©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Phyton (Horn, Austria)	**Vol. 32**	Fasc. 1	47–78	27. 8. 1992

Die *Achillea millefolium* – Gruppe *(Asteraceae)* in Mitteleuropa, 2*)

Populationsvergleich, multivariate Analyse und biosystematische Anmerkungen

(Pharmakobotanische Untersuchungen von Arzneidrogen IV)

Von

Johannes SAUKEL und Reinhard LÄNGER**)

Mit 11 Abbildungen

Eingelangt am 16. November 1990

Key words: *Achillea* sect. *Millefolium, Asteraceae, Compositae.* – Morphology, multivariate classification, systematics. – Flora of Europe.

Summary

SAUKEL J. & LÄNGER R. 1992. The *Achillea millefolium* – group *(Asteraceae)* in Central Europe, 2. Comparison of populations, multivariate classification and biosystematic comments. – Phyton (Horn, Austria) 32 (1): 47–78, with 11 figures. – German with English summary.

The comparison of 75 characters from 914 individuals (belonging to 63 OTU's) of the *A. millefolium*-group shows the proportion of ligulet florets and leaf pinnae (e. g. number, grade of incision, type of insertion) beeing of systematic relevance.

The results of univariate comparisons of character states and of the multivariate computations and classifications suggests: a) *A. setacea, A. distans* and *A. stricta* can be determined simply using few character states; b) *A. asplenifolia* and *A. roseo-alba* (usually 2x, seldom 4x) are very similar; c) hexaploid *A. millefolium* (incl. *A. millefolium* subsp. *sudetica)* is a closely related swarm of geographical and/or ecological types; d) the widespread tetraploid preliminarly called „MILDIS A" has an exceptional position; e) *A. collina* (usually 4x), *A. pannonica* (8x, but also 6x) and their

---

*) Teil eines gemeinsamen Forschungsprojektes von W. KUBELKA (a), Ch. FRANZ (b), J. JURENITSCH (a) und J. SAUKEL (a): „Auswahl von für die Züchtung geeigneten Schafgarben aus der *Achillea millefolium -Gruppe*". – (a) Institut für Pharmakognosie der Universität Wien, (b) Institut für Botanik und Lebensmittelkunde der Veterinärmed. Universität Wien.

**) Dr. Johannes SAUKEL, Dr. Reinhard LÄNGER, Institut für Pharmakognosie der Universität Wien, Währinger Straße 25, A-1090 Wien, Österreich.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

morphologically intermediates are clearly separated from the former. The results indicate a further division of several accepted species, e. g. *A. collina* into four local types; *A. pannonica* into an eastern and a western type and *A. distans* into a tetraploid and a hexaploid type. Ploidy levels (2x, 4x, 6x, 8x) may have developed independently in parallel series.

Zusammenfassung

SAUKEL J. & LÄNGER R. 1992. Die *Achillea millefolium*-Gruppe *(Asteraceae)* in Mitteleuropa, 2. Populationsvergleich, multivariate Analyse und biosystematische Anmerkungen. – Phyton (Horn, Austria) 32 (1): 47–78, mit 11 Abbildungen. – Deutsch mit englischer Zusammenfassung.

Eine vergleichende Analyse von 75 Merkmalen an 914 Belegen (63 Populationen) der *Achillea millefolium*-Gruppe ergab, daß vor allem die Proportionen der Zungenblüten und die Blattfiedern (z. B. Form, Zerteilungsgrad, Art des Ansatzes) systematische Relevanz besitzen.

Die Ergebnisse der Merkmalsanalyse sowie der multivariaten Berechnungen und Klassifikationen zeigen auf, daß a) *A. setacea, A. distans* und *A. stricta* schon anhand einzelner Merkmalswerte leicht erkannt werden können; b) *A. asplenifolia* und *A. roseo-alba* (hauptsächlich di- seltener tetraploid) große Ähnlichkeiten aufweisen; c) hexaploide *A. millefolium* (inklusive *A. millefolium* subsp. *sudetica)* einen vorläufig nur schwer zu trennenden Formenschwarm aus geographischen und/oder ökologischen Typen bildet; d) eine vorläufig als „MILDIS A" bezeichnete, stets tetraploide, weit verbreitete Sippe eine deutliche Sonderstellung aufweist und e) *A. collina* (meist tetraploid) und *A. pannonica* (okto- und hexaploid) eine ebenfalls nur schwer trennbare, aber von den vorher genannten Arten gut abgegrenzte Formenreihe bilden. Die Ergebnisse deuten die Möglichkeit einer weiteren Aufteilung einzelner anerkannter Arten an: z. B. ließe sich *A. collina* in vier Lokalsippen, *A. pannonica* in eine östliche und eine westliche Sippe und *A. distans* in eine tetraploide und eine hexaploide Sippe untergliedern. Die Ploidiestufen (2x, 4x, 6x und 8x) dürften unabhängig in mehreren Entwicklungsreihen entstanden sein.

1. Einleitung

Grundlage einer biometrischen Analyse des *A. millefolium*-Formenkreises ist eine detaillierte und reproduzierbare Meßvorschrift für die verwendbaren Merkmale, wie sie im ersten Teil der Arbeit gegeben wurde (SAUKEL & LÄNGER 1992).

Von der großen Zahl der an einer *Achillea*-Pflanze erhebbaren Merkmale müssen die systematisch relevanten ausgewählt werden, wobei zwei Vorgangsweisen möglich sind. Einerseits können Aussagen über die Variationsbreite der Merkmale und die mit diesen erzielbare Trennung von vorgegebenen Gruppen (z. B. den Cytotypen von BISTE 1978) gemacht werden. Andererseits kann mit Hilfe der vielen zusätzlich aufgenommenen Merkmale eine Neuordnung der Formenvielfalt versucht und erst an den neu erstellten Gruppen die jeweilige Spannbreite der Merkmale und ihre Trennkapazität überprüft werden. Dabei müssen Populationsanalysen die Basis für die Erfassung abgrenzbarer taxonomischer Einheiten bilden. Bei

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

dieser Vorgangsweise ist aber auch auf die ontogenetische Entwicklung, die saisonale Abfolge und das sympatrische Vorkommen verschiedener Typen Bedacht zu nehmen.

In der Geschichte der Systematik des *A. millefolium*-Formenkreises zeigt sich immer wieder eine Tendenz zur Aufsplitterung (Unterarten, Varietäten, Formen) und zu nachfolgender Zusammenfassung in überschaubarere Einheiten. In der älteren Literatur wurde besonderes Augenmerk auf eine detaillierte morphologische Beschreibung gelegt (NEILREICH 1859, OBORNY 1885, BECK 1893, POSPICHAL 1899). Neuere Arbeiten (allerdings noch ohne Berücksichtigung der Ploidiestufen) stammen von SPUDILOVA 1956 (außer *A. setacea* alle Sippen des Formenkreises als Unterarten zu *A. millefolium),* PRODAN 1931 und PRODAN & NYARADY 1964 (gute Beschreibungen und ausgezeichnete Abbildungen).

Weitere nach 1952 erschienene Arbeiten (z. B. EHRENDORFER 1953, 1959 a, b, 1963, SCHNEIDER 1958, OSWIECIMSKA 1968, 1974, DABROWSKA 1982 a, BISTE 1978) stützen sich bei der taxonomischen Gruppierung stark auf die Ploidiestufen (2x, 4x, 6x, 8x). Dieses „Cytotypen-Konzept" führt zwar zu einer Reduzierung der Zahl der taxonomischen Einheiten und zu einer überschaubaren Nomenklatur, die Zusammenfassung der zahlreichen beschriebenen Sippen resultiert aber in größeren Variationsbreiten und einer schlechteren Charakterisierbarkeit. Dies spiegelt sich auch in der gängigen Bestimmungsliteratur der *A. millefolium*-Gruppe wider (z. B. BISTE 1978, WAGENITZ 1979, ROTHMALER & al. 1988). Differenziertere Beschreibungen werden von SPUDILOVA 1956, 1957, PRODAN 1931, PRODAN & NYARADY 1964, BISTE 1978 und DABROWSKA 1982 a gegeben.

Durch genauere morphologisch-anatomische Analysen konnten aber allein schon bei *A. collina* (tetraploid und weißblühend) mehrere abgrenzbare Formen herausgeschält werden (SAUKEL & LÄNGER 1990).

Ziel der vorliegenden Arbeit war eine Merkmalsanalyse anhand zahlreicher Populationen, vor allem österreichischer Herkunft, und die Zusammenfassung ähnlicher Stichproben zu größeren Einheiten, die dann mit der gängigen taxonomischen Gliederung verglichen werden sollten. Die Auswahl der Populationsstichproben (Belege von ca. 120 Populationen wurden genau vermessen) richtete sich nach der Zahl der jeweils verfügbaren Belege, wobei versucht wurde, eine möglichst große Palette unterschiedlicher Formen in die Arbeit einzubringen.

Es wurde beim vorliegenden Wissensstand aber bewußt darauf verzichtet, sich mit Typusbelegen und nomenklatorischen Fragen auseinander zu setzen! Vorerst sollte eine möglichst umfangreiche Bestandsaufnahme durchgeführt werden.

2. Material und Methode

Die detaillierten Beschreibungen der Merkmalserhebung und Angaben über die in dieser Arbeit zur numerischen Auswertung benutzten

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Populationen/Gruppen finden sich im ersten Teil der Arbeit (SAUKEL & LÄNGER 1992).

3. Merkmalsanalyse

In der Literatur werden einige Differentialmerkmale für die einzelnen Kleinarten angeführt, aber nur selten sind Daten numerisch angegeben. Die tatsächliche Spannbreite einiger Merkmale ist nur für einzelne Kleinarten [oder Cytotypen (z. B. BISTE 1978)] bekannt. Deshalb werden im folgenden die Spannbreiten und Mittelwerte einiger interessanter Merkmale bei den 63 Gruppen vorgestellt.

Abbildung 1 zeigt die Werte für den Pollendurchmesser mit Stacheln (PDMS. – Abkürzungen der Merkmalsbezeichnungen finden sich in SAUKEL & LÄNGER 1992) der einzelnen Populationen (geordnet nach Tabelle 2). Der gesamte Bereich zwischen dem Minimal- (21.5 µm) und dem Maximalwert (45 µm) ist besetzt, es gibt keine Gruppe von Populationen, die sich klar von den restlichen unterscheidet (Ausnahme NOB). Der PDMS soll nach mehreren Autoren (OSWIECIMSKA & GAWLOWSKA 1967, DABROWSKA 1971 a, b, BISTE 1978) mit der Chromosomenzahl korreliert sein, wir fanden jedoch einige auffällige Ausnahmen:

A. setacea hat deutlich niedrigere Werte als die ASP Populationen; ASP u (Nr. 6 in Abb. 1) liegt mit ihren Werten deutlich am oder sogar etwas über dem Niveau der 4x COL Gruppen und überlappt schon mit den Werten einiger MIL, SUD und MILDIS Gruppen.

Die Gruppen 21 bis 25 (COLPAN), die aufgrund ihrer Merkmalsausprägung zwischen *A. collina* und *A. pannonica* vermitteln, besitzen z. T. deutlich größere Pollenkörner (24 und 25) als die restlichen COL Gruppen.

Die Werte für die tetraploiden Pflanzen der Population MILDIS A mpn 4x liegen im oberen Bereich der hexaploiden SUD O Populationen.

Die größten Pollenkörner wurden an hexaploiden Pflanzen aus dem Lungau festgestellt (Populationen 50 SUD W2 radst, 51 SUD W2 weiß, 56 MILDIS B tsch und 57 MILDIS B mpn 6x). Sie besitzen z. T. gleich große oder größere Körner als die PAN OE Populationen.

Weiters ist bemerkenswert, daß die SUD O Populationen und STR RAX z. T. deutlich kleinere Pollenkörner als die SUD W Populationen aufweisen.

Damit ist klar dargelegt, daß auf gleichen Ploidiestufen unterschiedliche Pollengrößen ausgebildet werden können und damit ein genereller linearer Zusammenhang mit der Chromosomenzahl nicht gegeben ist. Dies spricht für eine regionale Differenzierung des Gesamtformenkreises, und man kann daher annehmen, daß die Typen MILDIS A (4x) MILDIS B (6x) und die SUD W Populationen einer anderen Entwicklungsreihe angehören als Sippen aus dem Osten Österreichs.

In Abbildung 2 sind die Werte für die Länge der Stomata auf der Blattunterseite (STLU) dargestellt. Eine gewisse Korrelation mit der Chromosomenzahl und den PDMS-Werten ist zwar festzustellen, die

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

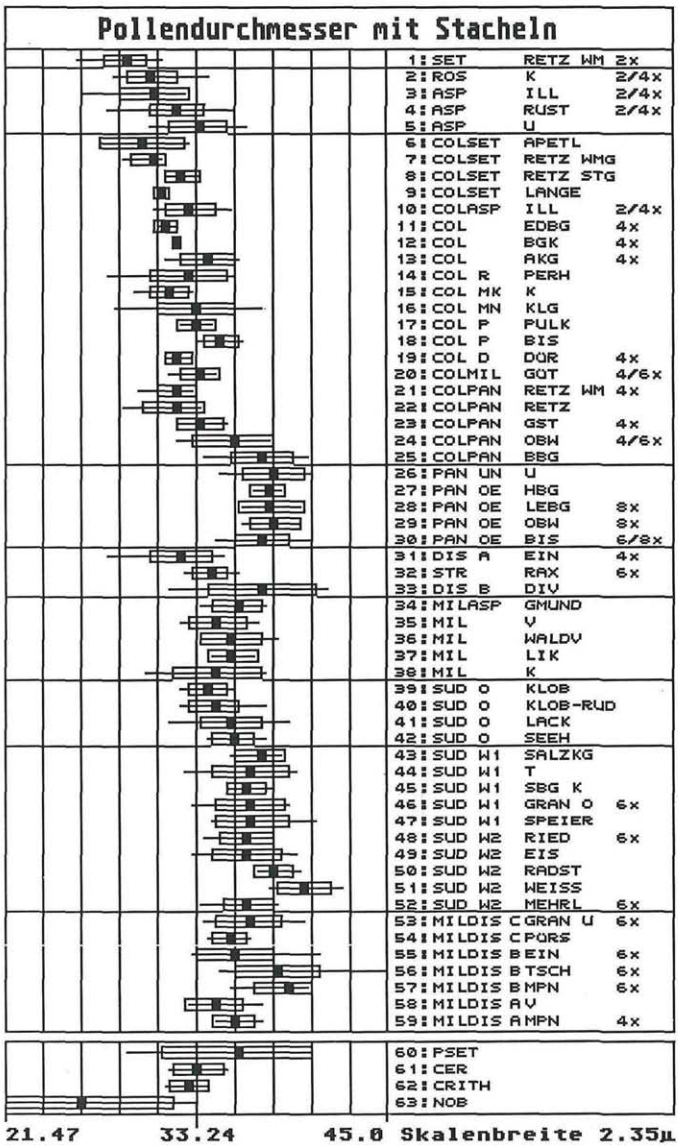


Abb. 1. Populationsmeßwerte für den Pollenkorndurchmesser (inkl. Stacheln) der *A. millefolium*-Gruppe sowie von *„pseudosetacea"*, *A. ceretanica*, *A. crithmifolia* und *A. nobilis* (waagrechter Strich = Spannbreite, durchsichtiges Rechteck = Standardabweichung, schwarzes Rechteck = Mittelwert).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

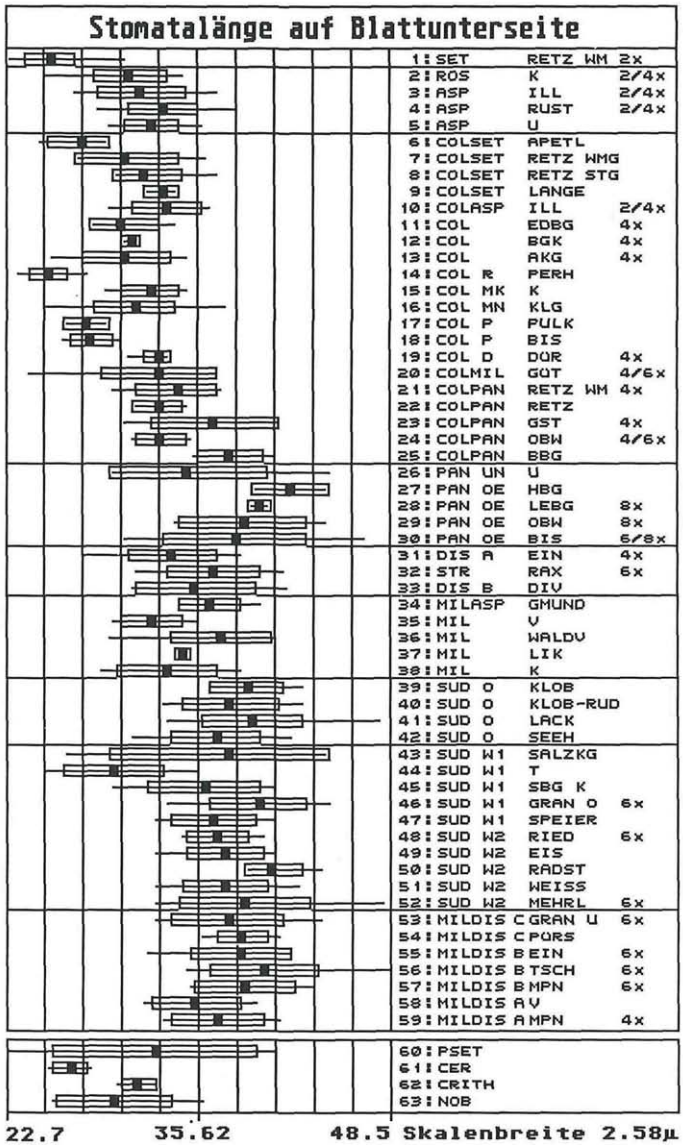


Abb. 2. Populationsmeßwerte für die Spaltöffnungslängen der Blattunterseite der *A. millefolium*-Gruppe sowie von *„pseudosetacea"*, *A. ceretanica*, *A. crithmifolia* und *A. nobilis* (waagrechter Strich = Spannbreite, durchsichtiges Rechteck = Standardabweichung, schwarzes Rechteck = Mittelwert).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Spannbreite innerhalb der Populationen ist z. T. aber sehr groß. Auffällig niedrige Werte zeigen SET und COL R, CER, COLSET apetl und COL P sowie SUD W1 t. Deutliche Unterschiede zu den PDMS Werten treten bei den Pop. 17 und 18 (COL P, PDMS z. T. im Bereich der MIL Gruppen, STLU z. T. im Bereich von COLSET) und bei den COLPAN Populationen auf, die hier nicht so deutlich von eigentlicher COL unterschieden sind.

Die durchschnittliche Länge der Stengelglieder (PFL/KZ), die von EHRENDORFER 1959b u. a. zur Stützung der Annahme einer hybridogenen Introgression von *A. setacea*-Merkmalen bei *A. asplenifolia* und der daraus resultierenden *A. roseo-alba* (und *A. collina*) verwendet wurde, zeigt beim Vergleich aller Gruppen, daß diesem Merkmal keine generelle Bedeutung beigemessen werden kann. Kurze Stengelglieder zeigen COL R, SET, COLSET apetl und SUD W2 speier, lange PAN hbg, SUD O klob & lack und nahezu alle MILDIS Gruppen. Bemerkenswert ist die deutliche Korrelation der Stengelgliedlänge mit dem Fiederabstand der oberen Stengelblätter und FRB.

Interessant sind auch die Werte für das längste Stengelglied am Hauptsproß (SGL). Die kleinsten Werte zeigen COLSET apetl (1,4 cm), COL R (1,43 cm), NOB, CRITH, SET und COL P pulk (ca. 2 cm), auch STR RAX zeigt mit 2,7 cm noch kleine Werte. Extrem lange Stengelglieder weisen MILDIS C pürs, MILDIS A, B sowie ASP u auf (im Mittel von 8 bis 12 cm), etwas kleinere Werte zeigen SUD W2, SUD O Populationen und DIS A.

Die Blattform der oberen Stengelblätter (definiert durch das Verhältnis BLLO/BLLU) zeigt eine große Variationsbreite. Im Mittel nur schwach gestreckte Blätter zeigen NOB (1,5), CRITH (2,5) und schon nicht mehr so deutlich abgesetzt MILDIS A mpn 4x (3,3). Die im Mittel am stärksten gestreckten Blätter besitzt COLSET apetl (11), PAN UN (9,6), COL D (9,2), COL P (9,3), COL akg (8) und COL R (7,7). Auch die ASP Gruppen weisen noch verhältnismäßig hohe Werte auf (ca. 6–7).

Ein weiterer in Bestimmungsschlüsseln verwendeter Merkmalsbereich ist der Grad der Körbchenstandsverzweigung. In WAGENITZ 1979 wird generell eine Verzweigung für *A. asplenifolia, A. collina, A. millefolium* und *A. distans* angegeben. *A. setacea* und *A. pannonica* sollen nur im Köpfchenstand verzweigt sein. Es zeigt sich jedoch, daß z. B. COL R, COL P, COL M immer unverzweigt sind und daß PAN OE auch stark verzweigte Formen aufweisen kann. Die Neigung zu buschigerem Wachstum und stärkerer Verzweigung kann wahrscheinlich durch Mahd oder Beweidung bei allen Kleinarten gefördert werden.

Die Variationsbreite der Hüllenlänge (HL) einzelner Populationen ist sehr groß ($^2/_3$ bis $^3/_4$ der möglichen Gesamtspannbreite [2,5–6 mm]). Tendenziell besitzen SET, ROS und viele COL (ohne COLPAN) kurze, ASP, MILDIS A, B kurze bis mittellange und die restlichen eher lange Hüllen. Auffällig ist, daß im Lungau tendenziell SUD W1 u. a. durch im Mittel kürzere Hüllen von SUD W2 Populationen unterschieden sind.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die Farbe des Hüllblattrandes (HRF) zeigt auffällig starke Variationen. Traditionellerweise wird sie zur Unterscheidung von *A. millefolium* (hellbraun) und *A. sudetica* (dunkelbraun) verwendet. Dunkelbraune Hüllblattränder konnten aber auch bei *A. setacea, A. asplenifolia, A. roseo-alba,* DIS B, einigen MIL Gruppen und anderen Kleinarten beobachtet werden, sodaß diesem Merkmal wohl keine durchgreifende Bedeutung zukommen kann!

Die Behaarungsdichte der Hülle (HHD), die mit der Haardichte am Sproß und den Blättern, nicht jedoch mit der Haarlänge korreliert ist, ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Populationen ASP und ROS zeichnen sich durch fehlende bis schwache, die Populationen COLMIL, MIL k und MILDIS A mpn 4x durch schwache und die Populationen SET, COL P, PAN, PSET, NOB durch besonders starke Behaarung aus. Die Spannbreite innerhalb der COL Gruppen und z. T. auch bei MIL, SUD und MILDIS B, C ist sehr groß.

Die Rhachisbreite (RB) ist zur Differenzierung einzelner Sippen kaum geeignet. Die kleinsten Werte finden sich bei COL P (im Mittel 0,6 mm) und SET (0,79 mm), die größten bei ASP (1,7 mm), PAN OE (2,0 mm), DIS A (1,9 mm), MILDIS B mpn 6x (1,9 mm) und DIS B (1,8 mm).

Die Zähnung der Rhachis wird in den meisten Bestimmungsschlüsseln der *A. millefolium*-Gruppe zur Abtrennung von *A. distans* verwendet (z. B. WAGENITZ 1979). Bei genauer Betrachtung zeigt sich aber, daß neben *A. distans* auch alle MILDIS Typen, viele SUD- und PAN OE Belege eine deutlich gezähnte Blattspindel aufweisen. Unserer Meinung nach entsteht diese Zähnung durch das Einfließen der unteren Fiedern 1. Ordnung bei Verbreiterung des Spreitenteiles der Rhachis und dürfte daher keine besondere Bedeutung haben.

Die Fiederrhachisbreite (FRB) erlaubt im Gegensatz zur RB eine deutlichere Abgrenzung von SET (249–340 µm), COL P (460–500 µm), COL R (um 460 µm) und COLSET (um 520 µm) von den übrigen Populationen (Mittelwerte über 540 µm, nur vereinzelt Minimalwerte unter 400 µm). Auffällig breite Fiederrhachen besitzen DIS A, B (um 1380 µm), ASP rust (um 1200 µm) und MILDIS A mpn 4x (um 1200 µm). Dieses Merkmal ist deutlich korreliert mit der durchschnittlichen Stengelgliedlänge.

Die Zähnchenzahl einer Fiederhälfte (FZZMI, FZZMA), die ein Maß für den Zerteilungsgrad der Fieder darstellt (BISTE 1978), ist ein weiteres Merkmal, das DIS A gut charakterisiert (im Mittel 25–35, Abb. 6 d). Die in der Fiederform der Rosettenblätter ähnliche Population COL D hat ebenfalls viele Zähnchen (20–26, Fiederform Abb. 7 b). Der gleiche Zerteilungsgrad ist auch bei SUD W2 weiß zu beobachten. Wenig geteilte Fiedern besitzen CRITH (3–4, Abb. 7 c) und CER (5–6, Abb. 7 e). Innerhalb der *A. millefolium*-Gruppe zeigen PSET (Abb. 7 f), COL P (Abb. 6 h) und COLSET im Mittel Werte im Bereich von 4–6.

Die Meßwerte der Endzipfelbreite (FEZB) betonen wieder die Sonderstellung von *A. setacea* (199–398 µm), COLSET apetl (um 316 µm) und

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

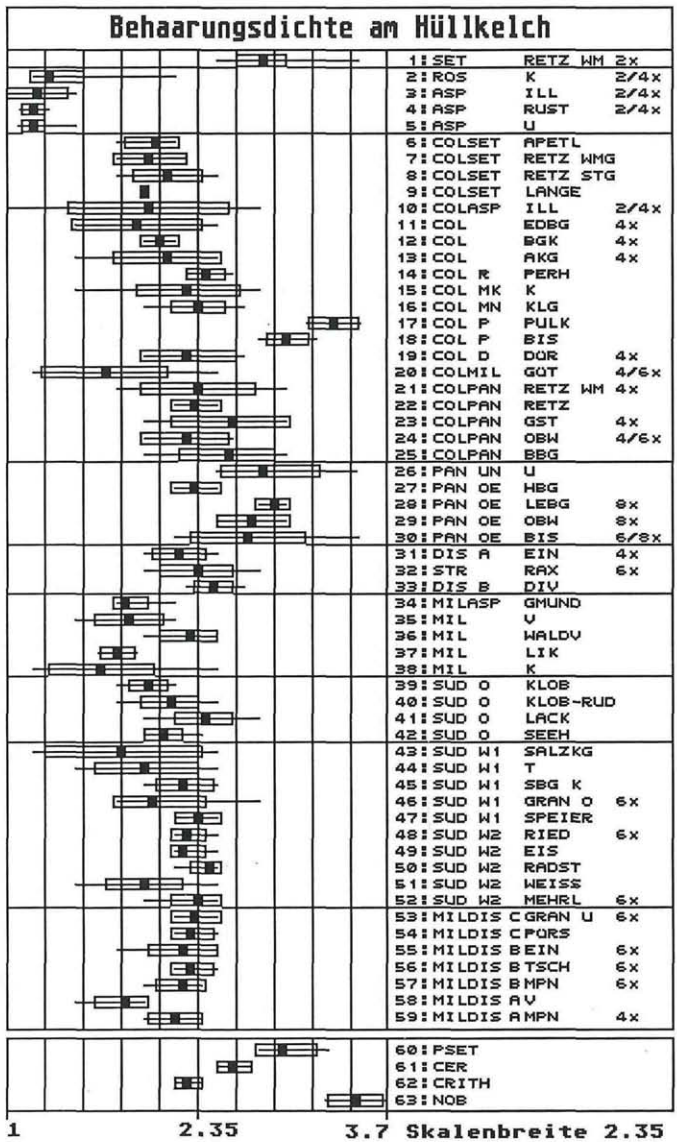


Abb. 3. Populationsmeßwerte der Behaarungsdichte an der Hülle der *A. millefolium*-Gruppe sowie von *„pseudosetacea"*, *A. ceretanica*, *A. crithmifolia* und *A. nobilis* (waagrechter Strich = Spannbreite, durchsichtiges Rechteck = Standardabweichung, schwarzes Rechteck = Mittelwert).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

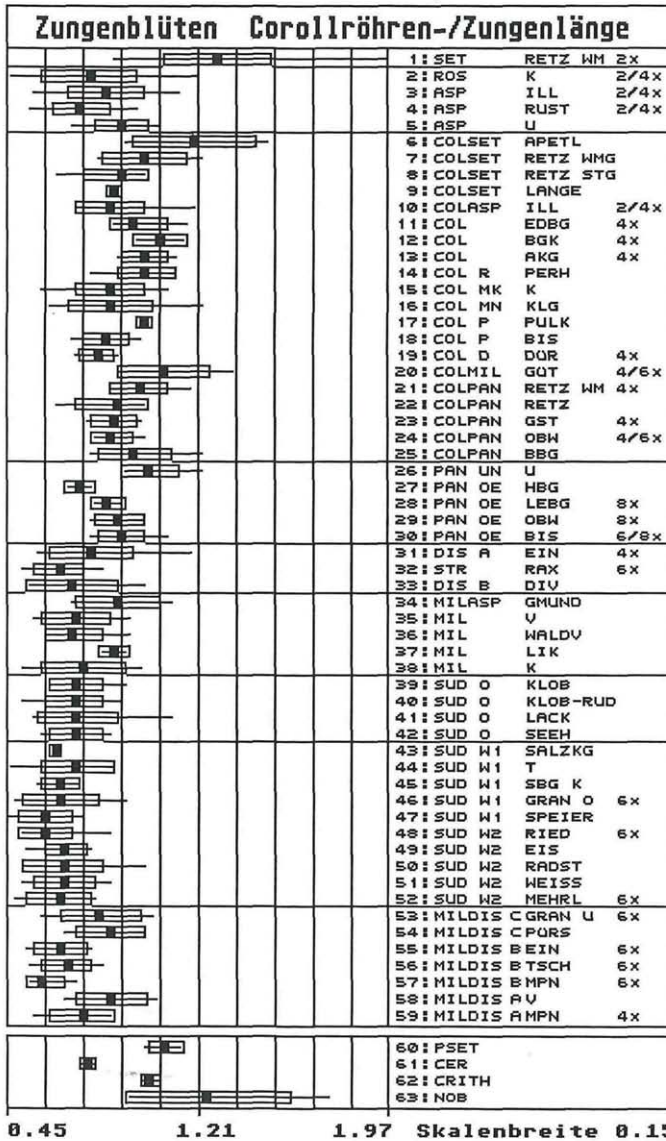


Abb. 4. Populationsmeßwerte der Indexwerte Corollröhrenlänge/Zungenlänge der *A. millefolium*-Gruppe sowie von *„pseudosetacea"*, *A. ceretanica*, *A. crithmifolia* und *A. nobilis* (waagrechter Strich = Spannbreite, durchsichtiges Rechteck = Standardabweichung, schwarzes Rechteck = Mittelwert).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

COL P (300–400 µm). Mit ihren etwas größeren Werten schließen nahezu alle *collina*-ähnlichen Populationen und die östliche Gruppe PAN UN an. Die größten Werte weisen MILDIS A, B, SUD, DIS A, B und ASP Populationen auf. Diese Befunde stehen, mit Ausnahme von *A. setacea,* im Gegensatz zu BISTE 1978. Bei Betrachtung der Indexzahlen der Endzipfellänge/-breite ist auffällig, daß im Mittel Populationen von SUD W (1,2–2,6) und SET (2,7) die höchsten Werte, PAN OE hbg (1,0), PAN OE lebg (1,0), MILDIS A mpn 4x (1,17), DIS B (1,23), COL D (1,25) und DIS A (1,4), sowie ASP (1,1–1,4) und nur zwei von SUD O [klob (1,2), seeh (1,3)] die niedrigsten Werte zeigen. Eher niedrige Werte finden sich bei vielen COL, eher höhere Werte bei vielen MIL und SUD Populationen.

Die bisher besprochenen, in der Literatur als wesentlich erachteten Merkmale erlauben schon im univariaten Vergleich eine eindeutige Abtrennung von *A. nobilis* und *A. crithmifolia* von der *A. millefolium*-Gruppe. *A. ceretanica* und *„A. pseudosetacea"* sind durch einige Merkmale mit SET, COL R, COL P und PAN UN verbunden. Innerhalb der *A. millefolium*-Gruppe können nur SET, COL P, COL R, DIS A, B und PAN relativ eindeutig von den anderen Gruppen unterschieden werden.

Ein bisher nicht beachtetes Merkmal ist die Länge des terminalen Körbchenstandes (BTSTL). Der Großteil der Populationen besitzt Mittelwerte im Bereich zwischen 1–2 cm, ausgenommen die Populationen COLMIL (im Mittel 2,9 cm), COL D (2,7 cm), einzelne COLPAN und PAN (2,5–4,2 cm). Die kürzesten terminalen Körbchenstände sind bei COL R (0,78 cm) und MILDIS A mpn 4x (0,82 cm) zu beobachten.

Die Größe der Zungen (ZBZL, ZBZB) ist ebenfalls sehr unterschiedlich. Die kleinsten besitzen *A. setacea* (700–1900 µm lang, 1000–2500 µm breit), die *A. setacea* ähnliche Population COLSET apetl und einzelne COL Gruppen. Die größten Zungen finden sich bei DIS B, STR RAX und SUD W-Populationen (im Mittel 2000–3000 µm lang, 2800–3400 µm breit).

Ein weiteres Merkmal, das die Sonderstellung von *A. setacea* unterstreicht, ist das Verhältnis Corollröhrenlänge / Zungenlänge der Zungenblüten (Abb. 4). Die Werte für SET liegen meist über 1, d. h. die Corollröhre ist fast immer länger als die Zunge (Abb. 5 a), eine Merkmalskombination, die sonst nur bei COLSET apetl und NOB beobachtet wurde. Ein Verhältnis von ca. 1 im Mittel findet sich bei *A. pannonica* (Abb. 5 d) und *A. collina*-ähnlichen Belegen, kleinere Werte bei *A. asplenifolia, A. roseoalba, A. millefolium,* MILDIS A und C und SUD O, die kleinsten bei SUD W (Abb. 5 c) und MILDIS B Gruppen. Bei den beiden letzten Typen unterliegt der Betrachter oft einer optischen Täuschung da durch die kurzen ZBCRL das Verhältnis ZBZL/ZBZB zu niedrig eingeschätzt wird, d. h. die Zunge scheint deutlich breiter zu sein. Die Belege der Population MILASP gmund und MIL k zeigen etwas höhere Werte als die anderen MIL und SUD Gruppen.

Zur Verdeutlichung der Trennkapazität einiger Blütenmerkmale wurden in Abbildung 8 die Populationsmittelwerte für die ZBZB (X-Achse),

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

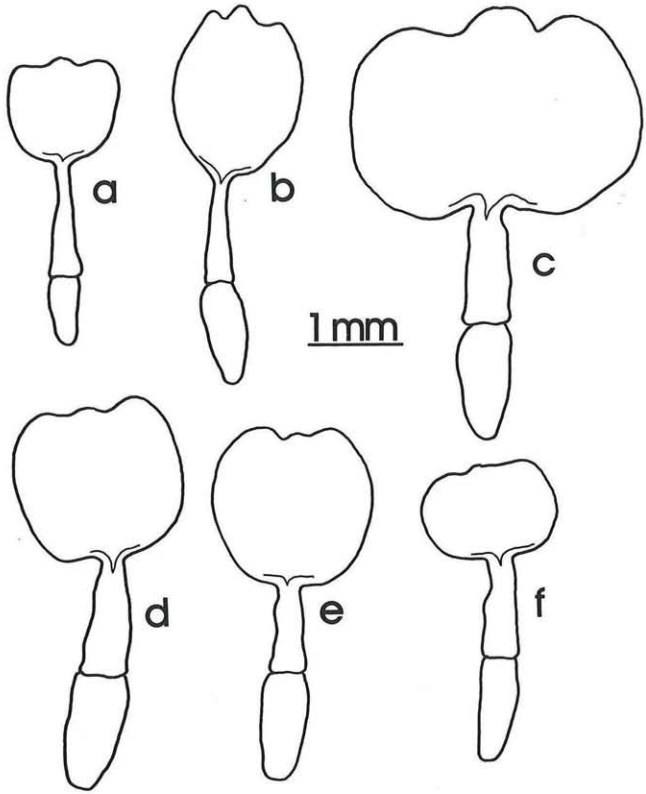


Abb. 5. Darstellung der Zungenblüten einiger Vertreter der *A. millefolium*-Gruppe (Abkürzungen s. Tabellen 1 & 2 in SAUKEL & LÄNGER 1992). – a SET, b DIS A, c SUD W weiß, d PAN bis, e ASP und f COLSET retz wgz.

das Verhältnis ZBCRL/ZBZL (Y-Achse) und den PDMS (Z-Achse) eingetragen; die beiden Teilabbildungen unterscheiden sich nur durch die unterschiedliche Ansicht. NOB, SET und COLSET apetl sind durch die kleinen PDMS-Werte und die im Verhältnis zur Zunge langen Corollröhren ausgezeichnet. Im Verhältnis zur Zunge noch immer lange Corollröhren zeigen auch einige COL-Populationen (Gruppe 3 in Abb. 8), CRITH, PSET und PAN UN; wobei PSET und PAN UN durch die großen PDMS-Werte deutlich abgesetzt sind. MILDIS A und C liegt zwischen der zweiten COL Gruppe (Gruppe 4 in Abb. 8) und der Übergangsform COPLAN (Gruppe 7), hat aber größere PDMS-Werte als die MIL und SUD O Populationen (Gruppe 11). ROS und ASP (Gruppe 5) gliedern sich mit DIS A (Gruppe 16, nur im linken Teilbild zu sehen), COL D (Gruppe 10) und CER (Gruppe 13) an die COL Gruppe (Gruppe 4) an. Sehr deutlich ist auch die unterschiedliche Lage von MIL und SUD O (Gruppe 11) gegenüber DIS B, MILDIS B und SUD W

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

(zusammengefaßt in Gruppe 12) zu erkennen. STR RAX gehört in den Bereich der Gruppe 11 (gleiches Symbol!) wurde aber wegen der vermittelnden Stellung (ZBZB und das Verhältnis ZBCRL/ZBZL entsprechen der Gruppe 12, der PDMS entspricht der Gruppe 11) nicht mit in den Polygonzug eingeschlossen.

Die Zahl der Fiedern der oberen Stengelblätter (FZ) ist im Mittel höher bei SET, ROS, ASP, COL u. ä. und PAN. Besonders viele Fiedern besitzen die Blätter von COL P bis (35) und COL P pulk (29). Durch sehr wenige Fiedern sind NOB (im Mittel 7,4), DIS B (im Mittel 10,9) und CRITH (11,0)

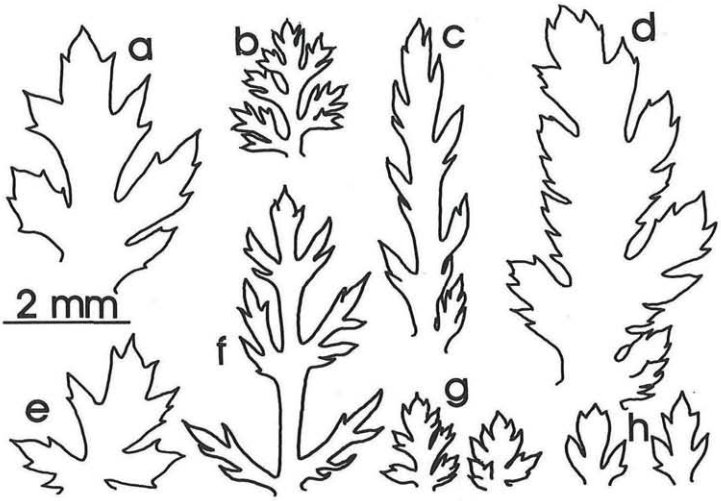


Abb. 6. Fiederformen einiger Vertreter der *A. millefolium*-Gruppe (Abkürzungen s. Tabellen 1 & 2 in SAUKEL & LÄNGER 1992). – a und e ASP, b SET, c STR RAX, d DIS A, f SUD O. g COL und h COL A (Abbildung 6 und 7 im gleichen Maßstab).

ausgezeichnet. Der mittlere Fiederabstand (BLLO/FZ) ist bei COL P (0,78), CER (0,87) und bei SET (0,89) am niedrigsten. Ebenfalls niedrige Werte zeigen COL R (0,93) und COLSET apetl (1,12). Sehr entfernt stehen die Fiedern bei DIS B (4,2 mm) und DIS A (3,8 mm), etwas enger bei MILDIS A, B und SUD W2. Die von BISTE 1978 vermutete modifikative Veränderlichkeit dieses Merkmals trifft nach unseren Erfahrungen bei der Kultivierung, wohl für die Rosetten- und unteren Stengelblätter, nicht jedoch für die oberen Stengelblätter zu.

Die größten Fiedern (ausgedrückt durch FLSM und FBSM) besitzen DIS A, SUD W2 und MILDIS A, B (im Mittel 7–12 mm lang und 4,5–8 mm breit).

Die Fiederproportion (ausgedrückt durch FLSM/FBSM) charakterisiert besonders gut DIS A, B (Fiedern bis 3,5 so lang wie breit, DIS A – Abb. 6 d), STR RAX (bis zu 3,6 mal so lang wie breit, Abb. 6 c) und NOB (bis

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

2,75). Die kleinsten Werte (um 1) sind bei SET (Abb. 6 b), einzelnen COL und COL P zu beobachten. In Abb. 6 sind auch die Fiedern von COL akg (Abb. 6 g), SUD O (Abb. 6 c) und ASP (Abb. 6 a & e) dargestellt.

Die Art des Fiederansatzes (FAN) an den oberen Stengelblättern ist ein vor allem an lebenden Pflanzen habitusbestimmendes Merkmal. Im Bereich der Niederen Tauern (teilweise auch im pannonischen Gebiet) besteht ein deutlicher Zusammenhang mit dem Substrat. Auf sauren Böden treten gehäuft Sippen mit quer ansetzenden Fiedern auf, dagegen ist auf basischem Substrat meist der flache Ansatz vertreten. Verpflanzungsversuche haben aber bewiesen, daß dieses Merkmal nicht direkt vom pH-Wert

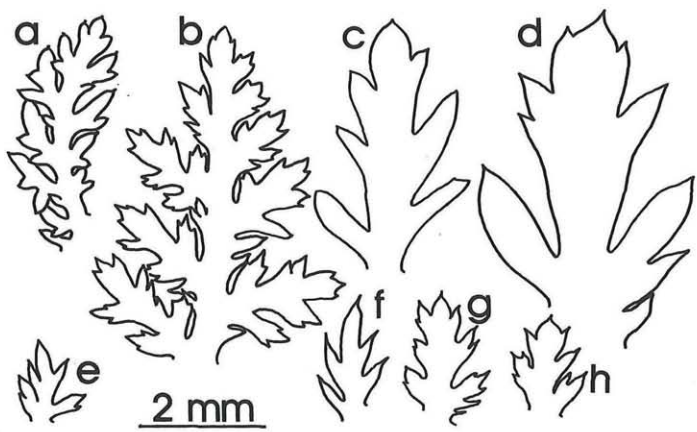


Abb. 7. Fiederformen einiger Vertreter der Gattung *Achillea* (Abkürzungen s. Tabellen 1 & 2 in SAUKEL & LÄNGER 1992). – a *A. nobilis*, b COL D, c *A- crithmifolia*, d SUD W Pordoj Joch, e *A. ceretanica*, f PSET, g MILASP gmund und h PAN bis (Abbildung 6 und 7 im gleichen Maßstab).

des Bodens abhängig ist. Eine Differenzierung in Kalk- und Silikatformen könnte jedenfalls mit zu der großen Formenvielfalt beitragen. Weiters ist bemerkenswert, daß quergestellte Fiedern meist mit einer höheren Fieder- und Knotenzahl kombiniert auftreten.

Die distalen Knorpelspitzen der Fiedern zeigen in ihrer Größe (FKSL, FKSB) innerhalb der *A. millefolium*-Gruppe keine signifikanten Unterschiede, einzig bei DIS B sind sie kürzer und schmäler. Für *A. asplenifolia* werden die Knorpelspitzen als stechend hervorgehoben, was aber anatomisch nicht auffällt. Bemerkenswert ist hingegen, daß die Fiedern hier meist einen im Mikroskop auffallenden, weißen Knorpelrand (nicht nur an der Spitze) besitzen. Nur bei *A. setacea* sind die Knorpelspitzen aufgesetzt und verlaufen nicht, wie bei der sonst ähnlichen

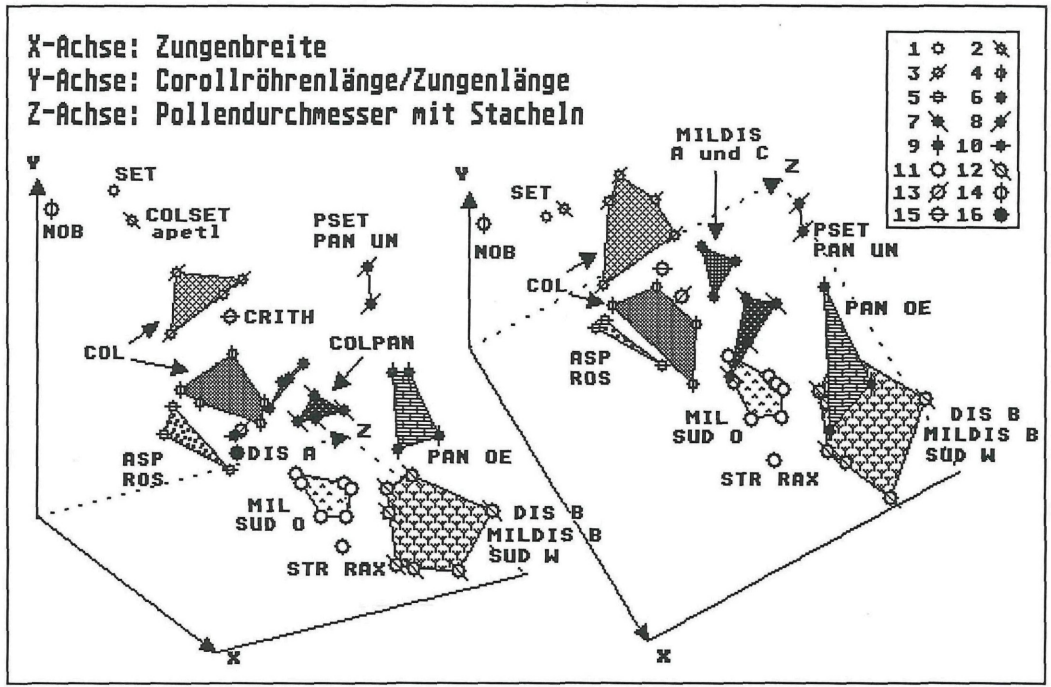


Abb. 8. Streudiagramm der Werte der Zungenbreiten (X-Achse), der Verhältniszahlen Corollröhrenlänge/Zungenlänge und der Pollendurchmesser mit Stacheln für die 63 Populationen. Die Codierung der Gruppen ist: 1 SET; 2 COLSET apetl; 3 COLSET retz wmg, COL bgk/akg, COL R, COL P pulk und COLMIL; 4 COLSET retz stg/lange, COLASP, COL edbg, COL M, COLPAN retz wm/retz; 5 ASP und ROS; 6 MILASP, MILDIS A, MILDIS C pürs; 7 COL P bis, COLPAN gst/obw/bbg; 8 PAN UN und PSET; 9 PAN OE; 10 COL D; 11 MIL, SUD O und STR RAX; 12 MILDIS B, SUD W1/W2; 13 CER; 14 NOB; 15 CRITH.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

PSET, kontinuierlich in die Fiederfläche. Bei NOB und CRITH sind die Knorpelspitzen auffällig kurz, bei CRITH sind sie überdies immer breiter als lang.

Die Deckhaarlänge an den Blättern zeigt keine deutlichen Unterschiede zwischen den Kleinarten. Die kürzesten Haare finden sich bei *A. setacea* (i. M. 345 µm), bei einigen COL Gruppen und bei MILDIS C pürs, die längsten bei SUD O, DIS A, STR RAX, SUD W und MILDIS B mpn 6x.

An dieser Stelle soll auch noch auf den bisher vernachlässigten Merkmalsbereich der Überlebensstrategien der *Achillea*-Pflanzen aufmerksam gemacht werden. Durch eigene Kulturversuche (SAUKEL & LÄNGER 1990) wissen wir, daß nicht alle *Achillea*-Sippen tatsächlich ausdauernd sind. Sehr oft erschöpft sich das Wachstum bereits im zweiten Jahr der Kultur. Praktisch alle *A. pannonica* zuzuordnenden Pflanzen, die Population COL D und einige aus dem Lungau und der Obersteiermark stammende Exemplare waren über bisher fünf Jahre unverändert vital und bildeten [im Gegensatz zu Literaturangaben (WAGENITZ 1979)], einen kräftigen Wurzelstock aus. Überhaupt konnten im Alpenbereich vermehrt Pflanzen beobachtet werden, die bis zu fingerdicke Rhizome aufwiesen und noch die abgestorbenen Reste der Vorjahrstriebe trugen (z. B. DIS A, MILDIS). Am selben Fundort gibt es aber wieder solche, die sich offensichtlich nur durch Blattrosetten am Ende von Ausläufern und durch Fruchtausstreuung am Weiterleben erhalten. Es liegen also durchaus verschiedene Überlebensstrategien vor, die in verschiedenen Regionen und bei verschiedenen Kleinarten und Populationen in unterschiedlicher Häufigkeit manifestiert sind.

Weiters sollte auch der phänologischen Isolation vermehrte Aufmerksamkeit entgegen gebracht werden (vgl. SAUKEL & LÄNGER 1992). Dieses Merkmal läßt sich allerdings nur in klimatisch einheitlichen Klimazonen und bei der Charakterisierung der ersten im Jahr erscheinenden Triebe zur Differenzierung verwenden. Im kollinen bis montanen Bereich von Niederösterreich zeigt sich etwa folgende Abfolge: *A. setacea* (Mai), MILDIS A (Anfang Juni), *A. pannonica* (Juni), *A. collina s. l.* (Juni bis Juli, massives Hervortreten einzelner Sippen oft erst im August), *A. millefolum, A. stricta* und *A. distans* (Juli bis August).

Bei den restlichen, hier nicht näher erläuterten Merkmalen zeigen sich meist ebenfalls Tendenzen, die aber oft nur in Form der Populationsmittelwerte verwendet werden können.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß bei Anwendung von Einzelmerkmalen oder einfachen Merkmalskombinationen nahezu alle Vertreter von *A. nobilis, A. crithmifolia, A. ceretanica, A. setacea, A. stricta* und DIS A, B bestimmt werden können.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

4. Multivariate Klassifikation

Bei der Betrachtung von Pflanzen wird der Gesamteindruck durch eine Fülle von Merkmalen bestimmt, die gleichzeitig verarbeitet werden („interne multivariate Analyse"). Bestimmend für den Gesamteindruck sind:

Form und Größe des Einzel- und Gesamtköpfchenstandes; Farbe und Größe der Blüten und des Hüllkelches; Zahl der Stengelknoten und die Stengelgliedlänge; Form und Größe der unteren und oberen Sproßblätter; Raumgestalt der Blätter (flach oder ± dreidimensional, Fiedern dicht oder locker stehend); Winkel zwischen Blättern und Sproß; Farbe der Pflanze; weiters fließen sicher auch der Fund- und Standort in die Betrachtungen ein.

Multivariate Klassifikationen [hierarchische Clusteranalyse WARD-Algorithmus (zit. in FAHRMEIR & HAMERLE 1984), nicht hierarchische MOBCENTR-Analyse (SAUKEL & LÄNGER 1989)] werden von uns als unterstützendes Hilfsmittel zur Erarbeitung von Zusammenhängen und auch zur Überprüfung der Anwendungsmöglichkeiten von Merkmalen benutzt. Keineswegs aber können diese Verfahren die persönliche Erfahrung und Einschätzung ersetzen. Weiters kann die Hinzunahme oder das Weglassen von Objekten zu erheblichen Änderungen der Klassifikation führen. Die vorgestellten Ergebnisse sind daher eine Momentaufnahme der Zusammenhänge der hierfür ausgewählten Populationen.

Für die Berechnungen wurden der Übersichtlichkeit wegen nur die Mittelwerte von 56 ausgewählten Populationen benutzt. Zur Erhöhung der Trennschärfe der Analysen wurden die im Regelfall leicht kenntlichen Sippen *A. setacea, A. ceretanica, A. stricta,* DIS A und DIS B, *A. nobilis, A. crithmifolia* nicht in die Berechnungen mit einbezogen. Folgende Merkmalskombinationen (nur metrische Merkmale) wurden mit beiden Klassifikationsalgorithmen durchgerechnet: Habitus-, Blatt-, Blütenmerkmale, Differentialmerkmale der Literatur und alle Merkmale.

Für eine zusammenfassende und übersichtliche Darstellung wurden die Klassifikationsergebnisse in Abbildung 9 graphisch dargestellt. In dieser Abbildung entspricht jede Zeile einer der 56 verwendeten Populationen; jede Spalte entspricht einer Klasse einer Klassifikation (vgl. Legende zur Abbildung). Der senkrechte Strich gibt die Zugehörigkeit zu einer Klasse an. Durch entsprechendes Sortieren wurden gleichwertige oder ähnliche Spalten oder/und Zeilen zu Blöcken zusammengefaßt. Das Gesamtergebnis der zehn Berechnungen führt zu fünf Hauptgruppen, die teilweise noch aufgegliedert werden können:

1. ASP und ROS (Zeile 1–4)

Beide Taxa sind beinahe in allen Berechnungen in einer isolierten Klasse zusammengefaßt. Dementsprechend zeigt die Abbildung nur über

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Zeile 4 (ROS) mit den Spalten 27 und 28 (Blattmerkmale) eine Verbindung zum MIL Komplex. Die ASP Populationen sind über Spalte 3 (Blattmerkmale) mit COLASP (Zeile 46) verbunden.

2. MIL-SUD Komplex (Zeilen 5 bis 27)

Die MIL und MILDIS B sowie MILDIS C Populationen sind von den SUD-Populationen aufgrund der metrischen Merkmale nicht eindeutig abtrennbar auch die Unterteilung der SUD Population gelingt nicht durchgreifend, außer es werden Prioritäten bei der Merkmalsauswahl getroffen, dies ist allerdings beim Vergleich aller 56 Populationen nicht möglich.

Abb. 9. Graphische Darstellung der Klassifikationsergebnisse der multivariaten Analyse von 56 Gruppen/Populationen der *A. millefolium*-Gruppe.

Spaltenreihenfolge – A, C, E, G, I: CLUSTER-Analyse nach WARD; B, D, F, H, J: MOBCENTR-Analyse; A, B Meßdaten ohne Verhältniszahlen; C, D wichtige Differentialmerkmale; E, F Habitusmerkmale; G, H Blattmerkmale; I, J Blütenmerkmale:

1: J	2: B	3: H	4: D	5: F	6: I	7: E	8: A	9: C	10: G	11: C	12: F
13: E	14: H	15: D	16: B	17: A	18: I	19: J	20: B	21: A	22: D	23: C	24: E
25: F	26: G	27: H	28: E	29: D	30: G	31: C	32: E	33: F	34: A	35: J	36: I
37: I	38: B	39: H	40: J	41: D	42: G	43: F	44: C	45: A	46: H	47: E	48: I
49: A	50: C	51: D	52: F	53: E	54: D	55: H	56: B	57: G	58: H	59: F	60: G
61: D	62: B	63: F	64: J	65: E	66: C	67: G	68: B	69: A	70: H	71: D	72: F
73: I	74: J	75: C	76: H	77: E	78: G	79: I	80: A	81: C	82: F	83: E	84: J
85: D	86: H	87: G	88: I	89: C	90: E	91: F	92: B	93: G	94: E	95: F	96: D
97: C	98: J	99: I	100: A	101: H	102: B	103: E	104: F	105: G	106: J	107: B	108: C
109: A	110: H	111: D	112: G								

Zeilenreihenfolge: (Abkürzungen siehe Tab. 1 & 2 in SAUKEL & LÄNGER 1992)

1:	ASP	u		2:	ASP	ill	2(4)x	3:	ASP	rust	2(4)x
4:	ROS	k	2(4)x	5:	SUD W2	mehrl	6x	6:	SUD W2	ried	6x
7:	SUD W2	eis		8:	MILDIS B	mpn	6x	9:	MILDIS B	ein	6x
10:	SUD W2	radst		11:	SUD W2	weiß		12:	SUD W1	speier	
13:	SUD W1	gran o	6x	14:	SUD W1	salzkg		15:	MILDIS B	tsch	6x
16:	MILDIS C	gran u	6x	17:	MILDIS C	pürs		18:	SUD O	klob	
19:	SUD O	seeh		20:	SUD O	klob-rud		21:	SUD O	lack	
22:	SUD W1	t		23:	SUD W1	sbg k		24:	MIL	lik	
25:	MIL	k		26:	MIL	v		27:	MIL	waldv	
28:	MILDIS A	v		29:	MILDIS A	mpn	4x	30:	COL M	k	
31:	MILASP	gmund		32:	COL M	klg		33:	COL D	dür	4x
34:	PSET			35:	PAN UN	u		36:	COL P	bis	
37:	COL P	pulk		38:	COLSET	apetl		39:	COL R	perh	
40:	COL	akg	4x	41:	COL	bgk	4x	42:	COLSET	lange	
43:	COLSET	retz wmg		44:	COLSET	retz stg		45:	COLPAN	retz wm	4x
46:	COLASP	ill	2/4x	47:	COL	edbg	4x	48:	COLPAN	retz	
49:	COLMIL	güt	4/6x	50:	COLPAN	gst	4x	51:	COLPAN	obw	4/6x
52:	COLPAN	bbg		53:	PAN OE	hbg		54:	PAN OE	bis	6/8x
55:	PAN OE	obw	8x	56:	PAN OE	lebg	8x				

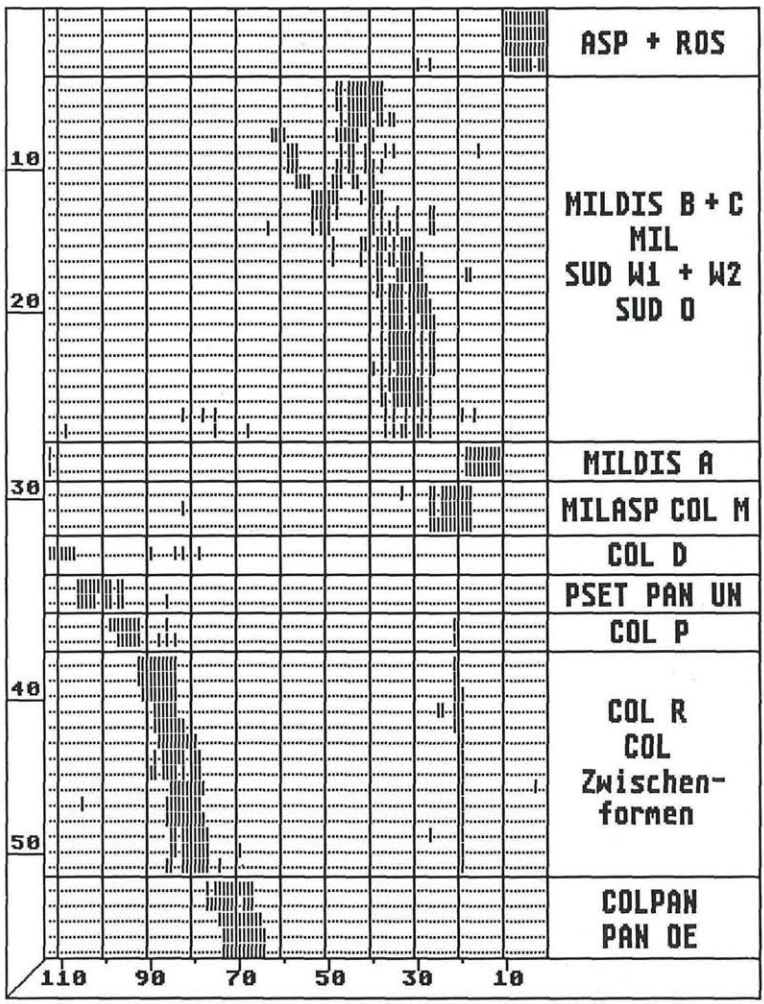
©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

3. MILDIS A (Zeilen 28 und 29)

Dieser Typ ist in den meisten Klassifikationen eindeutig abgegliedert und nimmt daher eine beinahe so isolierte Stellung ein wie ASP und ROS. Diese Gruppe ist über die Spalten 28, 29 (Blütenmerkmale) mit der MILASP - COL M Gruppe und über die Spalte 112 (Blattmerkmale Cluster-Analyse) mit COL D verbunden.

4. MILASP und COL M (Zeilen 30 bis 32)

Die Population MILASP und COL M bilden gemeinsam eine zwischen den Gruppen 2, 3 und 4 vermittelnde Einheit. Unter Verwendung aller



©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Meßdaten ist diese Gruppe über die Spalten 20 und 21 mit dem COL R+COL+Zwischenformen Block verbunden.

5. COL- und PAN-Populationen (Zeilen 33 bis 56)

Dieser Block kann in folgende, nach ihrer Ähnlichkeit geordnete, Gruppen aufgegliedert werden: COL D, PSET+PAN UN, COL P, COL R+COL+Zwischenformen, COLPAN+PAN OE. Die schon bei den Merkmalsanalysen auffällige Population COL D ist nur über Habitus- und Blütenmerkmale mit dem COL R+COL+Zwischenformen Block verbunden. Die Gruppe PSET PAN UN zeigt ebenfalls eine relative Unabhängigkeit und ist nahezu nur mit der COL P Gruppe verbunden. Die COL R+COL+Zwischenformen Gruppe zeigt sehr deutlich den graduellen Übergang von extrem *A. setacea*-ähnlichen Populationen (COLSET apetl, Zeile 38) über COL und *A. pannonica*-ähnlichen Populationen bis hin zu eigentlicher *A. pannonica* (Typ PAN OE).

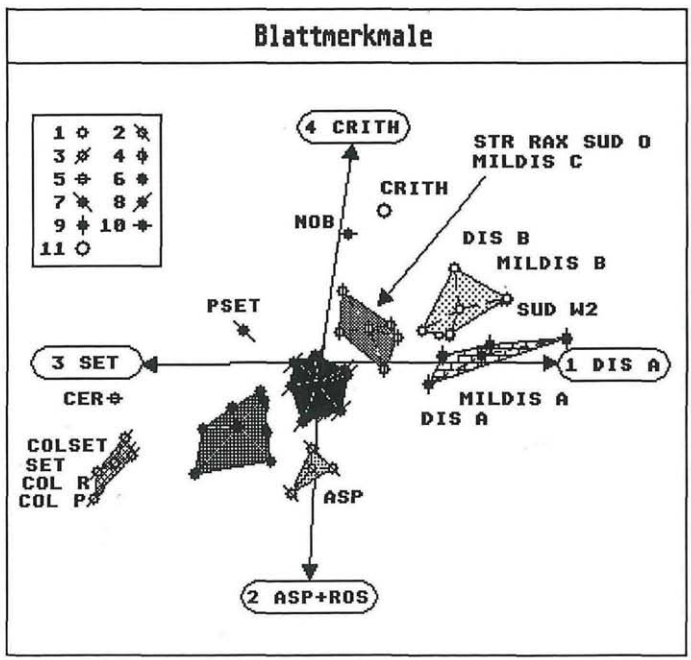


Abb. 10. Ähnlichkeitsdiagramm nach metrischen Blattmerkmalen von Vertretern der *A. millefolium*-Gruppe, *A. nobilis, A. crithmifolia, A. ceretanica* und *„pseudosetacea"*. Die vier Achsen repräsentieren: 1 DIS A, 2 ASP + ROS, 3 SET und 4 CRITH. Die Codierung der Gruppen 1–11 ist: 1 DIS B, SUD W2 ried / eis /radst / mehrl, MILDIS B; 2 ASP; 3 SET, COLSET apetl, COL R und COL P; 4 STR RAX, SUD O und MILDIS C; 5 CER; 6 COLSET retz wmg / retz stg / lange, COL, COL M, ROS, MILASP, COLPAN retz wm / retz / obw, PAN UN, PAN OE lebg; 7 PSET; 8 COLASP, COLMIL, COLPAN gst / bbg, PAN OE hbg / obw / bis, MIL, SUD W1, SUD W2 speier; 9 DIS A, MILDIS A, SUD W2 weiß; 10 NOB; 11 CRITH.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

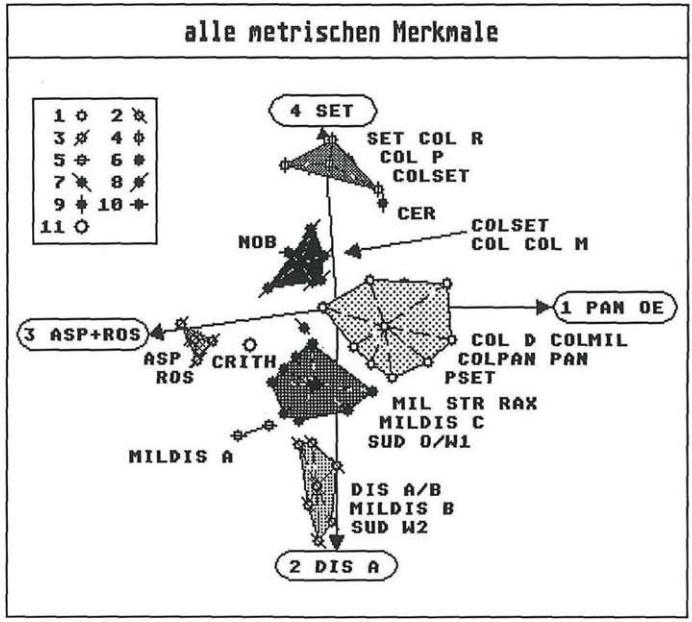


Abb. 11. Ähnlichkeitsdiagramm nach allen metrischen Merkmalen von Vertretern der *A. millefolium*-Gruppe, *A. nobilis, A. crithmifolia, A. ceretanica* und *„pseudosetacea"*. Die vier Achsen repräsentieren: 1 PAN OE, 2 DIS A, 3 ASP + ROS, 4 SET. Die Codierung der Gruppen 1–11 ist: 1 COL D, COLMIL, COLPAN, PAN UN, PAN OE, PSET; 2 DIS A, B, MILDIS B, SUD W2; 3 ASP, ROS; 4 SET, COLSET apetl, COL R, COL P; 5 MILDIS A; 6 MIL, STR RAX, SUD O, SUD W1, MILDIS C; 7 COLASP; 8 COLSET retz stg / wmg / lange, COL, COL M, MILASP; 9 CER; 10 NOB; 11 CRITH.

Um auch die Position der oben nicht berücksichtigten Populationen im Gesamtrahmen aufzuzeigen, wurde eine weitere graphische Darstellungsmethode verwendet (Abbildungen 10 und 11). Diese neue Methode erlaubt die zweidimensionale Darstellung des vieldimensionalen Ähnlichkeitsgefüges in bezug auf mindestens drei ausgewählte Referenzgruppen. An Abb. 9 soll kurz der Berechnungsvorgang dargestellt werden (Detaillierte Information kann von den Autoren angefordert werden.):

1. Auswahl der Referenzgruppen (hier 4 → DIS A, ASP + ROS, SET und CRITH, ausgewählt nach möglichst unterschiedlicher Ausprägung der Blattmerkmale);
2. Berechnung der euklidischen Abstände dieser Referenzgruppen zueinander;
3. Auswahl der beiden unähnlichsten Referenzgruppen und zeichnen einer Linie deren Länge dem Abstand proportional ist → Lage der ersten beiden Punkte definiert!
4. Zeichnen von zwei Kreisen (die Mittelpunkte entsprechen den Endpunkten der Linie), deren Radien den Abständen der nächsten noch nicht berücksichtigten Referenzgruppe zu den beiden vorhergehenden Referenzgruppen entsprechen und

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Ermittlung eines Schnittpunktes der beiden Kreise → damit ist die Lage der dritten Referenzgruppe vorgegeben;

5. analoge Vorgangsweise wie unter 4 für die letzte Referenzgruppe → Ermittlung einer kleinsten Schnittfläche (im Idealfall eines Schnittpunktes) von drei Kreisen → Lage des letzten Punktes definiert.
6. Ermittlung des Schwerpunktes der vier Referenzgruppenpunkte in der Darstellungsebene. Ausgehend von diesem ist das schiefwinkelige, ebene 4-achsige Koordinatensystem gegeben.
7. Ermittlung der vieldimensionalen euklidischen Abstände aller Populationswerte (Objekte) zu den vier Referenzgruppen.
8. Auftragen des Betrages dieser Abstände auf die entsprechenden Achsen des Systems (errichten der Objektvektoren).
9. Ermittlung des Schwerpunktes der vier Objektvektoren für alle Objekte; diese Schwerpunkte sind die gesuchten Punkte der Projektion in die Ebene.

Die Güte der Abbildung kann durch Vergleich der vieldimensionalen Abstände mit den Abständen in der Projektion der Referenzgruppen oder/und der Objekte ermittelt werden. Der Einfachheit halber geben wir in Tabelle 1 nur den Vergleich der Abstände für die Referenzgruppen wieder.

Tabelle 1.

Vergleich der Abstände (umgerechnet in Prozent) der vier Referenzgruppen (1 = DIS A, 2 = ASP+ROS, 3 = SET und 4 = CRITH) im vieldimensionalen Merkmalsraum (19 metrische Blattmerkmale) zu den Abständen in der zweidimensionalen Projektion (Abb. 10):

Gruppe	gegen	Gruppe	vieldimensional (%)		Projektion (%)	Abweichung
1	–	2	65	–	66	1
1	–	3	100	–	100	0
1	–	4	49	–	36	13
2	–	3	64	–	49	15
2	–	4	58	–	57	1
3	–	4	71	–	74	3

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß nur die Abstände zwischen DIS A und CRITH und die zwischen ASP + ROS und SET um etwa 13 Prozentpunkte zu klein sind.

Aus Abbildung 10 ist ersichtlich, daß die Sippen CER (Gruppe 5), PSET (Gruppe 7), NOB (Gruppe 10) und CRITH (Gruppe 11) abgesetzte Positionen einnehmen. Ebenfalls deutlich getrennt erscheinen die Gruppen 3 (SET, COLSET, COL R und COL P) sowie 1 (DIS B, SUD W2 und MILDIS B) und 9 (DIS A, MILDIS A und SUD W2 weiß).

Letztlich liegen der Abbildung 11 alle metrischen Merkmale zugrunde. Hier ist besonders die Position von Gruppe 3 (ASP+ROS), Gruppe 4 (SET etc.) und Gruppe 2 (DIS A, B, MILDIS B und SUD W2) zu beachten. Die randständige Gruppe 5 (MILDIS A) vermittelt zwischen den Gruppen 2 und 3.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

5. Diskussion

Aufgrund neuerer Literaturangaben (DABROWSKA 1989, SYTNIK 1984, SAUKEL & LÄNGER 1990) und der hier vorgestellten tetraploiden Typen MILDIS A und DIS A muß vom Konzept abgegangen werden, daß die Taxa des *A. millefolium*-Komplexes jeweils nur durch eine Ploidiestufe gekennzeichnet werden können. Dagegen sind Morphologie und Anatomie des Blüten- und Blattbereiches die besten Hilfsmittel zur Charakterisierung der Taxa.

Unsere Merkmalsanalysen und multivariaten Klassifikationen haben ergeben, daß zahlreiche Populationen nicht eindeutig in den derzeit verfügbaren taxonomischen Rahmen passen. Obwohl diese Populationen sehr eigenständige Züge tragen, läßt sich ihre relative Nähe zu akzeptierten Taxa (unter anderem durch die Ergebnisse multivariater Berechnungen angegeben. Im folgenden werden die Ergebnisse im Rahmen der üblichen Gliederung der *A. millefolium*-Gruppe diskutiert.

5.1. *A. setacea* (pannonische Trockenrasen über Silikat):

Pflanzen klein, stark behaart, vielgliedrig (KZ/cm am höchsten); Köpfchenstand kompakt klein, Blüten weiß, Zungenblüten klein, Corollröhre länger als Zunge; Fiedern an den Grundblättern büschelig (dreidimensional), an den Stengelblättern dicht stehend, fein zerteilt, mit aufgesetztem Stachelspitzchen; auffällig stark duftend. Diploid.

Der auffällige Duft konnte an allen Fundorten dieser Art im Osten Österreichs (Niederösterreich, Burgenland) festgestellt werden und steht in starkem Kontrast zu den Angaben bei DABROWSKA 1982 a, die betont, daß *A. setacea* ein auffälliger Geruch fehlt (Ausnahme: var. *salina* SCHUR).

In Südosteuropa und der Türkei kommt neben typischer *A. setacea* eine besonders im floralen Bereich abweichende Sippe vor, die sich vor allem durch größeren Pollendurchmesser, sehr große Früchte und gleichmäßig in die Fiederspreite verlaufende und sehr lange Knorpelspitzen kennzeichnen läßt. Ein hierher gehörender Beleg (aus W) wurde von HEIMERL mit der Aufschrift „*A. pseudosetacea* Typ" versehen. Soweit uns bekannt ist, wurde dieser Name von HEIMERL nie publiziert, aber von SPUDILOVA 1956 für eine ganz andere Sippe benutzt. Wie weit nun solche Formen auch in Europa vorkommen, und ob sie direkt aus *A. setacea* entstanden sind, ist unbekannt. Nach der Beschreibung bei DABROWSKA 1982 a könnte *A. pannonica* var. *subsetacea* diesem Typ entsprechen. Bekräftigt wird diese Vermutung durch gerechnete Ähnlichkeitsanalysen (geringer Abstand zu PAN UN!).

5.2. *A. collina* s. l. (Wiesen, Trockenrasen, Wald, Ruderalstandorte).

Blüten weiß und klein bis mittelgroß, Zunge meist etwas breiter als lang und Corollröhre oft länger als die Zunge und bei einigen Formen

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

zumindest an der Basis mit dickwandigen Zellen. Blühbeginn später als bei *A. setacea* und dem MILDIS A Typ. Meist tetraploid.

Die taxonomische Fassung von *A. collina* hat seit der Beschreibung durch BECKER in REICHENBACH 1831 Schwierigkeiten bereitet. Zum einen war die Abgrenzung gegen *A. pannonica* unklar; daher wurden beide häufig nur als Varietäten oder Unterarten (z. B. HEGI 1928) zu *A. millefolium* gestellt. Zum anderen hat sich aufgrund des Konzeptes einer tetraploiden Art (EHRENDORFER 1953, BISTE 1978) das morphologische Bild dieser Sippe z. T. sehr von der Originalbeschreibung (1831) entfernt („caule rubro stricto simplici, foliis caulinis angustissimis, anthodiis glabris nitide flavescentibus"). Dieser Beschreibung weitgehend entsprechende Pflanzen sind etwa durch die Population COL R perh repräsentiert. Im Raum um Wien und entlang der Thermenlinie Richtung Baden (Niederösterreich) kann diese Form häufig beobachtet werden. Phänologisch tritt sie massiv erst im Spätsommer und Herbst in Erscheinung.

Nach POSPICHAL 1899 sollte *A. collina* an den oberen Blättern bis zu 40 Fiedern an einer Blatthälfte besitzen, während EHRENDORFER 1952 und WAGENITZ 1979 nur mehr von gedrängt stehenden Fiedern sprechen; BISTE 1978 dagegen meint, daß der Index „Länge des beobachteten Blatteiles/ beobachtete Fiederzahl" bei *A. collina* eher höher ist, die Fiedern also lockerer stehen. Bei unseren Aufsammlungen konnten an einigen Fundorten im Osten von Österreich Pflanzen mit einer sehr hohen Fiederdichte und -zahl und starker Behaarung aufgefunden werden, die diese Belege von allen anderen deutlich unterscheidet. Sie entsprechen eindeutig dem Bild der *A. collina* bei POSPICHAL 1899 und PRODAN & NYARADY 1964 und sind durch die Populationen COL P bis, pulk vertreten.

Die häufigste Form der *A. collina* im Osten Österreichs (COL akg, edbg, bgk) entspricht wohl am ehesten dem gängigen Bild der *A. collina*. Sie besitzt Züge von COL R, ist aber im typischen Fall durch kräftigere und höhere Sprosse mit relativ zahlreichen Knoten, breitere Stengelblätter mit etwas geflügelter Rhachis und gedreht ansetzenden, flächigeren Fiedern sowie durch die Tendenz zur Bildung von Achselknospen und damit verbunden eine deutliche, spitzwinkelig ansetzende Verzweigung gekennzeichnet. Allerdings treten ohne erkennbare Standortsunterschiede in Populationen dieser Sippe auch unverzweigte und teilweise kleine Pflanzen auf.

Die eindeutige Abgrenzung von *A. collina* wird weiters durch das häufige Vorkommen von Populationen mit Anklängen an *A. asplenifolia* (dann oft rosa blühend, COLASP), *A. setacea* (COLSET), *A. millefolium* (COLMIL) und an *A. pannonica* (COLPAN) erschwert. Vor allem auf die oft nicht eindeutige Differenzierung zwischen *A. collina* und Formen der *A. pannonica* wurde schon mehrfach hingewiesen (BISTE 1978, DABROWSKY 1982 a). Nach unseren Erfahrungen kann dies bestätigt werden. So zeigten sogar einige tetraploide Pflanzen aus der Population

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

COLPAN gst im wesentlichen die gleichen Merkmalsausprägungen wie PAN OE; COL P Populationen nähern sich der Form PAN UN.

Die sehr eigenständige Form COL D, die bisher nur an den warmen Südhängen der Wachau (Niederösterreich) beobachtet wurde, ist meist stark verzweigt (Seitenäste bogig aufsteigend). Die fast linealischen Blätter (durchschnittlich 9.2mal länger als breit) sind deutlich behaart und haben eine geflügelte Rhachis mit sehr dicht stehenden und quer ansetzenden, stark zerteilten Fiedern. Die Länge des terminalen Köpfchenstandes (BTSTL) ist ähnlich der von COLPAN und PAN OE.

Ebenfalls eine Sonderstellung haben die Populationen COL M klg, k; in der multivariaten Analyse weisen sie größte Ähnlichkeit mit MILASP gmund auf. COL M ist zwar durch den Habitus u. a. Merkmale mit typischer *A. collina* verbunden, hat aber auffällig gestaltete Blätter. Diese sind kammförmig gefiedert und stehen mehr waagrecht vom Sproß ab als bei COL R. Die Blütenfarbe ist meistens rein weiß oder auch schwach rosa (bei *A. collina* aus dem kollinen Bereich Österreichs eher gelblich weiß). COL M klg zeigt gewisse Ähnlichkeit mit *A. stricta,* die auch am gleichen Fundort aber überwiegend im Waldbereich auftritt. COL M k leitet teilweise zu *A. roseo-alba* über, ist aber an allen Organen etwas stärker behaart. MILASP gmund zeigt zwar in vielen Merkmalen große Ähnlichkeiten zu COL M, gehört aber wahrscheinlich doch zum *A. millefolium*-Bereich.

5.3. *A. pannonica* s. l. (pannonische Trockenrasen).

Pflanzen mittelgroß bis groß mit kräftigen Stengeln (KZ/cm eher niedrig), stark behaart und graugrün, Gesamt- und Teilköpfchenstände kompakt und groß, Blüten weiß, Zungenblüten mittelgroß, Zunge meist etwas breiter als lang, Corollröhre mit dickwandigen Zellen an der Basis; Grundblätter oft sehr breit und lang, Stengelblätter derb und meist steil aufrecht stehend, Fiedern grob und wenig zerteilt (FZ/cm eher niedrig). Hexa- und oktoploid.

Es bestehen auffällige Unterschiede zwischen Formen aus Ungarn (PAN UN), die COL P ähnlich sind, und den aus Niederösterreich stammenden Populationen (PAN OE, vgl. Abb. 9). Die letzteren zeigen in einigen Merkmalen (Blattbereich, Wuchsform) Ähnlichkeiten zu *A. millefolium*-Populationen aus dem Lungau (MILDIS B) und DIS A, B. Bei Kultur unter gleichen Bedingungen fällt auf, daß *A. pannonica* früher als MILDIS B zur Blüte kommt, flächigere und starrere Rosettenblätter aufweist und daß die Zungenblüten von PAN OE etwas kleiner und die Pflanzen deutlich stärker behaart sind. Auffällig ist auch die starke, von Umwelteinflüssen abhängige Erscheinungsform der PAN OE: An extrem trockenen Standorten sind die Rosettenblätter oft unter 1 cm breit; wenn solche Pflanzen aber in Kultur genommen werden, können bereits die ersten Folgeblätter eine Breite von bis zu 4 cm erreichen! Am ehesten entspricht PAN OE der *A. pannonica* var.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

strictaeformis (PRODAN 1931). Nach unseren Untersuchungen können die hexaploiden Individuen nicht von den oktoploiden unterschieden werden.

Die erheblichen Unterschiede in der Merkmalsausprägung von *A. pannonica* aus Niederösterreich zur Beschreibung bei BISTE 1978 lassen vermuten, daß sie hauptsächlich Pflanzen des östlichen Typs untersucht hat.

5.4. *A. asplenifolia, A. roseo-alba* (beide di-, seltener tetraploid):

A. asplenifolia (± neutrale pannonische Niederungswiesen) Pflanzen mittelgroß, zart bis kräftig, meist unverzweigt und kahl, Stengel oft verbogen und rund mit langen unteren Stengelgliedern, Köpfchenstände zart, Zungenblüten mittelgroß, Zunge so lang wie breit oder etwas breiter; Grundblätter deutlich, untere Stengelblätter meist gestielt, letztere oft schmal und lang mit relativ hoher FZ/cm, Rhachis verbreitert; Fiedern flächig mittelstark zerteilt, Abschnitte 2.(3.) Ordnung oft mit annähernd rechtwinkeligen Buchten (Abb. 6 a & e) ansetzend; Fiederrand mit weißer Kollenchymleiste.

A. roseo-alba (Wiesen, saure Flachmoore) Pflanzen klein und zart, meist unverzweigt und kahl bis schwach behaart, mit kleinen Köpfchenständen, Zungen oft länger als breit, KZ/cm eher niedrig, Blätter zart, mit relativ fein zerteilten Fiedern die aber gestreckte Abschnitte aufweisen und in schlanke Spitzen auslaufen, etwas lockerer stehend als bei *A. asplenifolia*.

Nach den Ergebnissen der multivariaten Analyse wäre die Abgrenzung von *A. asplenifolia* gegen *A. roseo-alba* nicht möglich. Bei Betrachtung in toto (siehe oben) finden sich jedoch genügend Differentialmerkmale.

Bei jüngst durchgeführten Verpflanzungsexperimenten zeigte sich deutlich, daß Individuen von *A. asplenifolia* und *A. roseo-alba* stark modifikativ reagieren. Unter Kulturbedingungen mit ausreichendem Wasserangebot auf normaler Gartenerde veränderten sich ca. 75 % der Stöcke vor allem im Blattbereich (breitere Rhachis und Fiedern) in Richtung MILDIS A (tetraploid).

Bei einer Überbewertung der Chromosomenzahl und des rein habituellen Eindruckes ist eine Verwechslung von ROS und ASP mit MILDIS A möglich und sicher auch vorgekommen. Nach ersten Untersuchungen von Material aus Südtirol und aus weiten Teilen Österreichs kommt der MILDIS A-Typ häufig in Wiesen (bis in die montane Stufe) und in Weingärten (z. B. Kaltern) vor. Wie weit die von EHRENDORFER 1963 gegebene Verbreitungskarte von *A. roseo-alba* zum Teil auf dem Vorkommen vom MILDIS A-Typ basiert, oder ob *A. roseo-alba* tatsächlich ein so großes Verbreitungsgebiet aufweist, können nur weitere Feldstudien zeigen.

Für die Entstehung von *A. roseo-alba* wurden von EHRENDORFER 1959 a, 1959 b eine hybridogene Intogression von *A. setacea*-Erbanlagen bei *A. asplenifolia* postuliert. Anhand einiger Merkmale wurde die enge

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Verknüpfung von *A. roseo-alba* mit *A. asplenifolia* aufgezeigt. Letzteres wird durch unsere Analysen bestätigt, zudem belegen sie aber auch die Eigenständigkeit dieser Sippe. Insgesamt sind auch die als MIL k und COL M k, sowie MILASP gmund bezeichneten Gruppen habituell sehr eng mit ROS verknüpft (SAUKEL & LÄNGER 1992).

5.5. *A. millefolium* s. l. (Rasengesellschaften kollin bis montan):

A. millefolium zeigt eine ihrem hohen Polyploidisierungsgrad (6x) entsprechende große Formenvielfalt und kann daher nicht durch eine einfache Diagnose charakterisiert werden. Auffällig ist jedoch immer, daß die Zungenblüten groß sind und die Corollröhre kürzer als die Zunge ist.

Die in Salzburg und der Obersteiermark beobachteten Tal-Populationen (MILDIS B und C) weichen deutlich vom Bild einer „normalen" *A. millefolium* ab und tragen sehr eigenständige Züge. Sie zeigen im Blattbereich Anklänge an DIS A, B (breite Rhachis, flächige Fiedern), sind vor allem durch Merkmale des Blütenbereichs mit den Gebirgs-Populationen von SUD W verbunden und besitzen auch habituelle Ähnlichkeiten mit dem westlichen Typ von *A. pannonica* (PAN OE). Schon VIERHAPPER 1935 schreibt, daß im Lungau an *A. collina* und *A. pannonica* erinnernde Formen vorkommen, die aber durch deutlich größere Körbchen unterschieden sind. Eine bemerkenswerte Aussage, da sich doch nach heutiger Sicht (z. B. BISTE 1978) gerade *A. pannonica* durch große Körbchen von *A. millefolium* abheben soll. Beim Vergleich der tatsächlichen Werte kann die Aussage von VIERHAPPER für die hexaploiden Pflanzen von MILDIS B und C aber bestätigt werden! Am auffälligsten sind die relativ geringe Knotenzahl und die sehr großen und breiten Blätter mit deutlich gezähnter Rhachis (siehe auch weiter unten).

An den gleichen Standorten findet sich im Lungau auch der MILDIS A-Typ, der sich durch geringere Pflanzengröße, kleinere Körbchen und Körbchenstände, kleinere Zugenblüten und Pollenkörner (PDMS-Werte aber größer als bei hexaploider SUD O!) und kürzere Deckhaare auszeichnet. Nach den bisherigen cytologischen Untersuchungen sind solche Pflanzen immer tetraploid. Dieser Typ konnte in weiten Teilen Österreichs (Montafon, Vorarlberg; Lungau, Salzburg; St. Oswald südlich von Trieben und nordwestlich von Trofaiach Steiermark; Fahrafeld, Laab im Wald Niederösterreich) und südlich der Alpen (Südtirol) aufgefunden und cytologisch bestätigt werden. Vor allem in Niederösterreich ist neben morphologischen Kriterien der deutlich frühere Blühbeginn dieser Sippe ein wertvolles Unterscheidungskriterium gegenüber *A. collina* s. l. und typischer *A. millefolium*.

Zur Verdeutlichung noch die Kurzdiagnosen der beiden wichtigen MILDIS-Typen:

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

MILDIS A: Pflanzen klein bis mittelgroß, wenig verzweigt, meist kahl, KZ/cm klein, Stengelglieder lang; Körbchenstände zart (aber Blüten oft größer als bei *A. roseo-alba* und *A. collina,* rosa bis weiß); Blätter flächig (3–5mal so lang als breit); Rhachis auffällig geflügelt, in die flächigen Fiedern übergehend und oft gezähnt, FZ/cm klein. Tetraploid.

MILDIS B: Pflanzen mittelgroß bis groß, mäßig behaart (besonders im jugendlichen Stadium), unverzweigt bis stark verzweigt, mit kräftigen Sprossen und auffällig breiten (10–12 cm) Schirmrispen, Körbchen groß, Blüten weiß bis rosa, Zunge groß, relative Knoten- und Fiederzahl sowie Blattgestalt wie bei MILDIS A. Hexaploid.

Zu *A. millefolium* s. l. haben erste Untersuchungen an Material aus Frankreich und den Beneluxstaaten gezeigt, daß auch dort mit sehr eigenständigen Sippen zu rechnen ist (auffällig z. B. Unterschiede zwischen unteren und oberen Stengelblättern, große PDMS Werte etc.).

5.6. *A. millefolium* subsp. *sudetica* (Rasengesellschaften montan bis alpin):

Die subsp. *sudetica* zeigt wie *A. millefolium* eine starke Aufsplitterung in durchaus verschieden gestaltete Sippen und ist hauptsächlich durch das Vorkommen in subalpinen bis alpinen Rasengesellschaften gekennzeichnet.

Der östliche Typ (SUD O) ist relativ deutlich vom westlichen Typ (SUD W) abgegrenzt (s. a. Abb. 8). Letzterer ist mehr oder weniger deutlich in eine Silikatform (SUD W1) und eine Kalkform (SUD W2) differenziert. SUD W2 ist durchwegs durch besonders großen Pollen (im Mittel meist größer als bei 8x *A. pannonica),* große Zungenblüten und flach ansetzende, relativ breite Fiedern charakterisiert. Hingegen ist die typische SUD W1 durch höhere Knoten- und Fiederzahlen und durch deutlich quer angeheftete, eher zarte Fiedern geprägt. Der SUD O-Typ wurde von uns bisher auf dem Gebiet der östlichsten Kalkalpen vom Schneeberg bis in die Eisenerzer Alpen nachgewiesen. Er zeigt Anklänge an STR RAX, hat aber andere ökologische Ansprüche. Die Pflanzen besiedeln tiefgründige, lehmige Böden der subalpinen und alpinen Region der Kalkstöcke. Sie sind meist niedrig (20–30 cm), haben aber u. a. sehr breite und lange Grundblätter (mit praktisch ungeflügelter Rhachis). Diese Sippe entspricht wahrscheinlich der forma *breynina* BECK oder der forma *alpicola* HEIMERL der *A. stricta* (im Sinne von BECK 1893) und ist nach ersten cytologischen Befunden immer hexaploid. Im folgenden wieder eine Kurzcharakterisierung der vorgestellten Typen:

SUD O (tiefgründige Böden über Kalk): Pflanzen mittelgroß, meist nur schwach behaart bis kahl, unverzweigt, KZ/cm niedrig, Grundblätter oft auffällig groß mit meist ungeflügelter Rhachis und entfernt stehenden wenig zerteilten aber gestreckten Fiedern, Stengelblätter ebenfalls oft groß und breit mit gleicher Fiedergestalt wie Grundblätter, Blüten kleiner als bei STR RAX und SUD W.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

SUD W (montane bis alpine Rasen und Weidewiesen): Sproß im Vergleich zur Pflanzengröße an der Basis dick, Körbchen mittelgroß bis groß, Zungenblüten auffällig groß [Zunge (zumindestens scheinbar, s. Abschnitt 3 unter Zungen) breiter als lang, Corollröhre deutlich kürzer als die Zunge].

SUD W1 „Silikatform" – Pflanzen unverzweigt mit kompaktem Körbchenstand, mit höherer KZ/cm als SUD W2, oft stärker behaart, Blätter schmal lanzettlich mit quer ansetzenden und relativ dicht stehenden Fiedern, Fiedern mäßig zerteilt in schlanke Spitzen auslaufend.

SUD W2 „Kalkform" – Pflanzen unverzweigt bis etwas verzweigt mit relativ kompakten Blütenständen, KZ/cm niedriger, mäßig behaart bis fast kahl, Blätter groß und breiter als bei SUD W1, Fiedern plan ansetzend und in die geflügelte Rhachis übergehend, deutlich stärker zerteilt und meist so breit wie lang, FZ/cm niedriger als bei SUD W1.

Ob einer dieser Typen der *A. sudetica* OPIZ entspricht, kann erst nach Vergleich mit dem Typusmaterial entschieden werden. Eine weitere Frage ist, ob die Einstufung als Unterart bei *A. millefolium* überhaupt gerechtfertigt ist. Bei SPUDILOVA 1956 kommen Zweifel an einer engeren Zugehörigkeit von *A. sudetica* zu *A. millefolium* s. str. auf. Sie teilt die Sammelart *A. millefolium* in zwei phylogenetische Reihen *„millefolium"* und *„tanacetifolia"* ein, wobei ihrer Meinung nach subsp. *sudetica* zur letzteren Gruppe gehört; auch bei DABROWSKA 1982 b klingt durch, daß z. B. die Keimpflanzenentwicklung östlicher Gebirgsschafgarben (Riesengebirge) eher der von *A. tanacetifolia* (im Sinne von DABROWSKA) entspricht. Da aber auf den meisten der von uns untersuchten Bergstöcke keine scharfe Grenze zu *A. millefolium* zu ziehen ist, also eine großflächige Hybridisierung anzunehmen ist, ist die Einordnung von *A. sudetica* bei *A. millefolium* vorläufig sinnvoll. Stichproben aus verschiedenen Teilen der Alpen (z. B. Südtirol, Pordoj Joch, auf Kalk, Abb. 7 d) zeigen, daß großblütige Gebirgspopulationen (SUD W2) mit großen Pollenkörnern und breiten Fiedern auf Kalk weit verbreitet sind, im Osten Österreichs aber fehlen.

5.7. *A. stricta* (STR RAX; relativ trockener Rohhumus über Kalk):

Pflanzen mittelgroß, behaart, unverzweigt und steif, Sproß ziemlich dick, im mittleren Sproßbereich mit auffälliger Stauchung der Stengelglieder, Körbchenstand sehr kompakt, groß und aus vielen Teilständen zusammengesetzt; Zungenblüten wie bei SUD W; Blätter meist groß und oft von lanzettlicher Form mit auffällig entfernt stehenden Fiedern (FZ/cm aber nur im Mittelfeld), Fiedern deutlich länger als breit. Hexaploid.

Dazu haben wir aus dem Rax- und Schneeberggebiet (Niederösterreich) eine durch ihren Habitus und ihre Standortsansprüche in typischer Ausprägung leicht erkennbare Lokalsippe (STR RAX) untersucht. Einige Merkmale (siehen oben) lassen eine Charakterisierung zu, jedoch ist in den

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Kontaktzonen mit SUD O und COL M klg (!) die Grenzziehung durch Übergangsformen manchmal erschwert.

5.8. *A. distans* s. l.: [Wiesen bis lichte Waldgesellschaften, kollin bis montan (subalpin?)]:

Der im südlichen Mitteleuropa und in Süd- bis Südosteuropa verbreitete *A. distans*-Formenkreis ist vor allem durch die flächigen Blätter mit breit geflügelter und gezähnter Rhachis und die gestreckte Fiederform charakterisiert und zerfällt nach den vorläufigen Untersuchungen zumindestens in zwei deutlich getrennte Sippen. 1. *A. distans* s. str. [DIS B, aus Ungarn und Rumänien, hexa- und oktoploid (EHRENDORFER mündliche Mitteilung)]; 2. DIS A (aus der Steiermark, tetraploid).

Die von uns entdeckten tetraploiden Populationen sind auch aufgrund morphologischer Differentialmerkmale im floralen Bereich, hohe Stengelknotenzahl und beachtliche Stengelhöhe (durchschnittlich über 1 m) nicht eindeutig in den derzeit verfügbaren taxonomischen Rahmen einzupassen; sie wird hier provisorisch an *A. distans* angegliedert. Die Kurzbeschreibungen lauten:

DIS A (Fels- und Schuttstandorte, lichte Laubwaldreste über meist neutralem bis schwach basischem Silikat): Pflanzen oft über 1 m hoch, meist zahlreiche Blühsprosse aus einem kräftigen (manchmal mehrere Zentimeter dicken Wurzelstock) mit vielen Knoten (KZ/cm aber niedrig!), unverzweigt oder nur im obersten Sproßbereich verzweigt, auffällig behaart; Köpfchenstände kompakt (Blüten weiß bis rosa und eher klein, Zunge so lang oder länger als breit), Körbchen schlank, Blätter lanzettlich, die flächigen Fiedern in die breite und gezähnte Rhachis übergehend (FZ/cm niedrig), Fiedern meist deutlich länger als breit mit auffällig vielen Zähnen (bis zu 80/Fiederhälfte).

DIS B (Waldränder, Lichtungen, kollin-montan): Pflanzen je nach Standort zart bis kräftig, wenig bis mäßig behaart (Blätter oft etwas stärker), KZ/cm niedrig, unverzweigt oder verzweigt, Köpfchenstände kompakt und relativ groß, Blüten weiß bis rosa, Zungen breiter als lang, Grundblätter oft extrem lang und breit, Stengelblätter ebenfalls oft breit mit breitgeflügelter Rhachis, die in die Fiedern übergeht, Fiedern deutlich länger als breit aber mit weniger Zähnen als DIS A; Knorpelspitzen auffällig kurz.

Die vorgelegten Befunde zeigen, daß bereits in einem realtiv kleinen Teilareal der *A. millefolium*-Gruppe zahlreiche, eigenständige und bisher noch nicht beschriebene Sippen aufgefunden werden konnten. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangen auch SYTNIK und Mitarbeiter 1984 für das Gebiet der Ukraine. Da über die Verbreitung der hier vorgestellten Sippen bisher nur wenig bekannt ist, wird vorläufig auf eine taxonomische Fassung

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

verzichtet. Weiters sollte abgeklärt werden, ob die neuen Arten aus der Ukraine (*A. inundate* KONDR., *A. stepposa* KLOK. & KRYTZKA, *A. submillefolium* KLOK. & KRYTZKA, *A. euxina* KLOK. und *A. carpatica* BŁOCKI ex DUBOVIK) auch in Mitteleuropa vorkommen.

6. Dank

Wir danken Herrn Dr. POLATSCHEK (bot. Abteilung, Naturhistorisches Museum Wien) und Herrn Prof. EHRENDORFER (Inst. f. Botanik, Universität Wien) für die zahlreichen und überaus fruchtbaren Diskussionen und für die Hilfe bei der Erstellung des Manuskriptes. weiters danken wir einer größeren Zahl von Studenten der Pharmazie, die im Rahmen ihrer Diplomarbeiten wertvolle Beiträge zu dieser Arbeit geliefert haben.

7. Literatur

BÄSSLER M. 1963. Zur Taxonomie der Gattung *Achillea*. 1. Die Formenkreise um *A. nobilis* L. und *A. virescens* (FENZL)HEIMERL. – Feddes Repert. 68: 139–162.

BECK von MANNAGETTA G. 1893. Flora von Nieder-Österreich, 2 (2). – Wien.

BISTE Ch. 1978. Zytotaxonomische Untersuchungen des Formenkreises *Achillea millefolium (Asteraceae)* in der DDR – Feddes Repert. 88: 533–613.

DABROWSKA J. 1971 a. Wielkosc komorek szparkowych i pylku u czterech gatunkow *Achillea* L. (The size of stomata guard cells and of pollen grains in four *Achillea* species. – Herba polon. 17: 13–30.

— 1971 b. Korelacja miedzy liczba chloroplastow w komorkach szparkowych a poziomem poliploidalnosci czternstu taksonow *Achillea* L. (Correlation between the number of chloroplasts in stomata guard cells and the degree of polyploidy of 14 taxons of *Achillea* L.). – Herba polon. 17: 200–208.

— 1982 a. Systematic and geographic studies of the genus *Achillea* L. in Poland with special reference to Silesia. – Acta Univ. wratislav. 419: Prace Botaniczne XXIV Wroclaw.

— 1982 b. Beobachtungen zur Morphologie der Keimpflanzen von sechzehn Taxa der Gattung *Achillea* L., die die natürlichen Di-, Tetra-, Hexa- und Oktoploide repräsentieren. – Feddes Repert. 93: 77-97.

— 1989. The chromosome numbers of several taxa of the genus *Achillea* L. – Acta Soc. Bot. Pol. 58: 163–177.

EHRENDORFER F. 1953. Systematische und zytogenetische Untersuchungen an europäischen Rassen des *Achillea millefolium*-Komplexes. – Österr. bot. Z. 100: 583–592.

— 1959 a. *Achillea roseo-alba* EHRENDF., spec. nov., eine hybridogene, di- und tetraploide Sippe des *Achillea millefolium*-Komplexes. – Österr. bot. Z. 106: 363–368.

— 1959 b. Differentiation-hybridization cycles and polyploidy in *Achillea*. – Cold Spring Harbor Symp. quant. Biol. 24: 141–152.

— 1963. Probleme, Methoden und Ergebnisse der experimentellen Systematik. – Planta medica 11: 234–251.

FAHRMEIR L. & HAMERLE A. (Eds.) 1984. Multivariate statistische Verfahren. – Berlin, New York.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

HEGI G. 1928. Illustrierte Flora von Mittel-Europa, 6 (2/Lief. 13–15): 549–704. – München.

NEILREICH A. 1859. Flora von Nieder-Oesterreich, 1. – Wien.

OBORNY A. 1885. Flora von Mähren und österr. Schlesien ..., 1. – Brünn. [Verh. naturf. Ver. Brünn 23 (2)].

OSWIECIMSKA M. 1968. *Achillea collina* BECKER – ein proazulenhaltiges Taxon von *Achillea millefolium* L. s. l. – Planta medica 16: 201–207.

— 1974. Korrelation zwischen Chromosomenzahl und Prochamazulenen in *Achillea* von Osteuropa. – Planta medica 25: 389–395.

— & GAWLOWSKA M. 1967. Pomocnicze Metody Oznaczania Taksonow Zbiorowego Gatunka *Achillea millefolium* L. s. l. Czesc I. Korelacja Miedzy Ploidalnoscia, Wielkoscia Ziarn Pylku ii Chemizmem Rosliny (Auxiliary methods of taxons estimation within the collective species *Achillea millefolium* L. s. l., Part I. Correlation between ploidy, pollen grains diameter and the chemical Composition). – Herba polon. 13: 3–11.

POSPICHAL E. 1899. Flora des österreichischen Küstenlandes, 2. – Leipzig und Wien.

PRODAN I. 1931. Achileele Romaniei. – Bulet. Acad. Inalte Stud. Agronom., Cluj.

— & NYÁRÁDY E. I. 1964. *Achillea* L. – In: SĂVULESCU T. (Ed.), Flora Republicii Populare Romîne, 9: 362–408. Bucuresti.

REICHENBACH L. 1831. Flora Germanica excursoria, 1 (3): 185–434. – Lipsiae.

ROTHMALER W., SCHUBERT R. & VENT W. 1988. Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Kritischer Band. – In: ROTHMALER W., Exkursionsflora, 4. – Berlin.

SAUKEL J. & LÄNGER R. 1989. MOBCENTR: a nonhierarchical classification algorithm for exploratory data analysis (EDA). – Pl. Syst. Evol. 168: 87–94.

— & — 1990. Merkmalsvariation kultivierter Pflanzen des *Achillea millefolium*–Aggregates. – Sci. Pharm. 58: 321–334.

— & — 1992. Die *Achillea millefolium*-Gruppe *(Asteraceae)* in Mitteleuropa, 1. Problemstellung, Merkmalserhebung und Untersuchungsmaterial. – Phyton (Horn, Austria) 31 (2): 185–207.

SCHNEIDER I. 1958. Zytogenetische Untersuchungen an Sippen des Polyploid-Komplexes *Achillea millefolium* L. s. lat. (Zur Phylogenie der Gattung *Achillea,* I.). – Österr. bot. Z. 105: 111–157.

SPUDILOVA V. 1956. Studie k monografii rodu *Achillea* v Ceskoslovensku. – Acta Rer. Nat. Distr. Ostrav. 17: 232–240, 367–377, 498–609.

— 1957. Studie k monografii rodu *Achillea* v Ceskoslovensku. – Acta Rer. Nat. Distr. Ostrav. 18: 101–106.

SYTNIK K. M. (Ed.) 1984. Tysjatchelistniki. – Naukova Dumka, Kiev.

TUTIN T. G. & al. 1976. Flora Europaea, 4. – Cambridge ...

VIERHAPPER F. 1935. Vorarbeiten zu einer pflanzengeographischen Karte Österreichs. XIV. Vegetation und Flora des Lungau (Salzburg). – Abh. zool.-bot. Ges. Wien 16 (1).

WAGENITZ G. 1979. *Compositae* I: Allgemeiner Teil, *Eupatorium-Achillea.* – In: HEGI G., Ill. Fl. Mitteleuropa, 2. Aufl., 6 (3/Lief. 5): 321–366. – Berlin, Hamburg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: 32_1

Autor(en)/Author(s): Saukel Johannes, Länger Reinhard

Artikel/Article: Die Achillea millefolium-Gruppe (Asteraceae) in Mitteleuropa, 2. 47-78