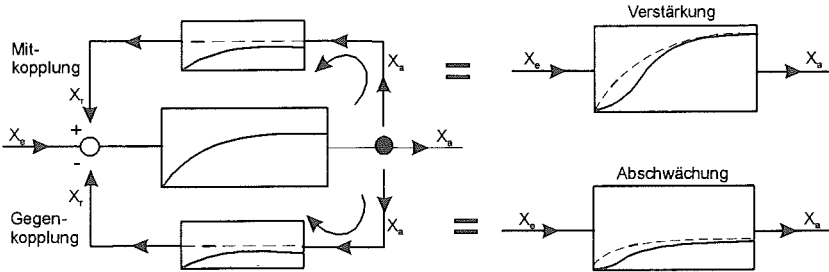


Abb. 7: Rückführungsschaltung

1.4.4 Der Regelkreis (Abb.8)

Der Regelkreis ist eine Rückführungsschaltung. Am Ausgang der zu regelnden Anlage wird der Istwert X gemessen. Dieser wird mit einem vorgegebenen Sollwert X_s verglichen. Die Regelabweichung $x = X - X_s$ ist die Eingangsgröße des Reglers. Im Regler wird dieses Signal so umgeformt, daß die Stellgröße am Eingang der Regelstrecke der Regelabweichung entgegenwirkt. Die Störgrößen (natürliche oder anthropogene) wirken auf die Anlage und rufen in ihr Regelabweichungen hervor.

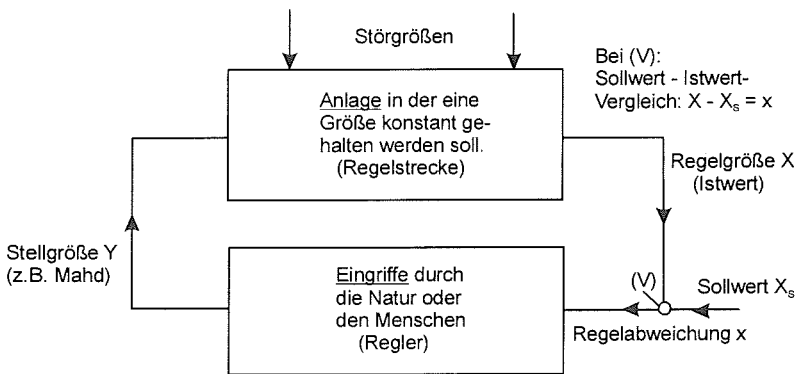


Abb. 8: Regelkreis

Der Begriff Sollwert, in der Technik definiert als vorgegebene, konstant zu haltende Größe, ist in der Regel in diesem strengen Sinn nicht auf die Botanik übertragbar. In einem Biotop kann es deshalb auch keinen Istwert-Sollwert-Vergleich geben. Das schließt jedoch nicht aus, daß es Regelungsprozesse (hier besser Selbstregulierungen) innerhalb eines Biotops gibt. Dieses wird später in einem Beispiel (Abb. 12) demonstriert.

Selbst wenn der „Mensch als Regler“ durch Pflegemaßnahmen in die Populationsentwicklung eingreift, kann es ihm nicht gelingen, die Individuenzahl konstant zu halten. Das würde nämlich voraussetzen, daß er jeder Änderung der Individuenzahl (Istwert minus Sollwert) eine verursachende Störgröße, die er ja durch Pflegemaßnahmen beseitigen müßte, zuordnen kann. Diese Zuordnung zu ermitteln, ist wegen der hohen Störempfindlichkeit der Orchideen-Populationen äußerst schwierig. Botanische Experten sprechen auch deshalb von einem „biologischen Gleichgewicht“ und definieren es folgendermaßen: „Das biologische Gleichgewicht einer Lebensgemeinschaft in dem bei relativ konstanter Außensteuerung (abiotische Faktoren) durch Regulation sowohl die Artenvielfalt über einen längeren Zeitraum erhalten bleibt als auch die einzelnen Populationsdichten nur innerhalb konstanter Grenzen schwanken, ist ein dynamisches oder auch Fließgleichgewicht mit Aufschaukelungs-, Konkurrenz- und Regulationsvorgängen als entscheidenden Mechanismen des Systems.“ (Der Verfasser ist unbekannt)

1.4.5 Einfache Beispiele aus der Botanik (stark vereinfachte Darstellung)

Die vorgegebenen Störgrößen seien dominant. Des einfacheren Verständnisses wegen wurden für die Verläufe einfache Exponentialverläufe vorgegeben. Häufig ist dieses näherungsweise realistisch.

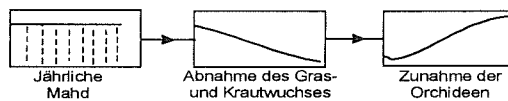


Abb. 9: Störgröße: Schafbeweidung - Parallelschaltung

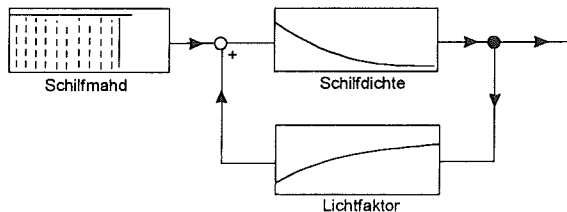


Abb. 10: Störgröße: Schilfmahd - Rückkopplungsschaltung

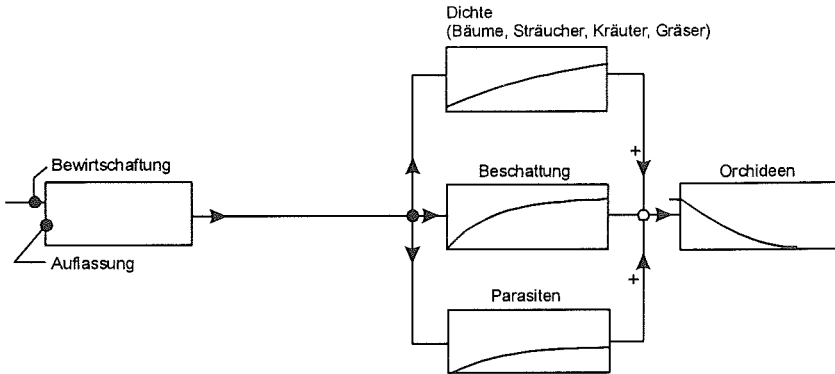


Abb. 11: Störgröße: Sukzession - Reihen- und Parallelschaltung

In den Abbildungen 9,10 und 11 wurden botanische Größen miteinander verknüpft, die unterschiedliche Einheiten aufweisen. Ein grundsätzliches Verständnis der Zusammenhänge ist dadurch zwar gegeben, für quantitative Untersuchungen sind jedoch einheitenlose Größen notwendig. In der Kybernetik löst man dieses Problem mit Hilfe von Bezugsgrößen (Normierung). Wie man dabei vorgehen kann, wird im Kapitel 3 erläutert.

1.4.6 Beispiel für Rückkopplungen (Abb. 12)

Rückkopplungen kommen in der Botanik häufig vor. Ein Beispiel aus der Praxis soll dieses demonstrieren. Es basiert auf einer Abbildung im Lehrbuch der Botanik von STRASBURGER. Es zeigt mögliche Wirkungskreise auf, die über Samenproduktion und Keimungsrate bzw. Kümern und Absterben die Vermehrung und Dichte einer Population regeln. Die Diagramme in einzelnen Blöcken geben den Verlauf nur in grober Vereinfachung wieder. Die vertikalen Pfeile bedeuten eine Zunahme.

Erläuterungen: Wenn die Dichte einer Population ansteigt (Fall a), verstärkt sich die Konkurrenz zwischen ihren Individuen, und der Licht- und Nährstoffmangel nehmen zu. Dieses führt zum Kümern der Individuen bzw. zu einer Erhöhung der Absterberate, was sich negativ auf die Individuenzahl auswirkt. Bei zunehmender Dichte (Fall b) erhöht sich die Reproduktions- und die Keimrate, weil Licht und Nährstoffe, Kooperation und Symbiose zunehmen. - Unter Kooperation wird die Eigenschaft von Pflanzengesellschaften verstanden, deren Arten es vermögen, ihr Wachstum gegenseitig zu fördern. Bei den Orchideen sind es die typischen Begleitpflanzen.

Damit liegt eine natürliche Selbstregulierung mit negativer Rückkopplung vor: Eine Dichtezunahme führt zu einer Reduktion der Individuenzahl, und eine Dichteabnahme hat eine Zunahme der Individuenzahl zur Folge. Diese Selbstregulation wurde mehrfach beobachtet: In größeren Orchideen-Populationen traten mitunter inselartige Pflanzendichten von bis zu 70 Exemplaren je Quadratmeter auf. Nach 2 bis 3 Jahren reduzierten sie sich auf Dichten, die sich nicht mehr von der der Umgebung unterschieden. Wegen der vergleichsweise hohen Störeffindlichkeit von Orchideen-Populationen ist eine Stabilisierung aber nur selten zu beobachten.

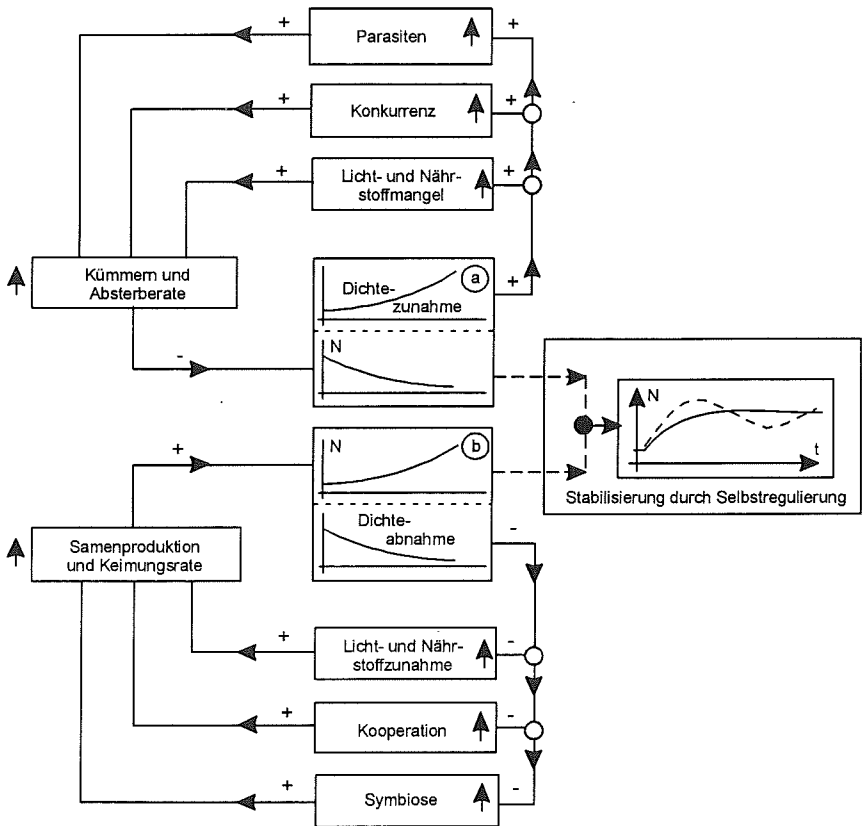


Abb. 12: Beispiel für Rückkopplungen

2. Eine ausführlichere Untersuchung in einem Kalkflachmoor mit *Dactylorhiza incarnata* (Z.) SOÓ

In einem Schilfgürtel des Barsbeker Sees nordöstlich von Kiel führt die AHO Schleswig-Holstein seit 16 Jahren jährlich Pflegemaßnahmen (Mahd) durch (Abb. 13). Auf einer der 5 Mähflächen (insgesamt 4000 m²) wurden regelmäßig Zählungen (sterile und fertile Exemplare) vorgenommen. Durch die Mahd stellten sich auf Fläche 1 maximal 3330 Exemplare ein. Auf allen 5 Flächen waren es ca. 10000 Exemplare. Außer *Dactylorhiza incarnata* (Z.) SOÓ kommen in diesem Biotop noch folgende Arten vor: *Dactylorhiza majalis* (RCHB. f.) HUNT & SUMMERH., *Dactylorhiza ochroleuca* (BOLL) AVERYANOV, *Epipactis palustris* (Z.) CRANTZ.

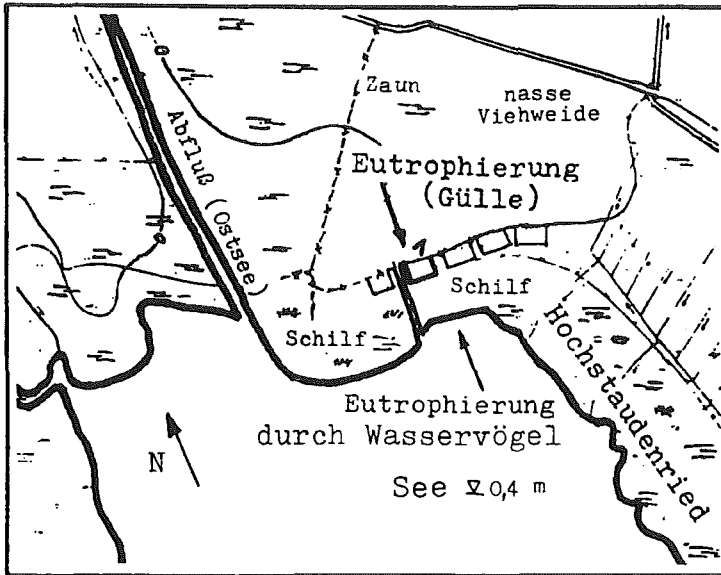


Abb. 13: Barsbeker See

2.1 Das Netzwerk (Abb.14)

Dieses Netzwerk weist sowohl Parallel- und Reihenschaltungen als auch Rückführungsschaltungen auf. Die für die Entwicklung der Population maßgebliche Störgröße ist die Schilfdichte (Abb. 15). Mit ihrer zeitlichen Abnahme (etwa exponentiell) verlor sie an Bedeutung und andere, vorwiegend abiotische Störgrößen

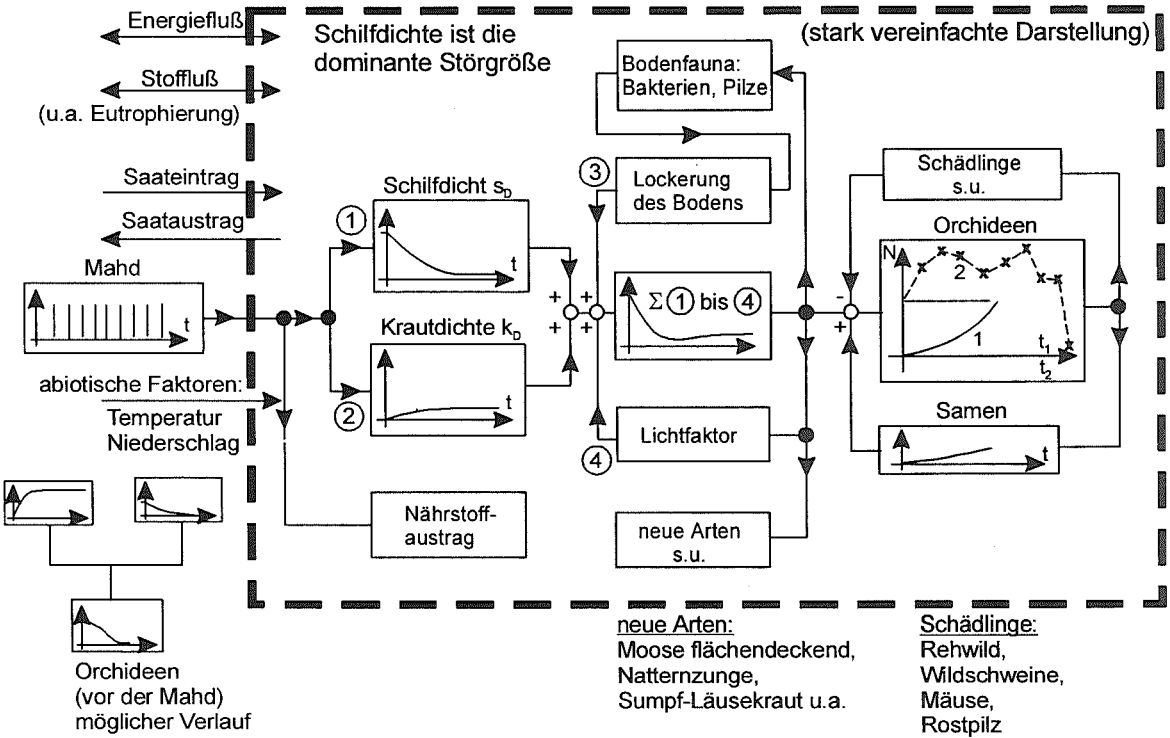


Abb. 14: Versuch einer Analyse der Dynamik einer *Dactylorhiza incarnata* - Population während eines exponentiellen Anstiegs der Individuenzahl
 Untersuchungsfläche 650 m²

bestimmten zunehmend die Populationsentwicklung. Eine konstante, minimale Schilfdichte stellte sich erst nach ca. 14 Jahren ein. Im Block „Orchideen“ wurden 2 verschiedene Maßstäbe verwendet um den exponentiellen (sigmoiden?) Verlauf zu Beginn der Populationsentwicklung hervorzuheben (Abschnitt 1). Etwa 30 % der dem Verfasser bekannten ca. 60 Untersuchungen der Populationsdynamik zeigen exponentielle Anfangsverläufe.

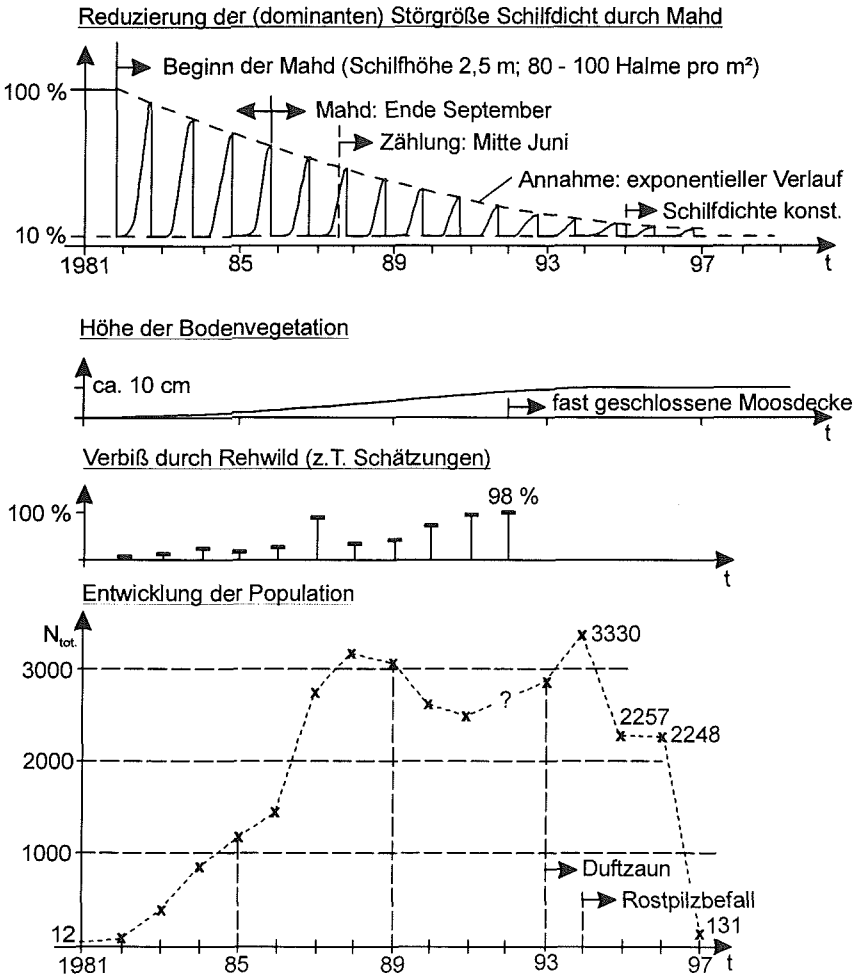


Abb. 15: Untersuchung zur Entwicklung einer *Dactylorhiza incarnata* - Population

Ein extremer Verbiß der Orchideen in den Jahren 1991 bis 1993 durch Rehwild war der Anlaß, einen Duftzaun zu errichten. Danach trat kaum noch Wildverbiß auf. Ab 1994 führte der Befall durch einen Rostpilz zu einem radikalen Rückgang der Orchideen auf allen Flächen. Fungizide dürfen nicht angewendet werden. Es bleibt abzuwarten, ob bzw. wann sich die Population erholt.

3. Sind quantitative Aussagen möglich? (ein Überblick)

Ein möglicher Weg für quantitative Untersuchungen führt über die Netzwerkanalyse. Dazu ist es notwendig, das Verhalten einzelner Übertragungsglieder mathematisch zu beschreiben. Dieses erfordert neben der Kenntnis ihres Zeitverhaltens eine umfangreiche Erfassung von Daten im Orchideen-Biotop. Letzteres ist wohl nur durch eine Meßstation vor Ort möglich. Orchideen-Populationen zeigen in der Regel wegen ihrer hohen Störfähigkeit sehr unterschiedliche Entwicklungsabschnitte, deren Ursachen oft nur schwierig zu ermitteln sind. Deshalb wird dieser Lösungsweg enge Grenzen haben. Die Grenzen werden um so weiter sein, je geringer die Anzahl der Störgrößen und deren Amplitude ist. Dieses trifft bei Orchideen-Populationen nicht zu. Hinzu kommt, daß Orchideen eine besonders hohe Störfähigkeit aufweisen.

Eine quantitative Verknüpfung einzelner Glieder ist nur dann möglich, wenn an den Additionsstellen die einzelnen Größen dieselbe Einheit haben. Dieses trifft in der Regel nicht zu. Deshalb müssen mit Hilfe von Bezugsgrößen Normierungen vorgenommen werden.

Beispiele:

Schilfdichte

Bezugsgröße: mittlere Schilfdichte (bei maximaler Schilfdichte ist $N = 0$ und eine minimale Schilfdichte ist für die Entwicklung der Population von untergeordneter Bedeutung)

Grundwasserstand

Bezugsgröße: Mittelwert des Grundwasserstandes während der Vegetationszeit (ein Kompromiß)

Temperatur

Bezugsgröße: Mittelwert der Temperatur während der Vegetationszeit (ein Kompromiß)

Mit Hilfe von Differentialgleichungen und Frequenzgang-Untersuchungs-Methoden wäre es im Prinzip möglich, Aussagen über das Zeitverhalten von Teilen des Netzwerkes (z.B. bei exponentiellen Verlaufsabschnitten) zu machen. Der Gewinn an Erkenntnissen wäre aber gering. Für umfangreichere Untersuchungen fehlen die Voraussetzungen.

Ein besonderes Verfahren zur Beschreibung von Populationsentwicklungen verwendete STAHL. Es gelang ihm, Abschnitte der Entwicklung einer Population mit *Ophrys apifera* HUDS. mathematisch zu beschreiben, allerdings mit anderen Lösungsansätzen. Als mathematisches Modell nutzte er eine gedämpfte Schwingung, die den natürlichen Verlauf der Populationsentwicklung gut annähert.

Der Verfasser ist sehr an einer Zusammenarbeit mit einem Ökologen interessiert.

Literatur

- REINECKE, F. (1988): Bericht über die Pflege eines *Dactylorhiza incarnata*-Biotops und die Entwicklung der Population (Teil 1) - Die Orchidee **39** (4):140-144
REINECKE, F. (1988): Bericht über die Pflege eines *Dactylorhiza incarnata*-Biotops und die Entwicklung der Population (Teil 2) - Die Orchidee **39** (5):173-176
STAHL, H. (1996): Zur Populationsdynamik Heimischer Orchideen. - Journal Europäischer Orchideen, **28**(2):356-373
STRASBURGER, E. (Begr.) (1978): Lehrbuch der Botanik; Stuttgart

Fritz Reinecke, Achterkamp 103, 24106 Kiel

Ökologie und Biologie der Orchideen und ihr aktiver Schutz (methodologische Begründungen und Methodik der Forschungen)

Jan Sarosiek

Der Rückgang der Orchideen beinahe in der ganzen Welt begründet die Notwendigkeit des Schutzes. Dieses hat seinen Ausdruck gefunden im Programm Orchids Species Group, Agenden Species Survival Commission (SSC) IUCN - The World Conservation Union¹ (STRAHM). Aktiver Schutz der Pflanzengattungen bedeutet unter anderen Ökomanipulation, Reintroduktion, Metaplantation, verhütende Kulturen oder Genbanken darin Meristeme und Mikropropagation in den Botanischen Gärten. Der Erfolg dieser Vorhaben ist vor allem abhängig von einer gründlichen Kenntnis der Ökologie der bestimmten Gattungen. Dies wird gewöhnlich nach WALTER seine ökologische Konstitution genannt (MARCZONEK & SAROSIEK). Somit verlangen die Introduktion in die Schutzkultur der Botanischen Gärten, Verpflanzung der Pflanzen an sekundäre Stellen oder Renaturalisierung des Biotops, zu Beginn eine Einschätzung der Stelle bzgl. der Entwicklungsmöglichkeiten, beruhend auf einer genauen ökologischen Analyse und deren Optimierung (KOSIBA, MRÓZ & SAROSIEK). Unterdessen hat man in der Klassifikation des Bestandes bestimmter Pflanzengattungen, nach allgemeinen Kriterien auf Grund der Zahl der Fundstellen und ihrer Kartographie, die Merkmale der Population nicht berücksichtigt und gerade dieselben bezeichnen im wesentlichen die Größe der Vorräte. Mehr Achtung wird nur der Struktur des Alters der Population gewidmet, deren Erkennung, wie man irrtümlich meint, die Dynamik der Population beweist. Die Bedingung für weiteren Fortschritt der Autökologie ist die koincidente Analyse der Kennzeichen der Population und deren Stellenverhältnisse. Das Ziel liegt also in der Erkennung der ökologischen Organisation der Population bestimmter Gattungen, in unserem Fall der Orchideen, das heißt der Kennzeichen und Funktionen, welche von dem Entwicklungsstand abhängen. Bei den Orchideen sind uns Beispiele bekannt, deren Kennzeichen Struktur und Funktion der Population edaphisch abhängig sind oder mikroklimatisch. Unter den Kennzeichen der Population zeigen sich optimale Wachstumsstellen wie auch die ungünstigen für die Entwicklung bestimmter Gattungen, was uns im Falle der Analyse einer größeren Zahl von Populationen die

¹ Memorandum of Understanding (MOU), Botanical Gardens Conservation International (BGCI) and The World Conservation Union (IUCN) - 1995

Störungen in der ökologischen Struktur einer Population entdecken läßt. Das nähert uns zur Erkennung der Beschränkungsfaktoren, welche zur Diskrimination der Gattung führen (SAROSIEK, MRÓZ & SZCZYREK).

Die Erkennung der Entwicklungsstellen der Gattungen vieler Gewächse, auch der Orchideen, ist bis jetzt noch wenig bekannt, nicht nur wegen Nichterücksichtigung bei der Analyse edaphischer Verhältnisse (physikalische und chemische Eigenschaften der Erde, welche die Produktionsfähigkeit der Entwicklungsstelle bestimmen) sondern auch der biotischen Bedingungen. Im allgemeinen identifizieren wir subjektiv pflanzensoziologische Komplexe, oder wir bleiben bei der Beschreibung der Umwelt; im Falle zahlreicher Populationen bestimmter Gattungen bezeichnen wir manchmal nur seine pflanzengesellschaftliche Aktivität (DIDUCH), das heißt welche näher sind der Erkennung der biocoenotischen Position der Gattung. Jedoch wichtiger ist die Erkennung der Pflanzen anderer Gattungen, welche unmittelbar mit existieren mit den untersuchten Pflanzen, weil unter ihnen verschiedene positive oder negative Interaktionen entstehen. Es ist sehr schwierig, sie in der Natur zu erforschen, es ist aber nicht unmöglich, wenn man die Bearbeitungen aus der Bioökologie, welche in den letzten Jahren erschienen sind, berücksichtigt. Es ist nur ein Problem, ob in diesem Falle die Pflanzen bestimmter Gattungen neutral sind mit jenen Gewächsen anderer Gattungen mit denen sie unmittelbar existieren oder ob unter Ihnen eine Konkurrenzsituation entsteht? Dies hat eine besondere Bedeutung in Hinsicht auf die immer öfters entstehende Degeneration der Entwicklungsstellen in verschiedenen Graden. Die Orchideen verschwinden sehr bald in der ersten Phase der Degeneration aus der Ansammlung.

Im Zusammenhang mit der Entstehung natürlicher Pflanzenpopulationen verschiedener Orchideen zusammen mit anderen Gattungen, kann man die Frage stellen: Welche Rolle spielt die allelopathische Aktivität der Orchideen in der Natur? Der Orchideen, welche so reich an verschiedenen spezifische Substanzen, vor allem an Alkaloiden, sind (LUNING). Die Schwierigkeit bei der Untersuchung der Symptome der Allelopatie bei den Pflanzen in der Natur befreit uns nicht von der Notwendigkeit der Erkennung. Es bedarf scharfsichtiger natürlicher und experimenteller Beobachtungen an Populationen. Dem aktiven Schutz der Gattungen der Orchideen kommen neue Techniken der Meristemkultur *in vitro* zu Hilfe, bis jetzt hauptsächlich für die Vermehrung. Heute ermöglichen sie die Ausnutzung dieser Kulturen in der Untersuchung der allelopathischen Aktivität, besonders, weil sie in der Natur einer der Mechanismen in der Konkurrenz zwischen den Gattungen ist.

Das Erscheinen der Orchideen, welche stark akzentuiert sind durch die Blüten, haben den Charakter einer Fluktuation, welche abhängig sind nicht nur vom Klima (Änderungen und mikrometeorologische Daten), sondern auch vom Verlauf des Wetters

in den verschiedenen Jahreszeiten. Die Studien an der Dynamik der Quantität der Populationen der Orchideen führen uns meistens zum vermutlichen Los der Population und auf Grund dessen zur weitgehender voraussichtlicher Lebensstrategie. Es gibt nicht viele Beobachtungen der Fluktuation und Dynamik der Quantität der Populationen der Orchideen in längeren Zeitabschnitten (TAMM).

In den letzten Jahren beobachten wir die im schnellen Tempo auftretenden Änderungen des Klima auf der ganzen Erdkugel. Die zerstört den natürlichen Rhythmus der belebten Natur (Leben der Menschen, Tiere und Pflanzen). Wir erwarten, daß unbedingte Voraussagen und Beurteilung der klimatischen Änderungen durch die Computermodellierung vielleicht erleichtert werden. Sind wir im Stande die Folgen für die Entwicklung der Orchideen in den nächsten Jahren vorauszusehen, insbesondere nach Klimaanomalien wie im Jahre 1996 in Russland, Ukraine und Polen? Vorausgesagt sind auch weitere Unstabilitäten der Jahreszeiten, heftige Erwärmung und eben so heftige Abkühlung in demselben Monat.

Bei der Erforschung über die Ökologie der Orchideen, welche die Aufmerksamkeit auf die Kartographierung der Wachstumsstellen, die Quantitätsdynamik der Populationen, die Zugehörigkeit zu bestimmten Gattungen, Gruppen oder Sammlung der Pflanzen konzentrieren, vergessen wir die Spekulationen an der ökotopischen natürlicher Unterschiedlichkeit der Population, ob diese den Charakter ökotypen oder ökophänen von natürlicher Polyploidie, welche die Grundlage ihrer ökologischen Empfindlichkeit zu den diskriminierenden Faktoren bilden, die Toleranz bezeichnen gegenüber verschiedener Faktoren, welche die Vitalität der Gewächse beschränken. Gemäß dem Streben zur Erhaltung der Biomannigfaltigkeit der Natur in den Erhaltungskulturen (STUART) und in der lebenden Natur müßte man verschiedene genetisch, taxonomische Einheiten finden, welche im Bereich jeder Gattung der Orchideen vorkommen. Die Auswahl zur Erhaltungskultur der Gewächse darf nicht zufällig sein (PREĐOTA & SAROSIEK).

Es darf auch nicht eine zu große Willkürlichkeit in der Auswahl der Zahl der Pflanzen bestehen zur biometrischen und chemischen Analyse, Bestimmung der Probenfläche, Forschungen, der so großen Differenz der oberen Schichten des Bodens (SAROSIEK & WORONIECKA). Unbedingt ist also jedesmal die Optimierung der Größe und Form der Experimente - Fläche, ihre Zahl und räumliche Verteilung -. Manche der hier berührten Problemen der Forschungsmethodik der Orchideen sind in verschiedenem Grade wurden überlegt, jedoch nicht methodisch gleichlautend (WELLS; DIDUCH; SAROSIEK, 1985 u. 1990; RABB). Man muß die Aufmerksamkeit dahin wenden, daß manche der Probleme der Ökologie und des aktiven Schutzes der Orchideengattungen die Grenzbereiche verschiedener interdisziplinärer Gebiete darstellen. Daher sollten die Forschungen im vorgeschlagenen Gebiet nur in wissenschaftlichen Teams geführt werden sollten.

Literatur

- DIDUCH, J.R. (1983): Nekotorie aspekty isutschienija populacij orkhidnykh v sviazi s voprosami ikh okhrany. Okhrana i kultivirovanije orkhidei. Tezisy dokladov II Vsiesojusnogo sovietschanija, Kijv Isd. Naukova Dumka: 31-33
- DIDUCH YA, P. (1980): Voprosy fitocenotitscheskoy aktivnosti vodov orkhidnykh Gornogo Krims v sviazi s problemoy ikh okhrany. Okhrana y Kultivirovanie Orkhidei. Tezisy vsiesojusnogo sovietschanija, 18-20 marta 1980, Tallinn, Akad. Nauk Estonskoj SSR: 49-53
- KOSIBA, P. & MRÓZ, L. & SAROSIEK, J. (1991): Evaluation of habitat conditions as a preliminary task in the active protection of plant species. Pradnik, Prace Muzeum Szafera 3: 23-29 (Poland)
- LUNING, B. (1974): Alkaloids of the Orchidaceae. In: The Orchids, Scientific Studies. Ed. by C. L. WITHNER. John Wiley and Sons, New York: 349-382
- MARCZONEK, A. & SAROSIEK, J. (1969): The question of ecological constitution of plants. Ekologia Polska B, 15: 161-166
- PRĘDOTA, B. & SAROSIEK, J. (1986): Zur Optimierung und Auswahl der Population für die Erhaltungskultur einiger Pflanzenarten. Wissenschaftliche Zeitschrift der Pädagogischen Hochschule Erfurt - Mühlhausen, Mathem. Naturwiss. Reihe 22,2: 20-26
- RABB, G. (1995): From the Chairmann Factors Affecting Survival. Species, Newsletter of the Species Survival Commission IUCN - The World Conservation Union 25: 1-2
- SAROSIEK, J. (1985): Introduction: Studies on the ecology higher plants from Lower Silesia. Part I, Ed. by Jan SAROSIEK. Acta Un. Wratisl. No 637, Prace Botann. 28: 3-7
- SAROSIEK, J. (1990): Current problems concerning ecology and biology of orchids. Proceedings of the Symposium on Biology and Ecology of European Orchids, Ed. by Jan SAROSIEK, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław: 5-10
- SAROSIEK, J. & MRÓZ, L. & SZCZYREK, B. (1993): Disturbances in ecological organization of plant populations as a function of natural environment degradation. Pradnik, Prace Muzeum Szafera 7-8: 79-85 (Poland)
- SAROSIEK, J. & WORONIECKA, G. (1989): Variability of soil characteristics on the basis of synousia of ground cover, Przylęk Reserve, Opole district. Acta Un. Wratisl. No 973, Prace Botan. 39: 53-69
- STRAHM, W. (1995): BGCI - IUCN Memorandum of Understanding. Species, Newsletter of The Species Survival Commission IUCN, 250 19-20
- STUART, S. N. (1995): SSC Office Rapport (SSC Activities July - December 1995). Species, Newsletter of the Species Survival Commission IUCN - The World Conservation Union 25: 3-8
- TAMM, C. O. (1972): Survival an flowering of some perennial herbs. II. The behavior of some orchids on permanent plots. Oikos 23: 23-28
- WELLS; T.C.E. (1981): Population ecology of terrestrial orchids. In: The biological aspects of rare plant conservation. Ed. by H. SYGNE, John Wiley and Sons, Chichester: 281-295

Prof. Dr. Jan Sarosiek, Institut für Botanik der Universität Wrocław, Kanonia 6/8, P-50-328 Wrocław

Zur Populationsentwicklung seltener und gefährdeter Orchideen in Offenlandbiotopen der Eifel während der letzten Jahrzehnte

W. Schumacher, J. Weis & F. Opitz
Mit 19 Abbildungen und 2 Tabellen

Kurzfassung

Im Gebiet der nordrhein-westfälischen Eifel wurde untersucht, wie sich die Orchideenbestände der Offenlandbiotope während der letzten 25 Jahre entwickelt haben. Anhand eigener umfangreicher Zählungen und Schätzungen, Literaturrecherchen, Auswertung von Diplom- und Staatsexamensarbeiten sowie Daten von Mitgliedern des AHO läßt sich belegen, daß rund 70% der Arten (25) zwischen 1985 und 1998 eine Bestandszunahme im Vergleich zum Zeitraum 1973-82 zeigen (meist um > 100% bis > 300%). Bei knapp 30% der Arten sind die Populationen mehr oder weniger gleichgeblieben (drei Arten) oder haben abgenommen (vier Arten).

Die teilweise erhebliche Zunahme auch sehr seltener und in ganz Nordrhein-Westfalen stark gefährdeter Arten läßt sich nach unseren Untersuchungen in erster Linie auf die großflächigen Erstpfleßmaßnahmen und die nachfolgende extensive Nutzung (ca. 1500 ha Fläche) durch regelmäßige Mahd oder Beweidung (meistens Hüteschafhaltung) zurückführen. Bei einigen Arten hat vermutlich auch die Häufung überdurchschnittlich warmer Jahre im letzten Jahrzehnt zur Populationserhöhung beigetragen.

Abstract

A survey was conducted in the northern parts of the Eifel, which lie in Nordrhein-Westfalen, to identify changes in population sizes of orchids over the last 25 years. The data were collected on the basis of countings, estimations and literature review together with student-theses and surveys conducted by members of the AHO. It was found, that roughly 70% of the surveyed populations (25 species) increased in number during the periods of 1973-82 and 1985-1998. The rate of increase was usually between 100% and 300%. 30% of the surveyed species showed a stagnation (3 species) or a decline (4 species) of the population sizes during those two periods.

Of those species which showed an increase in population size, some were rare and some very endangered in Nordrhein-Westfalen. These increases are thought to be the result of large scale, primary treatments of fallow sites followed by extensive cultivation like grazing or mowing (ca. 1500 ha). On the other hand, it might be possible that some increases can be explained by the occurrence of several above-average-temperature years over the last decade.

1. Einleitung

Vorkommen und Verbreitung der Orchideen haben von jeher in den meisten Regionen Deutschlands ein besonderes Interesse gefunden. So ist es nicht verwunderlich,

daß bereits Rückgänge einzelner Arten dieser bestuntersuchten Pflanzenfamilie registriert wurden, lange bevor es Rote Listen gab. Erwartungsgemäß sind sie unter den gefährdeten oder ausgestorbenen Arten heute regional, landes- und bundesweit stark vertreten (LÖLF 1986, BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ [Hrsg.] 1996).

Dies traf auch für den nordrhein-westfälischen Teil der Eifel zu (vgl. u.a. TEICHMANN 1957, 1958, LAVEN-THYSSEN 1959, MÜLLER, SCHWICKERATH 1963, 1966, SCHUMACHER 1977, LÖLF 1986). Die Ursachen für den z.T. erheblichen Rückgang lagen hier - wie auch anderswo - nicht nur an der direkten Schädigung oder Zerstörung der Standorte durch Siedlungs- und Straßenbau, Nadelholz-Aufforstungen, Entwässerungen, Umwandlung in intensiv genutztes Acker- oder Grünland etc. Eine erhebliche Rolle spielte bei vielen Flächen, die in den 50er Jahren noch einer extensiven Nutzung durch Beweidung mit Schafen oder Rindern unterlagen oder zur Heunutzung gemäht wurden, auch das Brachfallen mit nachfolgender Verfilzung und Verbuschung oder starkem Kiefernanflug.

Seit Mitte der 70er Jahre, in größerem Umfang seit 1985 (SCHUMACHER 1988, 1992, 1995) wurden zahlreiche Pflege- und Renaturierungsmaßnahmen in den Kreisen Euskirchen, Düren und Aachen-Land durchgeführt. Wie in den nachfolgenden Kapiteln gezeigt wird, konnte dadurch der Rückgang nahezu aller auf Offenlandbiotop angewiesenen Orchideenarten nicht nur gestoppt werden; in vielen Fällen gelang durch erhebliche Zunahme der Populationen sogar eine Trendwende.

2. Methoden

2.1 Populationszählungen und -schätzungen

Die in Kapitel 3 vorgestellten Ergebnisse basieren ganz überwiegend auf Zählungen oder Schätzungen, durch die in der Regel die Gesamtzahl der blühenden Orchideen einer Fläche erfaßt wurde. Derartige Erhebungen werden von F. OPITZ und Mitgliedern des Arbeitskreises Heimische Orchideen etwa seit Ende der 80er Jahre in größerem Umfang durchgeführt, ferner von W. SCHUMACHER (70er und 90er Jahre) und J. WEIS (1996-1998). Bei kleineren Populationen wurden in der Regel alle Pflanzen gezählt, bei großen Vorkommen - ab ca. 5000 Individuen¹ - wurden die Populationen geschätzt, nachdem zunächst überschaubare Teilflächen gezählt worden waren. In einigen Fällen wurden auch größere Populationen genau ermittelt, dann jedoch mit mehreren Personen, etwa mit Gruppen von Studierenden. Bei sehr unübersichtlichen Flächen (bspw. mit vielen Wacholdern) wurden z.T. Korrekturaufschläge von 5 bis 10% vorgenommen.

¹ Unter "Individuen" werden hier und im folgenden alle Blütenprosse, Rosetten und Jungpflanzen einer Fläche zusammengefaßt, auch wenn bei bestimmten Arten stets ein gewisser Anteil von Klonen vorhanden ist, die aus vegetativer Vermehrung der Knollen oder Rhizome hervorgehen

Die Zählungen und Schätzungen ermöglichen einen vergleichsweise raschen Überblick über die ungefähre Größe der Orchideenpopulation einer Fläche, jedoch nur in "günstigen" Jahren, wenn große Anteile der Gesamtpopulation zur Blüte gelangen. In ungünstigen Jahren hingegen, wenn aufgrund der aktuellen Witterungseinflüsse oder denen des Vorjahres nur wenige Individuen blühen, bleibt die tatsächliche Populationsstärke eine Unbekannte. Gleiches gilt für Arten, bei denen generell nur kleine Anteile der Population zur Blüte kommen. Darüber hinaus können bei den Zählungen und Schätzungen die Wahl des Erhebungstermins und - vor allem, wenn Flächen von unterschiedlichen Personen bearbeitet werden - die nicht standardisierbare Untersuchungsintensität selbst eine gewisse Rolle spielen.

Zur Ermittlung der Gesamtpopulation der einzelnen Orchideenarten ist es daher erforderlich, auch die nicht blühenden Pflanzen (Jungpflanzen, von Wild- und Weidetieren abgeissene Sprosse, durch Witterungseinflüsse geschädigte Pflanzen etc. auf ausgewählten Teilflächen zu erfassen. Dies ist bei einigen Arten geschehen, teilweise konnte auch auf Ergebnisse der Literatur (z.B. WELLS & COX 1991, PRESSER 1995) zurückgegriffen werden.

2.2 Darstellung von Entwicklungstrends

Die Abbildung von Entwicklungstrends bei der Gesamtpopulation erfordert eine Darstellungsform, die auf die beschriebenen Unschärfen Rücksicht nimmt. Nach unseren Erfahrungen ist davon auszugehen, daß selbst ein starker Rückgang der blühenden Individuen über mehrere Jahre hinweg nicht mit einem Rückgang der Gesamtpopulation gleichgesetzt werden kann.

Da für die meisten Fundorte die Erhebungen nicht in jedem Jahr durchgeführt werden konnten, erlaubt die Struktur der vorliegenden Daten keine statistische Verrechnung. So wurde eine Darstellungsform gewählt, in der Populationsstärken für einen fünf- bis siebenjährigen Zeitraum durch den jeweils höchsten Zähl- oder Schätzwert repräsentiert werden. Erfahrungsgemäß ist während einer solchen Zeitspanne mit hoher Wahrscheinlichkeit mindestens ein "günstiges" Orchideenjahr zu verzeichnen, in welchem bei vielen Arten die Zahl der blühenden Exemplare der Größe der Gesamtpopulation relativ nahe kommt. In den drei Vergleichszeiträumen zwischen 1973 und 1998 (s. Abb. 9) war dies 1975 und 1978, 1983 und 1984 sowie 1995 und 1998 der Fall.

2.3 Dauerbeobachtung ausgewählter Individuen

Eine regelmäßige Erfassung der Gesamtpopulation - blühende Pflanzen, Rosetten und Jungpflanzen - ist auf größerer Fläche sicher nicht zu leisten. Um jedoch von

den gezählten oder geschätzten blühenden Exemplaren auf die Gesamtpopulation hochrechnen zu können, sollte an einigen ausgewählten Orchideenarten anhand von Dauerquadratbeobachtungen die Entwicklung der Pflanzen vom Herbst bis zur Blüte dokumentiert werden. Daher wurden für vier Arten (*Aceras anthropophorum*, *Himantoglossum hircinum*, *Ophrys apifera* und *Orchis ustulata*) in der Sötenicher Kalkmulde jeweils ein oder zwei Flächen mit größeren Populationen ausgewählt und dort je zwei bis sechs Quadrate á 1m² dauerhaft markiert. Dies erfolgte im November 1996 in der Weise, daß eine möglichst große Anzahl von Rosetten innerhalb der Probeflächen lag. Die ermittelten Individuenzahlen je m² lassen daher keine unmittelbare Hochrechnung auf die Gesamtpopulationsstärke der Fläche zu.

Vom 18.11.1996 bis zum 12.06.1997 wurden die Probeflächen in etwa vierwöchigem Abstand aufgesucht. Die vorgefundenen Rosetten wurden maßstabsgerecht (1 : 10) auf Millimeterpapier eingetragen und die Anzahl je m² ermittelt. Zusätzlich zum möglichst genauen Wuchsort der Einzelpflanzen wurden - bezogen auf einzelne Pflanzen oder auf das Gros - der Zustand der Rosetten (Frostschäden, Trockenschäden, Fraß) und von April bis Juni auch Informationen über die generativen Entwicklungsphasen der Pflanzen notiert. Durch wiederholte Photographien einiger - möglichst jeweils der selben - Individuen bzw. Gruppen wurden die phänologischen Veränderungen auch im Bild festgehalten.

3. Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen im Zeitraum 1975 bis 1997

Kleinflächige Maßnahmen von 0,5 bis 1,5 ha zur Entbuschung von Heidemooren, Kalksümpfen und Kalkmagerrasen wurden unter Leitung des erstgenannten Verfassers ab Mitte der 70er Jahre jährlich mit Studierenden der ehemaligen Pädagogischen Hochschule Rheinland, der Universität Bonn und Mitgliedern des Kreisverbandes Natur- und Umweltschutz Euskirchen durchgeführt. Von 1978 an kamen erste Maßnahmen durch vier bis sechs Landwirte hinzu, insbesondere die jährliche Mahd von Moorwiesen und Kalkmagerrasen sowie großflächigere Entbuschungen in geschützten Kalkmagerrasen im Auftrag der Unteren Landschaftsbehörde in Euskirchen.

Diese Arbeiten wurden ebenso wie das vom Land NRW geförderte Pilotprojekt "Biotoppflege durch Landwirte" (1985-87) dankenswerterweise vom Kreis Euskirchen kofinanziert. Als weitere wichtige Förderer des Arten- und Biotopschutzes in den genannten Eifelkreisen sind die Stiftung zum Schutz gefährdeter Pflanzen (Bonn/Hamburg) zu nennen (Flächenkauf von ca 15 ha zwischen 1978 und 1988) sowie seit 1988 die NRW-Stiftung Naturschutz, Heimat- und Kulturpflege (Flächenkauf und Erstpflge von bislang ca. 250 ha).

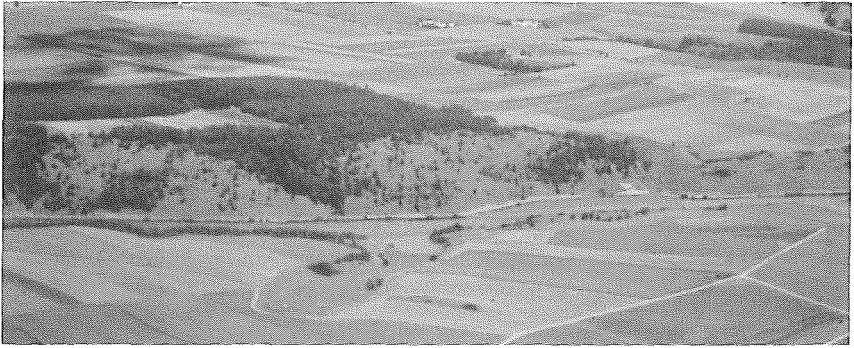


Abb. 1: NSG Halsberg bei Bad Münstereifel-Gilsdorf im September 1973. Die fortgeschrittene Sukzession mit Wald-Kiefer auf den Südhängen hatte bis zum Beginn der Freistellungsarbeiten im Herbst 1985 noch stärker zugenommen.



Abb. 2: Halsberg im August 1997. Nach Abschluß der Maßnahmen im Jahr 1991 präsentieren sich die Südhänge mit ihren Kalkmagerrasen fast wieder wie in den 50er Jahren.

Als wegweisend und sehr effizient hat sich das oben erwähnte Pilotprojekt des Landes NRW (SCHUMACHER 1988) erwiesen. Die Integration der Biotoppflege in den landwirtschaftlichen Betrieb (1985 zu Projektbeginn knapp 40 Betriebe im Kreis Euskirchen; 1991 bereits 150, davon 2/3 Haupterwerbsbetriebe) ist aus unserer Sicht der einzige naturhaushaltlich verträgliche und zugleich finanzierbare Weg, geschützte und schutzwürdige Offenlandbiotope der Kulturlandschaft zu erhalten. Die von EU, Bund und Ländern finanzierten Schutzprogramme im Rahmen der Verordnung (EWG) 2078/92 spielen hierbei eine wichtige Rolle. Ihre Umsetzung sowie die naturschutzfachliche Betreuung der unten aufgeführten Flächen liegen dabei - wie in anderen Kreisen Nordrhein-Westfalens - seit 1992 größtenteils in der Hand der Biologischen Station des Kreises Euskirchen. In Düren und Aachen-Land ist dies ab 1998 bzw. 1999 der Fall.



Abb. 3: Kalkmagerrasen im NSG Schafberg/Jakob Kneip-Berg bei Pesch und an den Hängen Richtung Gilsdorf, im Hintergrund der Halsberg. Auch hier wurden einige Hektar Kiefern- und Gebüschsukzession beseitigt. Beweidet werden diese und weitere Flächen seit 1989 von einer Schafherde.



Abb. 4: NSG Kuttenberg bei Bad Münstereifel-Eschweiler, weithin für seinen Orchideenreichtum bekannt. Das linke Drittel des Hanges wird seit 1978 gemäht, die übrigen Flächen werden von Schafen beweidet (seit 1989), nachdem die Gehölze auf den Freiflächen stark reduziert worden sind.

Die aktuelle Flächensituation (Stand 1998) stellt sich wie folgt dar: Im Kreis Euskirchen werden derzeit rund 2000 ha im Rahmen der Naturschutzprogramme genutzt, in den Kreisen Düren und Aachen-Land zusammen ca. 500 ha (genaue Zahlen sind hier z.Z. noch nicht verfügbar). Dabei handelt es sich um

- ca. 850 ha renaturierte brachgefallene Flächen, die stark verfilzt und teilweise verbuscht waren, inzwischen aber wieder extensiv genutzt werden (Mahd und Schafbeweidung, z.T. auch Rinderbeweidung),
- Beseitigung von ca. 120 ha überwiegend jüngerer Aufforstungen ehemaliger Magerrasen, Feuchtheiden, Feucht- und Bergwiesen etc. mit florenfremden Gehölzen (Rot-Fichte, Wald-Kiefer, Sitka-Fichte, Serbische Fichte, Douglasie, Grau-Erle) oder Kiefern- und Fichtenanflug in Magerasen, Feuchtheiden und Heidemooren,
- Beibehaltung noch vorhandener, weitgehend extensiver Nutzungen von 1300 ha, z.T. mit zusätzlichen naturschutzfachlichen Auflagen,
- Extensivierung bislang halbintensiv bis intensiv (100-150 kg N/ha) genutzter Flächen auf ca. 250 ha.

Besonders umfangreiche Maßnahmen sind in den letzten acht Jahren im Fuhrtsbach-/Perlachtal bei Monschau und in der Sistig-Krekeler Heide durchgeführt worden (s. Abb. 5 bis 7).



Abb. 5: NSG Sistig-Krekeler Heide im Oktober 1975 mit großflächigen Borstgrasrasen, Berg- und Feuchtwiesen. Die Fläche im Vordergrund (Mitte) wurde 1973 mit Fichten aufgeforstet (hier noch nicht zu erkennen), die große Wiese rechts vor dem Turm Anfang der 80er Jahre mit Lärche und Schwarz-Kiefer (!).



Abb. 6: Zustand November 1995. Die Fichtenaufforstung beginnt sich zu schließen, die Lärchenaufforstung ist bereits zu 70% beseitigt.



Abb. 7: Zustand Juli 1997 nach Beseitigung von 80% der Fichten. Heute blühen auf beiden Flächen wieder große Bestände von *Dactylorhiza maculata*, *D. majalis*, *Platanthera chlorantha* und *P. bifolia*, ferner *Coeloglossum viride*. Der Kauf der Flächen und die Beseitigung der Nadelhölzer (unter Mithilfe von Studenten der Universität Bonn) wurden durch die NRW-Stiftung finanziert.



Abb. 8: Geplantes NSG Kalkhänge bei Ahrhütte im oberen Ahrtal, September 1994. Die Magerrasenflächen haben infolge der Beseitigung von Kiefersukzession und -aufforstungen um rund 4 ha zugenommen. Die Schafbeweidung wurde 1987 wieder eingeführt.

4. Ergebnisse

4.1 Populationsgröße und -entwicklung ausgewählter Orchideenarten auf einzelnen Flächen

Aceras anthropophorum - Hängender Mensch, Ohnsporn

Diese bereits ab Anfang Mai blühende Art kommt in den Kalk- und Lößgebieten Deutschlands bis in etwa 600 m ü. NN vor (Südalpen auch bis 1300 m), jedoch nur in klimatisch bevorzugten, stärker subatlantisch beeinflussten Gebieten, wo sie manchmal sehr individuenreiche Bestände ausbildet, wie in der nördlichen Kalkeifel.

Interessant ist, daß die Art vor dem 2. Weltkrieg und auch in den 50er Jahren im Gebiet nur sehr spärlich und an wenigen Stellen vorkam (HÖPPNER 1918, ANDRES 1911, TEICHMANN 1957, 1958, SCHUMACHER, B. et al.). Heute sind vor allem in den Räumen Bad Münstereifel, Mechernich und Nideggen, aber auch in den höheren Lagen, beispielsweise im Blankenheimer Gebiet, mehr als 25 Wuchsorte mit rund 13000 Pflanzen bekannt (siehe Tab. 1, Seite 248).

Abb. 9 zeigt die sehr bemerkenswerte Entwicklung einiger größerer Bestände von *Aceras anthropophorum* in der nördlichen Kalkeifel. Es sei darauf hingewiesen, daß bei dieser Art die Zahl der blühenden Exemplare auch in günstigen Jahren stets deutlich kleiner ist als die Gesamtindividuenzahl.

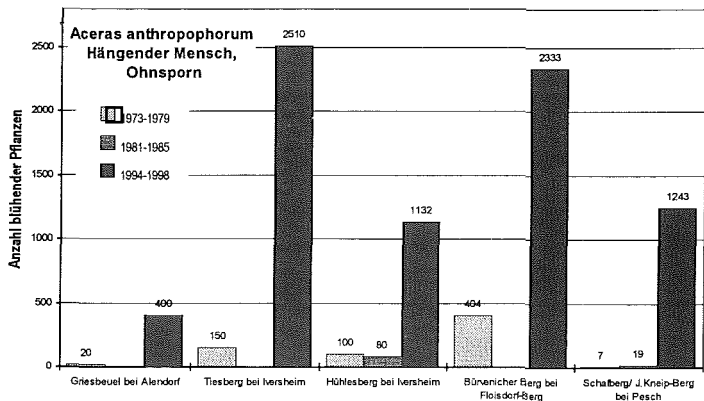


Abb. 9: Populationsentwicklung von *Aceras anthropophorum* auf ausgewählten Flächen in der nördlichen Kalkeifel zwischen 1973 und 1998

Am Fundort Tiesberg bei Iversheim (Bad Münstereifel) wurde auf insgesamt sechs Dauerquadraten die Entwicklung der Rosetten bis zur Blüte dokumentiert.

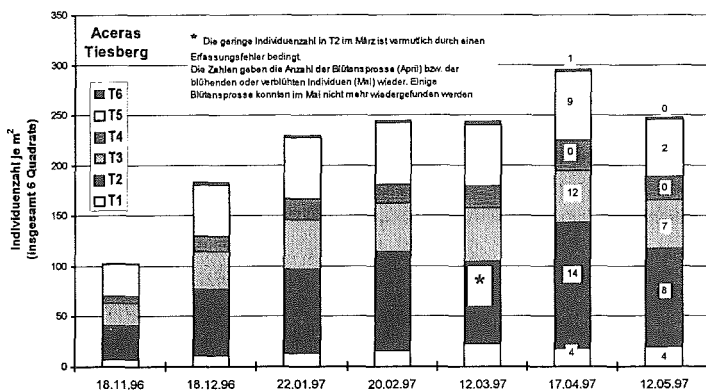


Abb. 10: Entwicklung der Individuenzahlen von *Aceras anthropophorum* in sechs Probeflächen (1m²) auf dem Tiesberg bei Bad Münstereifel-Iversheim zwischen November 1996 und Mai 1997

Abb. 10 zeigt, daß die Individuenzahl in den sechs Probeflächen vom Erscheinen der ersten Rosetten im Herbst 1996 bis in den Frühsommer 1997 stark zugenommen hat. Von etwas über 100 Individuen stieg die Zahl auf knapp 300 im April an. Von diesen Pflanzen kamen jedoch nur 21 tatsächlich zur Blüte. Von den vielen, oft sehr kleinen Pflanzen, die noch in den sehr kalten Monaten Januar und Februar des Jahres 1997 hinzukamen, gelangte keine zur Blüte. Die blühenden Individuen waren allesamt schon bei der ersten Erfassung vorhanden und in der Regel auch besonders kräftig. Allerdings kamen selbst die kräftigen Pflanzen nicht alle zur Blüte. Einige hatten im April einen Blütenproß angelegt, der jedoch im Mai aufgrund der geringen Niederschläge im Frühjahr 1997 vertrocknete oder nicht mehr auffindbar war.

Die Zahl der blühenden Exemplare lag 1997 auf dem gesamten Tiesberg mit 1100 daher deutlich niedriger als 1995 und 1998, als dort jeweils rund 2500 blühende Individuen gezählt wurden. Dies zeigt, daß die zeitweilige Abnahme blühender Pflanzen nicht als Rückgang der Gesamtpopulation interpretiert werden darf. Vielmehr ist davon auszugehen, daß die Anzahl der in einem Jahr erscheinenden Rosetten und besonders die Zahl der blühenden Individuen vor allem von den Witterungsbedingungen im Zeitraum März bis Mai des Beobachtungsjahres und möglicherweise von denen des letzten Winters abhängt. Auf diesen Zusammenhang wird bei den Ergebnissen zu *Ophrys apifera* näher eingegangen.

Ophrys apifera - Bienen-Ragwurz

Die Bienen-Ragwurz zählt ebenfalls zu den selteneren Orchideenarten der Eifel. Die submediterrane, im Gegensatz zur Fliegen-Ragwurz (*Ophrys insectifera*) meist selbstbestäubte Art benötigt kalkhaltigen, nicht zu trockenen Untergrund und kommt in Deutschland nur in den klimatisch begünstigten, subatlantisch getönten Gebieten vor. In der Eifel ist sie in den tieferen Lagen deutlich stärker vertreten. *Ophrys apifera* ist im Bad Münstereifeler Raum z.B. schon von THISQUEN (1876), ANDRES (1911, 1929) und HÖPPNER (1918) von mehreren Stellen belegt. Seit den 50er Jahren sind durch TEICHMANN (1957, 1958), MÜLLER (1962), LAVEN-THYSSEN (1959) und SCHUMACHER (1977) eine Reihe weiterer Fundorte hinzugekommen.

Von dieser Art ist bekannt, daß die Anzahl blühender Exemplare an einem Fundort von Jahr zu Jahr enorm schwanken kann. Beispielsweise kamen 1992 und 1993 in Deutschland an vielen Wuchsorten fast keine Pflanzen zur Blüte, vermutlich aufgrund der jeweils vorangegangenen trockenen Winter und Frühjahre (PRESSER 1995). Auch WELLS & COX (1991), welche die Einzelpflanzen einer Population von *Ophrys apifera* über mehr als 10 Jahre beobachteten, beschreiben das häufige Aussetzen der Blüte, ja das Überdauern ganzer Vegetationsperioden als ruhende Knolle. Auch in "sehr guten" Jahren kamen nie mehr als 60% der beobachteten Population zur Blüte. Sie fanden Korrelationen zwischen der Höhe des Blütensprosses und den Niederschlagssummen im August - September des Vorjahres ($r = 0,84$; $P < 0,05$) sowie den Niederschlägen zwischen März und Juni des betrachteten (Blüh-) Jahres ($r = 0,84$; $P < 0,05$). Weitere Korrelationen ergaben sich zwischen der Anzahl der Blüten je Sproß und den Niederschlägen von März bis Mai ($r = 0,91$; $P < 0,05$) bzw. Dezember bis Februar des Vorjahres ($r = 0,81$; $P < 0,05$). Das Blühverhalten dieser Art ist als sehr unregelmäßig zu bezeichnen (vgl. BOCKHACKER 1996). Dies zeigte sich auch an den untersuchten zehn Probeflächen. Während im Wachendorfer Mooth bei Bad Münstereifel in vier Quadraten insgesamt 22 Individuen markiert wurden, von denen 1997 neun blühten (vgl. Abb. 4), wurden auf dem ehemaligen Sportplatz bei Holzheim in sechs Untersuchungsquadraten von ca. 45 Rosetten nur zwei (vergleichsweise spärliche) Blütensprosse gefunden. Neben dem etwas trockeneren Boden spielen bei dem ehemaligen Sportplatz wahrscheinlich besondere Belastungen (sporadische Nutzung als Zeltplatz, durch Reit- und Motorsportler etc.) eine Rolle. Um die Beeinträchtigung dieser für die Eifel relativ großen Population von *Ophrys apifera* (mehr als 400 Rosetten) zu verringern, wurde im Sommer 1997 ein Zaun errichtet, der etwa die Hälfte der Fläche vor den Einwirkungen schützt. Bei einer Wiederholungszählung im Februar 1998 konnte auf dieser Fläche nur eines der 1997 markierten Quadrate wiedergefunden werden, da die Markierungsstäbe vermutlich im Zuge von Aufräumaktionen entfernt worden waren. Innerhalb dieses Quadrates war keine der 1997 vorhandenen zehn Rosetten auffindbar.

Im Gegensatz dazu konnte im Wachendorfer Mooth ein großer Teil der Individuen auch 1998 wiedergefunden werden. In den Untersuchungsquadraten wurden statt 22 (1996) nun 18 (1997) - zum Teil nicht mit dem Vorjahr identische - Exemplare gezählt. Im November 1996 wurden auf der Gesamtfläche ca. 130 Rosetten festgestellt, im Juni 1997 lag die Zahl der Pflanzen etwas über 80, 19 davon wurden blühend gefunden.

Die hier vorgestellten Daten sind vom Umfang her zwar nicht geeignet, die Ergebnisse von WELLS & COX (1991) zu erweitern, sie vermitteln jedoch trotz des zeitlich kurzen Ausschnittes ein ähnliches Bild: Die Niederschlagsmengen in bestimmten Zeiträumen wirken sich - entsprechend der Wasserhaltekraft des Standortes - besonders stark auf das Blühverhalten von *Ophrys apifera* aus.

Bei der Bienen-Ragwurz sind also populationsbiologische Untersuchungen besonders schwierig und erst nach mehreren Jahren aussagekräftig. Insofern muß auf den in Abb. 11 sichtbaren Trend hingewiesen werden. Nicht nur die Zahl der bekannten Fundorte hat bei dieser Art deutlich zugenommen, sondern bei den einzelnen Wuchsorten waren deutliche Steigerungen der Individuenzahlen (blühend) zu beobachten. Die Bienen-Ragwurz ist eine der Orchideen, die sich bei uns ausbreitet (PRESSER 1995). Diese auf Deutschland bezogene Aussage trifft offenbar auch auf die Eifel zu.

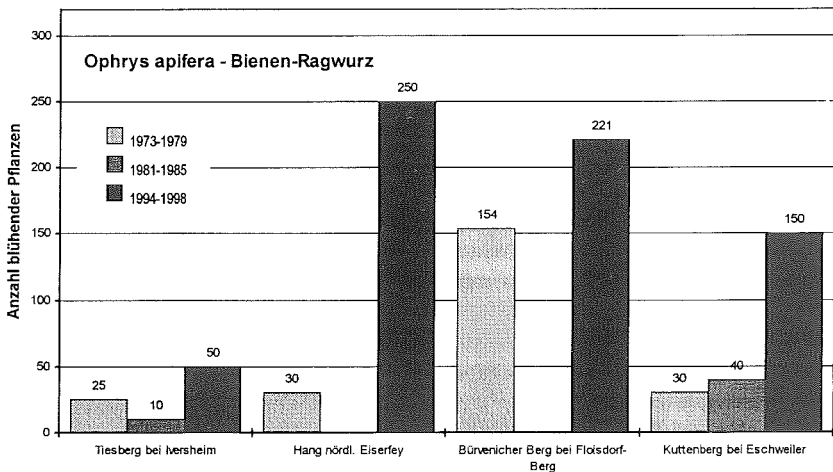


Abb. 11: Populationsentwicklung von *Ophrys apifera* auf einigen Flächen bei Bad Münstereifel und Mechernich zwischen 1973 und 1998

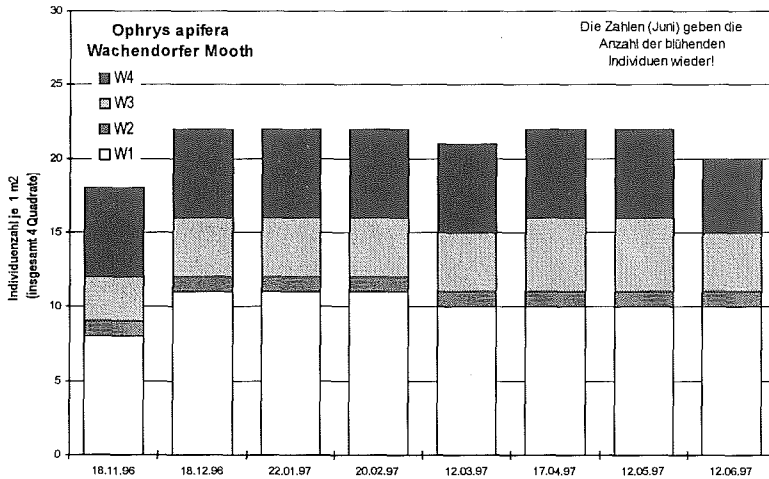


Abb. 12: Entwicklung der Individuenzahlen von *Ophrys apifera* in vier Probestellen (1 m²) im NSG "Wachendorfer Mooth" bei Bad Münstereifel zwischen November 1996 und Juni 1997

Himantoglossum hircinum - Bocks-Riemenzunge

Die Bocks-Riemenzunge hat ihr Hauptverbreitungsgebiet im südlichen Europa. Wahrscheinlich durch das Rhonetal und die Burgundische Pforte ins Oberrheinland eingewandert, findet sie sich in Deutschland nur in wenigen, klimatisch besonders begünstigten Regionen, z. B. in der Südeifel, im Saarland, bei Jena oder im Kaiserstuhl, insbesondere in ehemaligen Weinbergen, Kalkmagerrasen und zwischen lichtem Buschwerk. In der nördlichen Kalkeifel sind drei Fundorte mit größeren Populationen bekannt (Muldenau, Gilsdorf, Schwerfen), die beiden letzten erst seit knapp zehn Jahren. Daneben finden / fanden sich vereinzelt weitere, vermutlich angesalbte Exemplare.

Auf dem als Untersuchungsstandort ausgewählten Klosberg bei Gilsdorf besiedelt *Himantoglossum hircinum* einen südexponierten Kalkmagerrasen. Das Vorkommen wurde erst 1989 von B. SCHUMACHER mit insgesamt ca. 30 blühenden Individuen entdeckt (SCHUMACHER et al. 1989). Seit 1990 wurden von F. OPITZ jährliche Zählungen der blühenden Individuen und zum Teil auch der Rosetten in den Wintermonaten vorgenommen. Die Zahl der erfaßten Individuen ist seither ständig angestiegen, 1995 wurden 377 blühende Exemplare gezählt.

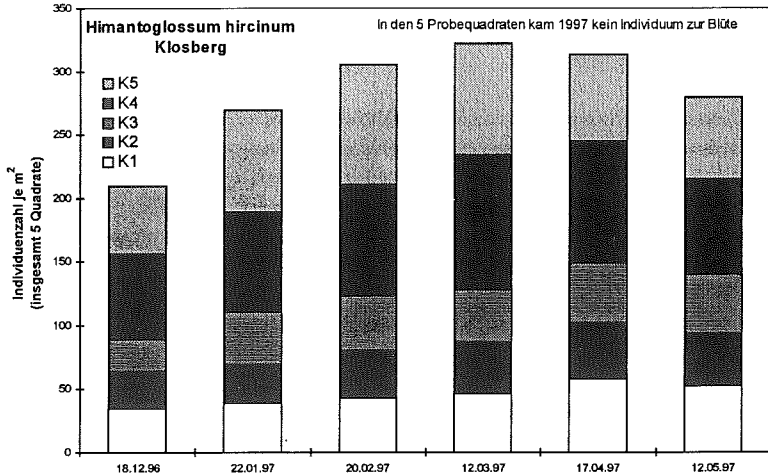


Abb. 13: Entwicklung der Individuenzahlen von *Himantoglossum hircinum* in fünf Probeblächen (1m²) auf dem Klossberg bei Bad Münstereifel-Gilsdorf zwischen Dezember 1996 und Mai 1997

Die Bocks-Riemenzunge fällt hier an den etwas frischeren Hangbereichen bereits im Herbst durch ihre überaus kräftigen Rosetten auf, wobei der größte Teil der Pflanzen jedoch in dem steilen, zum Teil flachgründigen Hangbereich (*Gentiano - Koelerietum globularietosum*) wächst. Dort wurden insgesamt fünf Probeblächen à 1 m² markiert, die im Herbst 1996 insgesamt 209 Individuen enthielten. Abb. 13 zeigt, daß diese Zahl bis zum März 1997 auf 322 Individuen stark angestiegen ist. Danach konnten jedoch viele Rosetten nicht mehr aufgefunden werden.

Die Pflanzen hatten offensichtlich stark unter Trockenheit gelitten, so daß selbst die kräftigsten unter ihnen 1997 nicht zur Blüte gelangten. Nur in den flacher geneigten Bereichen des Oberhanges und in der Nähe der Gebüsch (außerhalb der Probequadrate) blühten einige wenige Pflanzen (insgesamt 16, bei über 700 Individuen auf der Gesamtfläche). Bei einer Wiederholungszählung im Februar 1998 wurden nur 4% weniger Rosetten gezählt als im gleichen Monat des Vorjahres. Die räumliche Verteilung der Rosetten in den Quadraten war zwar sehr ähnlich, doch wiesen die Ergebnisse bei den einzelnen Flächen Abweichungen von -24% bis +47% auf. Dies zeigt überdeutlich, daß die Berücksichtigung nur blühender Pflanzen bei manchen Arten eine starke Unterschätzung der Gesamtpopulationsgröße darstellen kann.

Auf dem zweiten größeren Fundort hingegen, den Hängen des Rotbachtals bei Schwerfen, einem Kalkmagerrasen mit deutlich frischeren Bodenverhältnissen, wa-

ren die Rosetten schon im Herbst kräftiger ausgebildet. Sie entwickelten sich im Gegensatz zum Klosberg im Frühjahr noch deutlich, so daß die meisten Pflanzen zur Blüte kamen.

Insgesamt dürften wohl alle drei Populationen als stabil gelten, im Falle des Klosberges und des Rotbachtals kann sogar von steigenden Individuenzahlen ausgegangen werden. Auch in anderen Regionen wurden in den letzten Jahren Ausbreitungstendenzen der Bocks-Riemenzunge beobachtet (vgl. KROPF & ERZ 1996, KROPF 1994), die möglicherweise auf die im letzten Jahrzehnt deutliche Häufung von überdurchschnittlich warmen Jahren mit zurückgeführt werden können.

***Orchis ustulata* - Brand-Knabenkraut**

Auch das Brand-Knabenkraut ist im südlichen Mitteleuropa deutlich häufiger als in der nördlichen Hälfte (PRESSER 1995). Es verträgt nur lockere Begleitvegetation und gedeiht an sonnigen bis halbschattigen Wuchsorten, vorzugsweise in trockenen bis frischen Kalkmagerrasen. An günstigen Stellen bildet das Brand-Knabenkraut größere, lockere Gruppen oder neigt zur Horstbildung. (PRESSER 1995). In Nordrhein-Westfalen ist es auf nördliche Kalkeifel beschränkt (SCHUMACHER et al. 1996). Während es früher offenbar seltener war (THISQUEN 1876, ANDRES 1911, 1929, TEICHMANN 1957, 1958, LAVEN-THYSSEN 1959), MÜLLER 1962, sind seit den 70er Jahren neue Fundorte hinzugekommen. Bei einigen ist aufgrund früherer Untersuchungen definitiv davon auszugehen, daß es sich um Neubesiedlungen handelt (vgl. SCHUMACHER 1977).

Während die Populationen einiger Flächen auf relativ niedrigem Niveau verharren, lassen sich bei anderen deutliche Steigerungen ausmachen. Auf dem kleinen Hang gegenüber dem Halsberg, wo sich die zur Zeit größte Population der Eifel mit über 1000 Individuen befindet (erst 1989 von W. SCHUMACHER entdeckt), wurden zwei Probeflächen angelegt.

In den beiden Probequadraten fanden sich im Herbst 1996 zusammen 75 Rosetten. Ihre Zahl wuchs bis in den März auf 111, danach sank sie wieder leicht ab. Zur Blüte kamen nur 23 Individuen, also etwa 20%. Im Februar 1998 wurden in den beiden Quadraten zusammen 54 Individuen wiedergefunden. Es fällt auf, daß die kleinen, vermutlich aus vegetativer Vermehrung entstanden Gruppen deutlich weniger individuenreich waren als im Vergleichsmonat des Vorjahres (damals 91 Individuen).

Es ist ein bekanntes Phänomen, daß "...ungeschlechtliche Fortpflanzung bei manchen rhizom- oder knollenbildenden Orchideen [eine Rolle spielt], indem sie zwei oder mehr Vegetationspunkte im Rhizom bzw. mehrere Knollen statt nur einer anlegen können. Dies geschieht v. a. bei optimalen Standort- und Witterungsverhältnissen

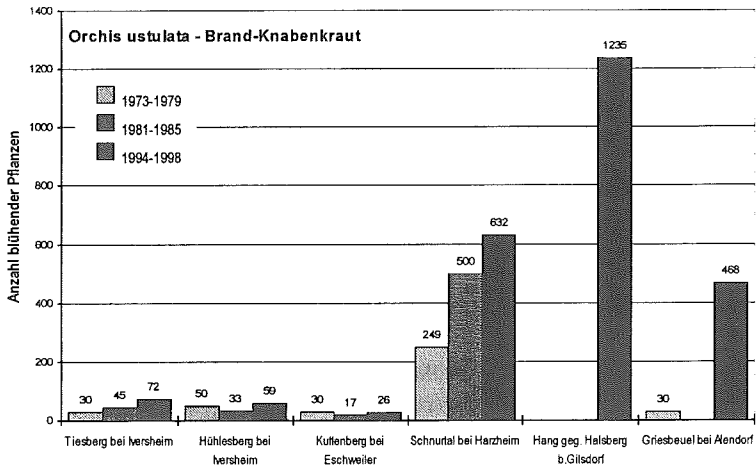


Abb. 14: Populationsentwicklung von *Orchis ustulata* auf einigen Flächen in der nördlichen Kalkeifel zwischen 1973 und 1998

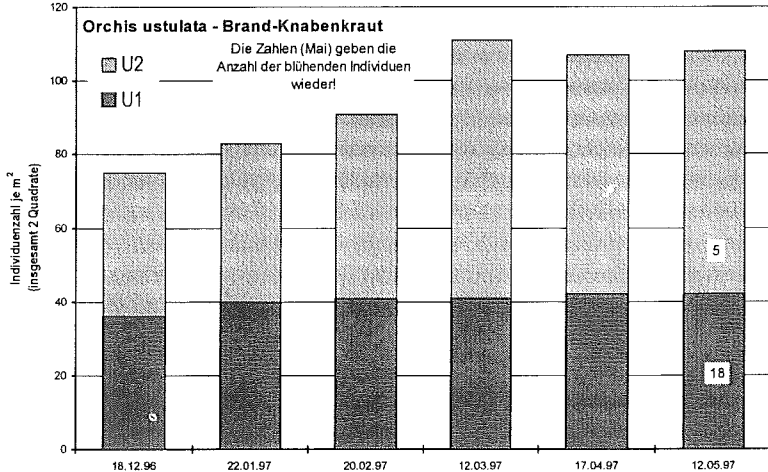


Abb. 15: Entwicklung der Individuenzahlen von *Orchis ustulata* auf zwei Probe­flächen (1m²) gegenüber dem Halsberg bei Bad-Münstereifel-Gilsdorf zwischen Dezember 1996 und Mai 1997

oder durch Nährstoffüberschuß aufgrund des Verlusts von Blüten oder ausbleibender Bestäubung, ... z.B. Brand-Knabenkraut." PRESSER (1995). Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß die verstärkte Tochterknollenbildung hier vor allem durch den Verbiß des Weideviehs verursacht wird. Denn es fällt auf, daß in der Eifel die meisten Wuchsorte mit größeren Populationen in der Regel durch Schafe oder - wie hier - durch Rinder beweidet werden.

4.2 Bestandsgrößen und Populationsentwicklung der Orchideen im gesamten Untersuchungsgebiet

4.2.1 Bestandsgrößen

Tabelle 1 zeigt die aktuellen Bestandsgrößen der meisten Orchideen der Offenlandbiotopie im nordrhein-westfälischen Teil der Eifel. Zugrundegelegt wurden Zählungen und Schätzungen blühender Pflanzen aus dem Zeitraum 1994 bis 1998 mit einem Aufschlag von 20 % für nicht blühende Individuen (Jungpflanzen etc.), außer bei *Ophrys apifera* (Aufschlag von 50 %).

Besonders hervorzuheben sind dabei *Dactylorhiza maculata* und *Gymnadenia conopsea* ssp. *conopsea*, sowie *Orchis mascula* und *Platanthera chlorantha*, die im Gebiet mit jeweils mehr als 300000 bzw. 100000 Pflanzen vertreten sind. Während die beiden letztgenannten Arten im Gebiet außer Magerrasen, Magerwiesen und -weiden zu gleichen Teilen auch Laubwälder und Gebüsche auf basenreichen Böden besiedeln, sind die Vorkommen von *Dactylorhiza maculata* überwiegend und die von *Gymnadenia conopsea* ssp. *conopsea* ausschließlich in Offenlandbiotopen anzutreffen. Die bedeutendsten Vorkommen des Gefleckten Knabenkrautes liegen im Bereich der Sistig-Krekeler-Heide und ihrer näheren Umgebung (insgesamt ca. 70000 Individuen). Die Große Händelwurz ist zur Zeit in drei Bereichen mit jeweils rund 50000 Pflanzen vertreten, und zwar im Gillesbachtal bei Marmagen, im Gebiet Seidenbachtal/Froschberg bei Blankenheimerdorf und auf den Alendorfer Kalktriften. Ansonsten ist die Art in fast allen Kalkmagerrasen der Eifel zu finden, meistens in größerer Zahl.

Viel seltener hingegen ist *Gymnadenia conopsea* ssp. *densiflora*, die frischere Standorte, z. B. wechsellrockene Kalkmagerrasen (*Gentiano-Koelerietum parnassietosum*) oder Kalksümpfe (*Caricion davallianae*) bevorzugt und früher z.T. übersehen wurde. Auf dem Hammersberg bei Alendorf ergab sich anhand einer im Sommer 1983 durchgeführten Schätzung von AUER und SCHMITZ (1984) die Möglichkeit, die aktuelle Größe dieser Population damit zu vergleichen. Nach Zählungen im August 1996 und 1997 ist davon auszugehen, daß die Population konstant ist. Im August

Arten	Anzahl Sprosse/ Individuen
<i>Aceras anthropophorum</i>	ca. 13.000
<i>Coeloglossum viride</i>	ca. 4.500
<i>Dactylorhiza maculata</i>	>300.000
<i>Dactylorhiza majalis</i>	>70.000
<i>Epipactis palustris</i>	>10.000
<i>Gymnadenia conopsea</i> ssp. <i>conopsea</i>	> 300.000
<i>Gymnadenia conopsea</i> ssp. <i>densiflora</i>	ca. 5.000
<i>Herminium monorchis</i>	ca. 2.000
<i>Himantoglossum hircinum</i>	ca. 1.200
<i>Ophrys apifera</i>	ca. 3.500
<i>Ophrys insectifera</i>	> 30.000
<i>Orchis mascula</i>	> 100.000
<i>Orchis militaris</i>	ca. 1.500
<i>Orchis morio</i>	ca. 8.500
<i>Orchis purpurea</i>	ca. 7.000
<i>Orchis ustulata</i>	ca. 5.000
<i>Platanthera bifolia</i>	ca. 25.000
<i>Platanthera chlorantha</i>	> 100.000
<i>Pseudorchis albida</i>	ca. 500

Tab. 1: Aktuelle Größe der Gesamtpopulation ausgewählter Orchideenarten im nordrhein-westfälischen Teil der Eifel. Erhebungen von OPITZ, SCHUMACHER, WEIS, ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN DES BUND NW, ARBEITSGRUPPE EIFEL zwischen 1995 und 1998

1996 wurden 2785 Exemplare gezählt, wobei aufgrund des durch die vielen Wächolder sehr unübersichtlichen Geländes ein Aufschlag von 10% für übersehene Pflanzen angemessen erscheint. Somit ergibt sich ein Wert von etwa 3000 Individuen, das entspricht der Angabe von AUER & SCHMITZ für 1983. Im August 1997 konnten 2338 Exemplare (+ 10%, also ca. 2570 blühende Individuen) gezählt werden. Die relativ geringe Differenz zum Vorjahr liegt nach unseren Erfahrungen im üblichen Schwankungsbereich.

Recht große Populationen besitzen ferner *Dactylorhiza majalis* (Vorkommen mit mehr als 2000 Individuen z. B. im Höddelbachtal bei Schleiden, im Genfbachtal bei Nettersheim und im Seidenbachtal bei Blankenheimerdorf), *Ophrys insectifera* (in den meisten Kalkmagerrasen gut vertreten) und *Platanthera bifolia* (reiche Vorkommen in der Sistig-Krekeler-Heide).

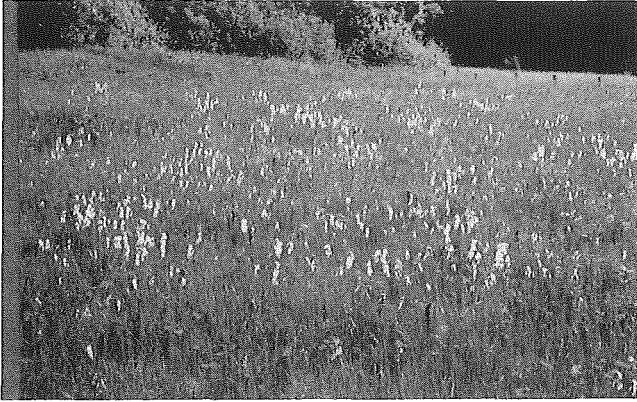


Abb. 16: Kalksumpf zwischen Alendorf und Feusdorf. Frühjahresaspekt mit Wollgras und *Dactylorhiza majalis*. Die seit 1987 jährlich im August/September gemähte Fläche beherbergt außerdem *D. maculata*, *Epipactis palustris*, *Gymnadenia conopsea* und *Listera ovata*.

Besonders erwähnenswert sind die in ganz NRW seltenen bis sehr seltenen Orchideenarten, die entweder nur im Bereich der Eifel vorkommen (*Orchis ustulata*, *Aceras anthropophorum*, *Himantoglossum hircinum*) oder hier ihre größten Populationen besitzen (*Coeloglossum viride*, *Herminium monorchis*, *Orchis morio* und *Pseudorchis albida*).



Abb. 17: Hang bei Dahlem-Hammerhütte mit Massenvorkommen von *Orchis morio* und *O. mascula* im Mai. Das geplante NSG wird seit Anfang der 80er Jahre ab Mitte/Ende Juni von Rindern extensiv beweidet. Beide Arten haben hier deutlich zugenommen.



Abb. 18: Jährlich gemähter Borstgrasrasen auf dem Standort einer ehemaligen Fichtenkultur bei Kronenburg. Neben reichen Beständen von *Arnica montana* kommen *Pseudorchis albida* (mehr als 100 Expl.), *Dactylorhiza maculata* und *Platanthera bifolia* vor.

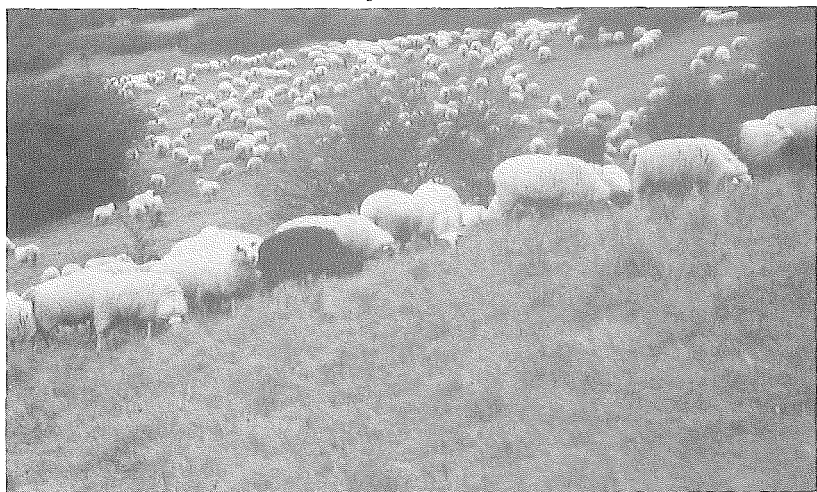


Abb. 19: Geplantes NSG Tuwaksberg bei Ahrdorf mit Vorkommen von rund 10 Orchideenarten. Die Ende der 80er Jahre renaturierten Kalkmagerrasen werden seither von Schafen beweidet, die flacheren Partien werden jährlich ab August gemäht.

Hervorzuheben ist, daß nahezu alle Wuchsorte der in Tabelle 1 genannten Arten während der letzten 10 - 20 Jahre in Schutzgebieten gesichert werden konnten und seither durch Mahd oder Beweidung extensiv genutzt werden.

4.2.2 Bestandszunahme von Orchideenarten

Im Unterschied zu anderen Naturräumen ist bei den meisten Orchideenarten der Offenlandbiotope in der Eifel zwischen 1985 und 1998 eine mehr oder weniger starke Zunahme der Populationen festzustellen (Tab. 2). Dies trifft allerdings nur auf solche Flächen zu, die durch Erstpflege regeneriert wurden (siehe Kap. 3) und nachfolgende Mahd oder Beweidung wieder extensiv genutzt werden. Belegt werden kann das anhand von einer Reihe von Dauerbeobachtungsflächen, die den Ausgangszustand dokumentieren, sowie an nach wie vor brachliegenden Flächen, wo in der Regel keine Bestandszunahmen feststellbar waren.

Zunahme in Prozent	Art
> 50 %	<i>Epipactis atrorubens</i> <i>Orchis morio</i>
> 100 %	<i>Ophrys apifera</i> <i>Orchis mascula</i> <i>Orchis purpurea</i> <i>Platanthera bifolia</i>
> 300 %	<i>Coeloglossum viride</i> <i>Dactylorhiza maculata</i> s.l. <i>Dactylorhiza majalis</i> <i>Epipactis palustris</i> <i>Gymnadenia conopsea</i> ssp. <i>conopsea</i> <i>Himantoglossum hircinum</i> <i>Ophrys insectifera</i> <i>Orchis militaris</i> <i>Orchis ustulata</i> <i>Platanthera chlorantha</i> <i>Pseudorchis albida</i>
> 500 %	<i>Aceras anthropophorum</i>

Tab. 2: Zunahme seltener und gefährdeter Orchideenarten im nordrhein-westfälischen Teil der Eifel nach Erstpflege und Wiederaufnahme extensiver Nutzungen von 1985 - 1998 (Vergleichszeitraum 1973 - 1982)

Als Vergleichszeitraum diente die Periode 1973 bis 1982, in der Bestandsaufnahmen auf zahlreichen Flächen vom erstgenannten Verfasser (SCHUMACHER 1977) sowie im Rahmen von Staatsexamens- und Diplomarbeiten durchgeführt worden sind. Wie erwähnt, waren in dieser Periode 1975 und 1978 günstige Orchideenjahre.

4.2.3 Orchideenarten mit \pm gleichbleibenden oder abnehmenden Populationen

Zu den Arten, deren Populationen im Untersuchungsgebiet trotz der umfangreichen Maßnahmen etwa gleich geblieben sind, gehören *Epipactis muelleri* und *Herminium monorchis*. Die letztgenannte Art war Juni / Juli 1998 wieder mit recht schönen Vorkommen vertreten, nachdem sie in den letzten 10 Jahren meistens nur spärlich geblüht hatte und daher bis 1997 von uns eher zu den zurückgehenden Orchideen gerechnet worden ist.

Zur Gruppe mit stabilen Populationen ist vermutlich auch *Listera ovata* zu rechnen, die im Gebiet schon immer sehr häufig war und daher nicht näher untersucht wurde.

Eindeutig abnehmende Tendenz weisen hingegen *Liparis loeselii* (1996 nur noch zwei Individuen im NSG Kalkarer Moor bei Bad Münstereifel) und *Dactylorhiza incarnata* (schon immer sehr selten im Gebiet, zuletzt vor rund 10 Jahren mit wenigen Individuen). Auch bei den nicht immer einfach zu unterscheidenden Sippen *Dactylorhiza sphagnicola* und *Dactylorhiza praetermissa* scheinen die Populationen abzunehmen.

5. Diskussion

Die teilweise erheblichen Bestandszunahmen der meisten Orchideen in Offenlandbiotopen der nordrhein-westfälischen Eifel während der letzten 15 Jahre sind auch in Teilen der rheinland-pfälzischen Eifel festzustellen (G. Ostermann, Birgel und T. Weber, Schönfeld, mdl. Mitt.). Das gilt insbesondere für die Kreise Daun und Bitburg-Prüm, wo ab Anfang der 90er Jahre ebenfalls in größerem Umfang Freistellungs- und Pflegemaßnahmen mit nachfolgender extensiver Nutzung durchgeführt worden sind.

Obwohl der Zusammenhang zwischen der Zunahme der Populationen und den genannten Maßnahmen hier wie dort offensichtlich wird, ist dennoch eine differenzierte Betrachtung erforderlich. So ist die Zunahme bei einer Reihe von Orchideen darauf zurückzuführen, daß inzwischen rund 120 ha Magerrasen und Feuchtheiden mehr vorhanden sind als Mitte der 70er Jahre. Nach Beseitigung der Gehölze kamen hier noch vorhandene Restbestände innerhalb weniger Jahre wieder zur Blüte. Außer-

dem erfolgte häufig eine Neuansiedlung von benachbarten Flächen aus, nicht selten allerdings auch bei völlig isoliert liegenden Gebieten.

Ähnliches gilt für die rund 850 ha renaturierter, seit langem brachgefallener und zum Teil verbuschter Flächen (s. Kap. 3). Hier läßt sich häufig ein interessantes Phänomen beobachten: Nach ein bis drei Jahren kann sich die Zahl blühender Orchideen bereits um das zwei- bis vielfache erhöht haben. In diesem Fall handelt es sich nach unseren Erfahrungen stets um bereits vorhandene Pflanzen, deren Rosetten, in der dichten Filz- / Moosschicht meist nicht genügend Reservestoffe produzieren können um einen blühfähigen Sproß auszubilden.

Der entscheidende Grund für die langfristige Erhöhung oder Stabilisierung der Populationen dürfte jedoch darin liegen, daß die Magerrasen, Feuchtwiesen und –heiden wieder wie früher mehr oder weniger lückig sind. Die Orchideensamen haben daher viel größere Chancen, in den Boden gelangen und zu keimen als bei Flächen mit dichter Filzschicht. Überdies werden sie durch die Weidetiere viel häufiger in den Boden getreten und auch auf benachbarte Flächen transportiert.

Entscheidend ist daher, daß die Kontinuität der extensiven Nutzungen durch landwirtschaftliche Betriebe gewährleistet ist, denn nur dann läßt sich die Orchideenflora auch auf größerer Fläche erhalten. Insofern sind Befürchtungen mancher Orchideenfreunde über eine zu frühe Mahd von Orchideenwiesen (z.B. im Juli / August) oder Schafe und Rinder, die Orchideen abfressen oder zertreten und damit gefährden, in der Regel nicht berechtigt. Denn diese Arten sind an die historischen Nutzungen durch Mahd oder und extensive Beweidung angepaßt, sonst hätten sie nicht über lange Jahrhunderte damit leben können, offenbar meistens sogar besser als heute.

Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, daß bei einigen, mehr submediterran verbreiteten Orchideen die Bestandszunahme vermutlich auch im Zusammenhang mit den sehr günstigen Witterungsbedingungen im letzten Jahrzehnt steht. Dies dürfte nach unserer Einschätzung insbesondere auf *Aceras anthropophorum*, *Himantoglossum hircinum* und *Ophrys apifera* zutreffen.

6. Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei allen, die Daten zur Verfügung gestellt oder sich an den Zählungen und Schätzungen im Gelände beteiligt haben, ferner beim Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft, das im Rahmen der Förderung des Projektes "Biotoppflege durch Integration in die landwirtschaftliche Nutzung am Beispiel von Haupterwerbsbetrieben nordrhein-westfälischer Mittelgebirge" die Untersuchungen unterstützt hat.

7. Literatur

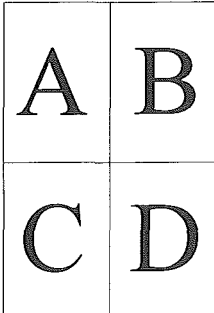
- ANDRES, H. (1911): Flora von Eifel und Hunsrück - Wittlich
- ANDRES, H. (1929): Aus der Pflanzenwelt des Eschweiler Tales. - Rhein. Heimatpflege 1, 42-46
- AUEL, E. & SCHMITZ, B. (1983): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen im Naturschutzgebiet Alendorfer Kalktriften bei Blankenheim/Nordeifel. - Bonn (Staatsexamensarbeit, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität) o.S.
- BOCKHACKER, KLAUS (1996): Beobachtungen zur Populationsentwicklung und zum Blühverhalten der Bienen-Ragwurz. - Berichte aus den Arbeitskreisen Heimische Orchideen 12(2): 34-47.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ [Hrsg.] (1996): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands [= Schr.-R. f. Vegetationskde. 28]. 1. Aufl. - Hiltrup (Landwirtschaftsverlag) 744 S.
- HÖPPNER, H. (1918): Bericht über die 22. Versammlung des Botanischen Vereins zu Aachen - Sitzungsberichte hrsg. vom Naturhistor. Verein für 1915 u. 1916. - [s.l.] ([s.n.]) 1-15 S.
- KROPF, M. (1994): Zur Verbreitung der Bocksriemenzunge (*Himantoglossum hircinum* (L.) SPRENGEL) und des Purpurknabenkrauts (*Orchis purpurea* HUDS.) im mittleren Nahe-raum. - Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz 7(2): 463-467.
- KROPF, M. & ERZ, S. (1996): Die Bocksriemenzunge (*Himantoglossum hircinum* (L.) Sprengel) - Eine charakteristische Orchideenart der Weinbergsbrachen im Nahegebiet in Ausbreitung. - Berichte aus den Arbeitskreisen Heimische Orchideen 12(2): 17-33.
- LÖLF (Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NRW) [Hrsg.] (1986): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere. - Schr.-R. d. Landesanst. f. Ökol., Landschaftsentwickl. u. Forstplan. NRW 4: 244.
- LAVEN, L. & THYSSEN, P. (1959): Flora des Köln-Bonner Wandergebietes. - Decheniana 112(1): 179.
- MÜLLER, TH. (1962): Flora und Vegetation des Kreises Euskirchen. - Decheniana 115(1): 1-109, 1 Abb., 2 Kt.-Sk., zahlr. Qu.
- PRESSER, H. (1995): Die Orchideen Mitteleuropas und der Alpen: Variabilität, Biotope, Gefährdung. - Landsberg/Lech (ecomed Verlagsgesellschaft) 222 S.
- SCHUMACHER, B.; OFER, A. & ASSENMACHER, M. (1989): Die Orchideenflora der Kalkgebiete um Bad Münstereifel - Verbreitung, Arten- und Fundortbilanz - Schutzmaßnahmen. - Bad Münstereifel (Mskr., [s.n.]) 15 S.
- SCHUMACHER, W. (1977): Flora und Vegetation der Sötenicher Kalkmulde (Eifel). - Decheniana, Beih. 19: 215.
- SCHUMACHER, W. (1988): Notwendigkeit und Umfang von Pflegemaßnahmen auf Schutzflächen an Hand ausgewählter Beispiele. Landwirte als Partner des Naturschutzes? [= Schriftenreihe Angewandter Naturschutz 7]. - Lich ([s.n.]) 25-38 S.
- SCHUMACHER, W. (1992): Schutz und Pflege von Magerrasen. - In: Botanische Vereinigung für Naturschutz in Hessen e.V. [Hrsg.]: Magerrasenschutz [= Botanik und Naturschutz in Hessen. Beihefte 4]. - [s.l.] (Fuldaer Verlagsanstalt GmbH) S. 19-39.
- SCHUMACHER, W. (1995): Offenhaltung der Kulturlandschaft? - LÖLF-Mitteilungen(4): 52-61.
- SCHUMACHER, W.; DÜLL-WUNDER, B.; VANBERG, CH. & WUNDER, J. (1996): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen des Rheinlandes [= Forschungsberichte des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und standortangepaßte Landwirtschaft“ 33]. - Bonn (Selbstverlag) 355 S.
- SCHWICKERATH, M. (1963): Die Pflanzenwelt der Eifel und des Hohen Venns - In: Die Eifel. - Essen ([s.n.]) o.S.
- SCHWICKERATH, M. (1966): Hohes Venn - Nordeifel. Schriftenreihe der Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege in Nordrhein-Westfalen Band 2 - Recklinghausen.
- TEICHMANN, A. (1957): Die Orchideen im Gebiet Bad Münstereifel einst und jetzt. - Nachrichtenblatt des Vereins Alter Münstereifeler (32).

- TEICHMANN, A. (1958): Die Orchideen im Gebiet Münstereifel einst und jetzt (Fortsetzung). Nachrichtenblatt des Vereins Alter Münstereifeler (33).
- WELLS, T.C.E. & COX, R. (1991): Demographic and biological studies on *Ophrys apifera*: some results from a 10 year study. 1. ed. - In: WELLS, T.C.E. & WILLEMS, J.H. [Ed.]: Population ecology of terrestrial orchids. - The Hague, The Netherlands (SPB Academic Publishing) p. 47-62.

Prof. Dr. Wolfgang Schumacher & Jürgen Weis,
Institut für Landwirtschaftl. Botanik, Meckenheimer Allee 176, D-53115 Bonn
Franz Opitz, Dürenerstr. 19, D-53879 Euskirchen

Legende zu den Farbtafeln

Farbtafel 1:



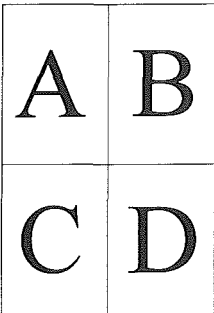
A: *Cephalanthera caucasica* KRAENZLIN, Bum / Aserbaidshon, 18.05.1996, fot. Ruckbrodt

B: *Himantoglossum formosum* (STEVEN) C.KOCH, sude-lich Devici / Aserbaidshon, 30.05.1996, fot. Ruckbrodt

C: *Ophrys caucasica* WORON. ex GROSSH., Schiomgvime / Georgien, 20.04.1997, fot. Ruckbrodt

D: *Orchis adenocheila* CZERNIAK., Lerik / Aserbaidshon, 03.05.1997, fot. Ruckbrodt

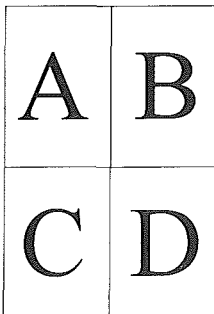
Farbtafel 2:



A/B: *Orchis scopulorum* SUMMERH., Encumeada / Madeira, 28.05.1989, fot. Ruckbrodt

C/D: *Goodyera macrophylla* LOWE, Ribeiro Frio / Madeira, 24.09.1991, fot. Ruckbrodt

Farbtafel 3:



A/B: *Gymnigritella runei* TEPPNER & KLEIN, Rönäs / Schweden, 14.07.1993, fot. Lünsmann

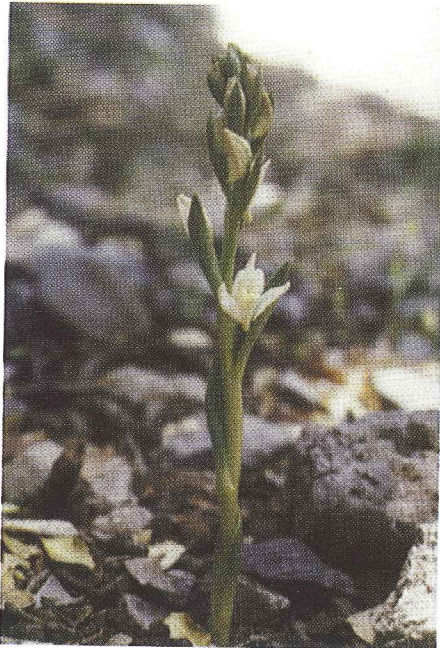
C/D: *Cephalanthera cucullata* BOISSIER & HEILDREICH ex REICHENBACH fil, Agios Nikolaos / Kreta, 08.05.1990, fot. Lünsmann



Farbtafel 1



Farbtafel 2



Farbtafel 3