

UDC 581.552(45) = 30

ZUR SYNTAXONOMIE DER KALKSCHUTTGESELLSCHAFTEN DER SÜDLICHEN OSTALPEN

ERIKA und SANDRO PIGNATTI

(Istituto Botanico dell'Università di Trieste e Dipartimento di Biologia vegetale
dell'Università di Roma)

Eingegangen am 01. Februar 1984

In der vorliegenden Arbeit* wird die Kalkschuttvegetation der Ostalpen (am Südabfall) mittels automatischer Datenverarbeitungsmethoden überprüft und bearbeitet. Dazu wurden 266 (bisher noch unveröffentlichte) Aufnahmen von E. und S. Pignatti und eine Auswahl von Aufnahmen aus der entsprechenden Literatur (10 Tabellen mit jeweils 5 Aufnahmen) herangezogen. Die Bearbeitung läßt sich in zwei Abschnitte teilen: Klassifikation der (unveröffentlichten) Aufnahmen und Anordnung des gesamten zu überprüfenden Materials. Das Ergebnis bestätigt die Aufteilung der Gesellschaften der *Thlaspietalia* zwischen den beiden Verbänden *Thlaspion* und *Petasion*. Der Kern des *Thlaspion* umfasst 3 vikariierende Gesellschaften regionalen Charakters u.zw. das *Thlaspietum rotundifolii* in Graubünden und in angrenzenden italienischen Gebieten, das *Papaveretum rhaetici* aus den Dolomiten und das *Papaveretum julici* der Julischen Alpen und Karawanken.

Einleitung

Die Schutthaldengesellschaften der Ostalpen sind bereits in mehreren Gebietsmonographien beschrieben worden. Was die Schuttassoziationen auf Kalk anbetrifft, sind bisher etwa 10 Assoziationen bekannt; am besten untersucht sind die westlichsten Ausläufer der Ostalpen, etwa die Ostschweiz und das schweizerisch-italienische Grenzgebiet, sowie die südöstlichsten Ausläufer: Slowenien, Kärnten und Osttirol. Die breite Lücke

* Diese Arbeit wurde mit Hilfe vom italienischen C.N.R. (Banca Dati) und des Fonds Ministero P.I. (60%) ausgeführt.

zwischen diesen beiden Extremen lässt sich durch zahlreiche unveröffentlichte Aufnahmen füllen, die wir im gesamten Bereich der italienischen Dolomiten im Rahmen langjähriger Untersuchungen durchgeführt haben.

Die Informationen aus der Literatur und aus unserem unveröffentlichten Material reichen aber nicht, um ein Gesamtbild der Kalkschuttgesellschaften am Südrand der Ostalpen zu gewinnen. Es fehlt nämlich eine kritische Revision dieser Vegetation und es ist daher nicht immer klar, ob die verschiedenen Autoren unter dem gleichen Assoziationsnamen auch immer das gleiche gemeint haben. Weiterhin ist nicht klar, welche geographische Verbreitung die einzelnen Gesellschaften haben. Nur die Arbeit von Zollitsch (1968) befasst sich mit dieser Problematik, kann aber nicht als erschöpfend betrachtet werden, da sie sich vorwiegend auf das *Drabion hoppeanae* bezieht (d.h. auf die extremen Hochgebirgsausbildungen), während die anderen Schutthaldengesellschaften nicht in Betracht gezogen werden, da sie ausserhalb des gestellten Themas liegen. In diesem Moment verfügt man daher noch nicht über eine umfassende syntaxonomische Gesamtgliederung dieser Vegetation (mit Ausnahme des stark differenzierten *Drabion hoppeanae*).

Die Assoziationen der Kalkschutthalden werden im allgemeinen in die Ordnung *Thlaspietalia rotundifolii* eingegliedert. Über die Gliederung dieser Ordnung und über die Beziehungen zwischen den bereits beschriebenen Gesellschaften ist bisher sehr wenig bekannt. Unsere Untersuchungen in den italienischen Dolomiten haben im Jahr 1961 begonnen und sind immer noch im Gange. Im Rahmen dieser Forschung wurde eine grosse Anzahl von Vegetationsaufnahmen durchgeführt, die ihrer floristischen Zusammensetzung nach in die *Thlaspietalia* eingereiht werden können. Insgesamt handelt es sich um 266 Aufnahmen, die aus dem Gebiet zwischen Etsch und Piave stammen. Diese Aufnahmen wurden zunächst in der üblichen Weise bearbeitet und in Rohtabellen zusammengefasst. Einer besseren Übersicht halber entschlossen wir uns, sie zusätzlich aufgrund automatischer Methoden anzuordnen.

Automatische Bearbeitung

Das erste Problem, wofür bei der automatischen Bearbeitung eine Lösung gefunden werden musste, war das Anordnen und Klassifizieren der von uns durchgeführten 266 Aufnahmen aus den Dolomiten. Nach der Einreihung in Rohtabellen ergaben sich in mehreren Fällen wie üblich Zweifel über die Zugehörigkeit einzelner Aufnahmen sowie über Abgrenzung und Gliederung der verschiedenen Einheiten. Daher wurde zunächst versucht, diese Aufnahmen zu klassifizieren und sie in empirische Einheiten einzureihen. Die auf diese Weise aufgestellten Einheiten wären wahrscheinlich ausreichend gewesen, um eine syntaxonomische Gliederung aufzustellen; es schien uns aber richtiger, zu diesem Zweck auch noch die wichtigsten Angaben aus der Literatur mit einzubeziehen. Dadurch versuchten wir, einen Vergleich zwischen den von uns aufgestellten empirischen Einheiten und den bereits beschriebenen Assoziationen aus der Literatur anzustreben. Auf Grund dieses Vergleichs versprochen wir uns die Möglichkeit, einen klaren Überblick über Merkmale und Abgrenzung der einzelnen Kalkschuttgesellschaften und über ihre Beziehungen untereinander, gegebenenfalls, zu gewinnen.

Die Bearbeitung wurde daher in zwei Phasen gegliedert:

a) Klassifikation der Aufnahmen, die wir in den Dolomiten durchgeführt hatten

b) syntaxonomische Übersicht der Schutthaldengesellschaften aus dem gesamten Bereich des Südabfalls der Ostalpen.

Phase a) — Klassifikation der unveröffentlichten Aufnahmen
Ausgangsmaterial: 266 unveröffentlichte Aufnahmen von E. und S. Pignatti aus den italienischen Dolomiten

Programme: SIPLO mit AVERAGE LINKAGE CLUSTERING, FRANKIE

Ziel der ersten Bearbeitungsphase war es, die von uns durchgeführten 266 Aufnahmen zu klassifizieren, d.h. sie in Typen zu gliedern und weiterhin zu prüfen, ob diese Typen mit bereits bekannten Assoziationen identifizierbar wären, bzw. als neue Gesellschaften aufgestellt werden sollten. Die automatische Bearbeitung ergab ein Dendrogramm, und eine neue geordnete Gesamttabelle. Die wichtigsten Ergebnisse wurden durch das Dendrogramm gewonnen.

Das Dendrogramm, das aufgrund des SIPLO hergestellt wurde, ist ausserordentlich vielfältig, da es 266 »Zweige« hat und aufgrund seines komplexen Charakters nicht wiedergegeben werden kann. Die Aufnahmen werden in 4 Hauptgruppen gegliedert und jede dieser Gruppen wird weiterhin in mehrere Einheiten unterteilt. Als erste Gruppe werden die Aufnahmen aus den Vette di Feltre ausgedient. Nach der automatischen Bearbeitung scheinen diese Aufnahmen stark abweichend von jenen aus dem inneren Bereich der Dolomiten zu sein. Die Aufnahmen mit *Heracleum pollinianum* werden von denen mit *Alyssum ovirese* abgesondert, allerdings mit einigen Überschneidungen. Die zweite Gruppe entspricht weitgehend dem *Drabion hoppeanae* von Zollitsch. Dabei sind die Aufnahmen mit *Carex rupestris* sehr gut in einer speziellen Einheit abgesondert. Die dritte Gruppe enthält einen Grossteil des *Leontidetum montani*. Diese 3 Gruppen, die stärker von dem Rest abweichen, bestehen aus jeweils 20-50 Aufnahmen. Der Rest (4. Gruppe) enthält 140 Aufnahmen, d.h. immerhin noch mehr als die Hälfte des gesamten Ausgangsmaterials. Die meisten dieser Aufnahmen gehören zum *Papaveretum rhaetici* und einige davon zum *Saxifragetum hohenwartii* aus den Lienzer Dolomiten, die hier zum Vergleich miteinbezogen wurden. Diese beiden letztgenannten Assoziationen sind ausschliesslich in dieser Gruppe vertreten. Es gesellen sich dazu aber auch etwa 20 Aufnahmen des *Leontidetum montani*, das sonst hauptsächlich in der dritten Gruppe vertreten ist.

Das Dendrogramm ermöglicht keine eindeutige Gliederung der Aufnahmen, da eben (besonders in der 4. Gruppe) wesentliche Überschneidungen bestehen. Um zu verhindern, dass irgendein pflanzensoziologischer Typ deswegen unbeobachtet bliebe, entschlossen wir uns, eine grössere Anzahl von Einheiten zu unterscheiden, deren Rang vermutlich dem einer Assoziation entspricht. Eine automatisch gedruckte Tabelle (wiederum infolge ihres komplexen Charakters hier nicht wiedergegeben) bestätigt diese Annahme.

Es handelt sich um folgende Einheiten (mutmassliche Assoziationen):

- 1) Aufnahmen 1—73: *Papaveretum rhaetici*
- 2) Aufnahmen 76—88: *Papaveretum rhaetici*, *Rumex scutatus*-Variante
- 3) Aufnahmen 91—115: *Leontidetum montani*
- 4) Aufnahmen 117—128: *Saxifragetum hohenwartii*
- 5) Aufnahmen 131—136: *Vitaliana primulaeflora*-Gesellschaft
- 6) Aufnahmen 137—143: *Artemisia umbelliformis*-Gesellschaft
- 7) Aufnahmen 144—186: überwiegend *Leontidetum montani*
- 8) Aufnahmen 187—213: *Drabion hoppeanae*

- 9) Aufnahmen 214—239: *Carex rupestris*-Gesellschaft
- 10) Aufnahmen 240—246: *Adenostyli-Heracleetum polliniani*
- 11) Aufnahmen 247—266: *Alysetum ovirensis*

Die hier nicht angegebenen Aufnahmen beziehen sich auf aufgesplittertes Vorkommen ausserhalb des Schwerpunktes einer Assoziation. Es muss noch erwähnt werden, dass die Einheit 7 an sich sehr unhomogen ist und wenigstens teilweise mit 3 zusammenfallen sollte.

Um den Übergang zu Phase b) einzuleiten, wurden die Aufnahmen durch das Programm FRANKIE auf ihren Informationsinhalt getestet. Anschliessend wurden 58 Aufnahmen mit höchstem Informationswert ausgewählt. Diese verkleinerte Gruppe wurde dann in der Phase b) bearbeitet. Alle vorher unterschiedenen Einheiten sind bei den 58 Aufnahmen mit wenigstens 3 (meistens aber mit 4—7) Aufnahmen vertreten.

Phase b) — Einordnen und Gliederung aller Einheiten (teils unveröffentlicht, teils aus der Literatur)

Ausgangsmaterial: 58 Aufnahmen aus den Dolomiten (E. und S. Pignatti, unveröffentlicht) und 50 Aufnahmen aus verschiedenen Gebieten der Ostalpen.

Programme: SIPLO, SINFUN

Ziel der 2. Bearbeitungsphase war es, einen Vergleich zwischen den empirisch aufgestellten Einheiten (Ergebnis der Phase a) und den für das Gebiet bereits bekannten Assoziationen aufzustellen. Nun sollte klar werden, wieviele dieser Einheiten in die bereits beschriebenen Assoziationen eingereiht werden konnten oder als neu zu beschreiben wären und ausserdem wie das gesamte bearbeitete Material syntaxonomisch und ökologisch gegliedert werden könnte.

Bei der Phase b) wurden 2 der vorher unterschiedenen Einheiten (Nr. 8 und 9) von einer weiteren Bearbeitung ausgeschlossen, da es uns wegen ihrer floristischen Zusammensetzung nicht möglich schien, sie in die *Thlaspietalia* s. str. einzureihen. Trotzdem blieb die Zahl der zu bearbeitenden Aufnahmen noch sehr hoch, sodass die Grenzen der Leistungsmöglichkeiten der üblichen Bearbeitungsprogramme leicht überschritten worden wären. Ausserdem war es nötig, dass jede der von uns aufgestellten Einheiten durch eine ungefähr gleichgrosse Anzahl von Aufnahmen vertreten wäre wie die aus der Literatur hinzugefügten Assoziationen. Es war daher nötig, die Angaben erstens zu reduzieren und zweitens zu normalisieren. Daher wurde das Programm FRANKIE wie oben angegeben angewandt. Die ursprüngliche Sammeltable wurde von 266 Aufnahmen ohne wesentlichen Informationsverlust auf 58 reduziert. Weitere 50 Aufnahmen wurden nun noch hinzugefügt als Auswahl von je 5 Aufnahmen aus 10 Tabellen anderer Autoren. Aufgrund dieser 58 plus 50 Aufnahmen wurde ein neues Ausgangsmaterial geschaffen (eine bewusst reduzierte Auswahl von 108 Aufnahmen), auf dem alle weiteren Bearbeitungen durchgeführt wurden. Es kann angenommen werden, dass die 9 Einheiten, die durch unsere 58 Aufnahmen vertreten sind, voneinander verschieden sind, weil sie als Ergebnis der Phase a) ausgeschieden worden sind. Hingegen was die 50 Aufnahmen aus der Literatur betrifft, ergibt sich die Möglichkeit, nachdem sie aus Tabellen von verschiedenen Autoren stammen, dass zwei oder mehrere einer einzigen Assoziation zugerechnet werden könnten oder zu einer der 9 Einheiten, die bereits durch unsere Bearbeitung definiert wurden. Es war also vorzusehen, dass man am Ende der Phase b) nicht 19 verschiedene Assoziationen erhalten hätte, (d.h. die 9 Einheiten aus unseren Aufnahmen und weitere 10 Ass. anderer Autoren) sondern eine bedeutend geringere Anzahl. Tatsächlich wurden durch die Phase b) der automatischen Bearbeitung nur 13 verschiedene Typen ausgeschieden, die offensichtlich ebensovielen Assoziationen entsprechen.

Die 108 Aufnahmen wurden mit den Programmen SINFUN und SIPLO bearbeitet und die Ergebnisse waren in beiden Fällen nicht wesentlich verschieden. Das durch SIPLO gewonnene Gesamtbild erscheint allerdings deutlicher und daher werden wir im weiteren Verlauf nur die Ergebnisse dieser Bearbeitung darstellen und diskutieren.

Das durch SIPLO gewonnene Dendrogramm (aufgrund der similarity ratio, average linkage) ermöglicht 3 voneinander getrennte Gruppen deutlich zu unterscheiden.

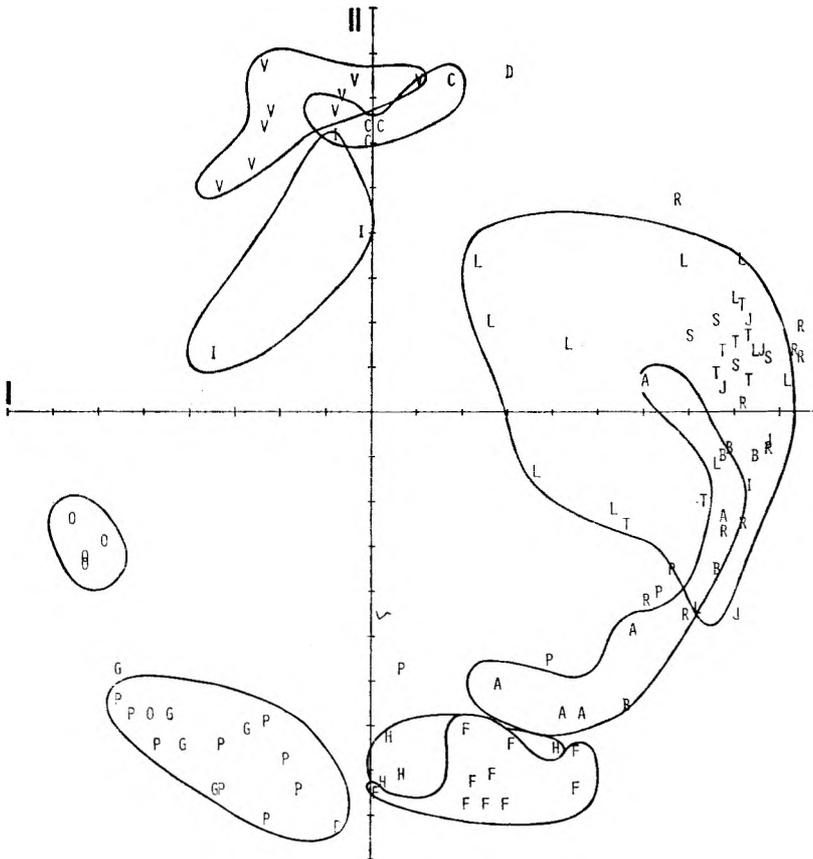


Fig. 1. Ergebnisse der Principal Component Analysis (PCA) aufgrund des gesamten Set von 108 Aufnahmen. V — *Vitaliana*-Ges.; C — *Caricetum rupestris*; I — *Artemisia*-Ges.; D — *Drabion hoppeanae*; L — *Leontideum montani*; R — *Papaveretum rhaetici*; S — *Saxifragetum hohewartii*; T — *Thlaspietum rotundifolii*; J u. B — *Papaveretum julicii*; A — *Alysetum ovirensis*; H — *Adenostyli-Heracleetum*; F — *Festucetum laxae*; P — *Petasitetum paradoxo*; G — *Moehringio-Gymnocarpietum*; O — *Leontodonti-Chondrilleetum*.

I. Gruppe — enthält alle alpinen bis subalpinen Assoziationen, d.h. *Papaveretum rhaetici*, *Papaveretum julici*, *Thlaspietum rotundifolii*, *Saxifragetum hohenwartii* und *Leontidetum montani*.

II. Gruppe — besteht aus Assoziationen aus der montanen bis subalpinen Stufe: *Petasitetum paradoxo*, *Moehringio-Gymnocarpietum*, *Festucetum laxae*, *Alysetum ovirensis*, *Adenostyli-Heracleetum polliniani* und dazu noch das *Leontodonti-Chondrilleetum*, das bis in die Ebene reicht.

III. Gruppe — wird von der *Vitaliana primulaeflora*-Gesellschaft und von der *Artemisia umbelliformis*-Gesellschaft gebildet.

In den meisten Fällen sind die einzelnen Assoziationen sehr gut voneinander getrennt, allerdings mit Ausnahmen: einige Beispiele des *Petasitetum*, die Assoziationen aus den Vette di Feltre und das *Leontidetum montani*. Aus diesem Dendrogramm geht klar hervor, dass die Schutthaldengesellschaften der Ostalpen auf Kalk in zwei höhere Syntaxa gegliedert sind, die weitgehend den bereits bekannten Verbänden *Thlaspion* und *Petasition* entsprechen. Es bleiben aber einige offene Probleme, die weiterhin untersucht werden müssen, daher gingen wir zu einer weiteren Bearbeitung (PCA) über.

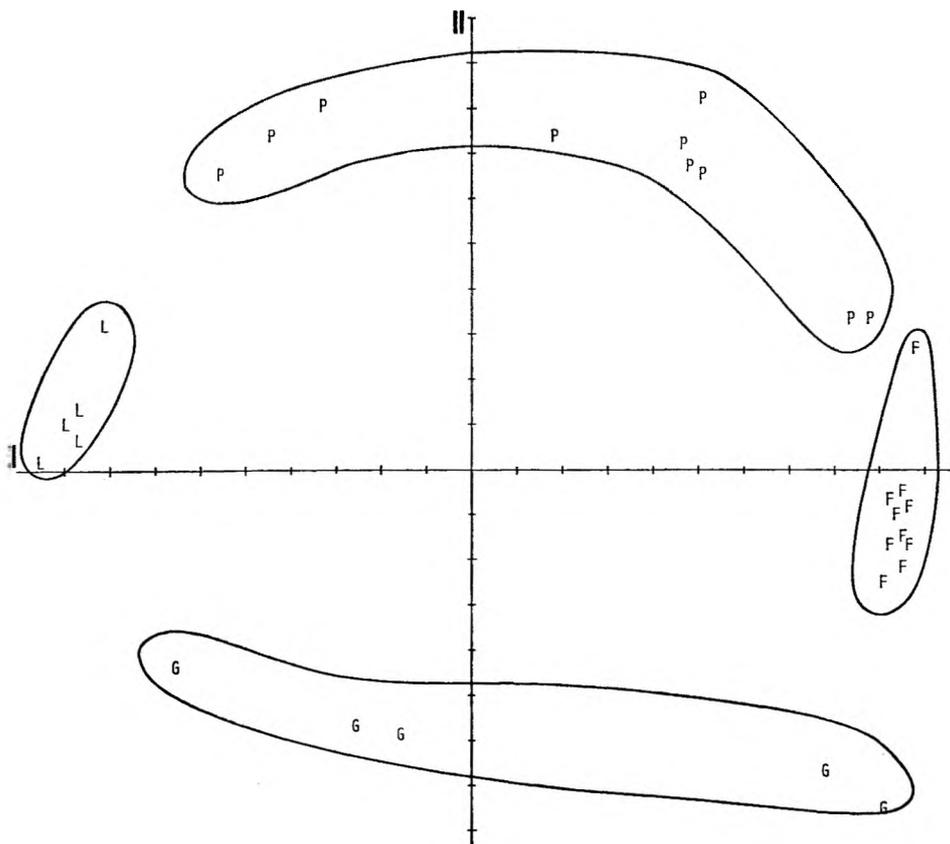


Fig. 2. Ergebnisse der Principal Component Analysis (PCA) aufgrund der Aufnahmen aus den niedrigeren Lagen. Bedeutung der Symbole wie in Fig. 1.

Das Ergebnis der »principal component analysis« (PCA), die mit dem Set von 108 Aufnahmen durchgeführt wurde (Fig. 1), erfordert eine vielfältige Interpretation: zwei clusters sind deutlich erkennbar, von denen der kleinere (entsprechend den höheren Werten auf Achse II) den drei Assoziationen des *Drabion hoppeanae* entspricht (*Caricetum rupestris*, *Artemisia umbelliformis*-Gesellschaft und *Vitaliana primulaeflora*-Gesellschaft). Die übrigen Aufnahmen (d.h. die überwiegende Mehrheit) ist hingegen längs einer Kurve verteilt. Diese Kurve beginnt bei negativen Werten beider Achsen mit den Aufnahmen des *Leontodonti-Chondriletum*, entwickelt sich dann weiter mit denen vom *Moehringio-Gymnocarpietum* und *Petasitetum paradoxii* (miteinander ziemlich gemischt), dann mit dem *Festucetum laxae*, *Adenostyli-Heracleetum polliniani*, *Alysetum ovirensis* und endet schliesslich in einem Gemisch (entsprechend den höheren Werten auf Achse I), in dem die Aufnahmen des *Papaveretum rhaetici*, *Thlaspietum rotundifolii*, *Saxifragetum hohenwarthii* und *Leontidetum montani* zusammenfallen. Diese letztgenannten Einheiten sind stark gemischt und es ist nicht möglich, Felder abzugrenzen, auf denen die eine oder die andere Gesellschaft allein vorkommt. Wir kommen bei dieser ersten Bearbeitung zum Schluss, dass die ersten drei Assoziationen des *Drabion hoppeanae* von den übrigen stark abweichen; andere Gesellschaften

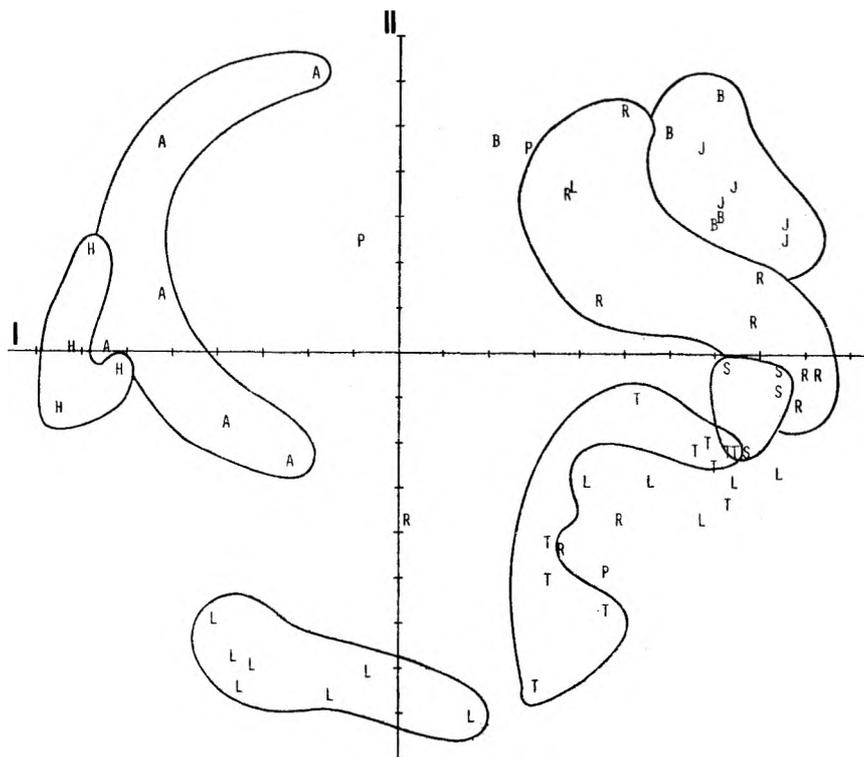


Fig. 3. Ergebnisse der Principal Component Analysis (PCA) auf den Achsen I und II, aufgrund der Aufnahmen aus höheren Lagen. Die Assoziationen aus den Vette di Feltre treten klar hervor. Bedeutung der Symbole wie in Fig. 1.

hingegen sind miteinander enger gebunden und werden vom Computer nach der Meereshöhe von der niedriger gelegenen (*Leontodonti-Chondriletum*) bis zu den höheren (*Saxifragetum hohenwarthii* und *Leontidetum montani*) geordnet. Es ist anzunehmen, dass die Mischung der Aufnahmen in dem grösseren cluster erfolgt; daher wurde das ganze Verfahren wiederholt und zwar auf einem reduzierten Set aus dem die Aufnahmen des *Drabion hoppeanae* ausgeschlossen wurden.

In dieser zweiten Bearbeitung wurden die Aufnahmen aus den niedrigeren Lagen und die aus den höheren gesondert bearbeitet.

Die Aufnahmen aus den niedrigeren Lagen bilden vier cluster auf den Achsen I und II (Fig. 2), die den 4 bereits bekannten Assoziationen entsprechen: *Leontodonti-Chondriletum*, *Petasitetum paradoxii*, *Festucetum laxae* und *Moehringio-Gymnocarpietum*. Das Ergebnis ist sehr eindeutig ohne Ueberschneidungen, und es scheint als überflüssig dasselbe weiter zu erläutern. Es ist wahrscheinlich, dass 3 dieser Assoziationen in einem einzigen Syntaxon vereinigt werden können; das *Petasition* wird dadurch bestätigt; die vierte Ass. (*Leontodonti-Chondriletum*) ist auch damit eng verwandt.

Die Bearbeitung der Aufnahmen aus höheren Lagen ergibt folgendes: Schon auf den Achsen I und II sind zwei clusters gut getrennt (Fig. 3). Der

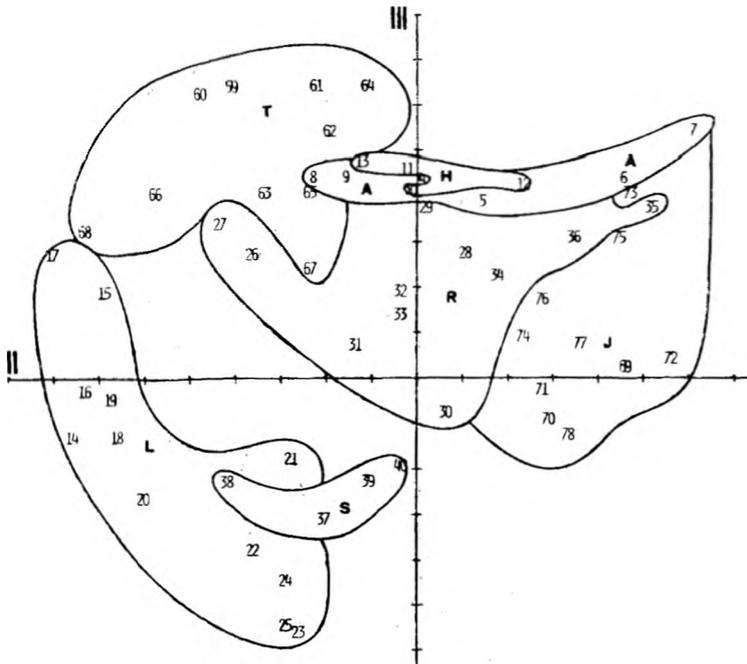


Fig. 4. Ergebnisse der Principal Component Analysis (PCA) wie in Fig. 3 aber auf den Achsen II und III. Die Beziehungen zwischen den Ass. L und S einerseits und T, R, J andererseits werden klar dargestellt; die Aufn. aus dem Vette di Feltre (A und H) schrumpfen zusammen. Bedeutung der Symbole wie in Fig. 1; die Zahlen entsprechen den Einzelaufnahmen.

erste der beiden clusters wird vom *Alysetum ovirensis* und *Adenostylo-Heracleetum polliniani* gebildet, zwei Schuttassoziationen, die im gleichen Gebiet (Vette di Feltre) vorkommen. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Gesellschaften sind ziemlich gering, immerhin bestätigt die automatische Datenverarbeitung die Ansicht, dass es sich um zwei verschiedene Assoziationen und nicht um eine Assoziation mit zwei abweichenden Subassoziationen handelt. Es scheint ausserdem sinnvoll, diese beiden Assoziationen in ein eigenes Syntaxon einzureihen (sicherlich aber von niedrigem Rang, etwa Unterverband oder Assoziations-gruppe). Die übrigen Aufnahmen sind ziemlich regelmässig verteilt und besonders auffallend ist eine Gruppe von 7 Aufnahmen des *Leontidetum montani*, die einen gut getrennten cluster bilden; immerhin gibt es etliche Ueberschneidungen zwischen verschiedenen Assoziationen. Wenn weiterhin die Achsen II und III in Betracht gezogen werden (Fig. 4), werden die Aufnahmen aus den Vette di Feltre miteinander verdichtet und auf ein Randfeld verdrängt, während die Unterschiede innerhalb der übrigen Aufnahmen ziemlich deutlich hervortreten. Zwei clusters mit den Aufnahmen des *Leontidetum montani* bzw. des *Saxifragetum hohenwartii* heben sich deutlich ab. Die restlichen Aufnahmen sind diejenigen, der Assoziationen, die

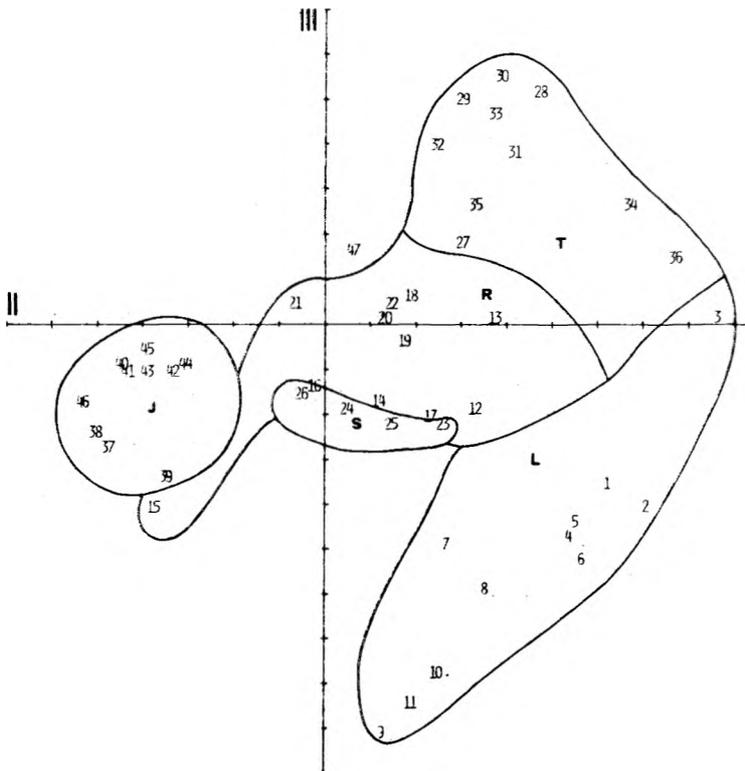


Fig. 5. Ergebnisse der Principal Component Analysis (PCA) wie in Fig. 3 aber unter Ausschluss der Aufnahmen aus dem Vette di Feltre. Die Dreigliederung J-R-T kommt klar hervor. Bedeutung der Symbole wie in Fig. 1 und 4.

von den Autoren als *Thlaspietum rotundifolii*, *Papaveretum rhaetici* und *Papaveretum julici* beschrieben wurden. Diese Aufnahmen nehmen ein zusammenhängendes Feld ein, auf dem aber verschiedene Streifen unterschieden werden können u.zw.:

- a) Aufnahmen des *Thlaspietum rotundifolii* aus Graubünden und Stillsersjoch
- b) Aufnahmen aus den italienischen und aus den Lienzer Dolomiten, die als *Papaveretum rhaetici* ausgeschieden wurden
- c) Aufnahmen des *Papaveretum julici* aus den Julischen Alpen und aus den Karawanken.

Im folgenden wurde eine dritte Bearbeitung durchgeführt, bei der auch die Aufnahmen aus den Vette di Feltre ausgeschieden wurden, um die Aufnahmen aus dem eigentlichen Kerngebiet des *Thlaspietum rotundifolii* in eingehender Weise zu analysieren. Deutlichere Ergebnisse werden unter Verwendung der Achse II und III erreicht (Fig. 5). Dieses Ergebnis entspricht weitgehend dem in Fig. 4 dargestellten, aber die Aufnahmen bilden deutlicher getrennte Gruppen. Die Individualität des *Leontidetum montani* und des *Saxifragetum hohenwarthii* wird bestätigt. Die weiteren Aufnahmen sind auf 3 ineinander übergehende Felder verteilt. Es scheint in diesem Falle, dass man drei Assoziationen unterscheiden kann, die als geographische Vikaristen betrachtet werden können und die den oben erwähnten a), b) und c) entsprechen.

Die automatische Datenverarbeitung ermöglichte also eine klare Definition der Typen (Assoziationen) und der höheren Syntaxa sowie auch der Beziehungen zwischen den einzelnen höheren Einheiten. Für die Gliederung der Vegetation wurde eine synoptische Tabelle (Tab. 1) aufgestellt, aus der die floristische Definition aller Syntaxa ersichtlich ist.

Synoptische Tabelle und Schlussfolgerungen

Die synoptische Tabelle wurde aufgrund von 19 Typen gebildet (nur 17 davon werden in der Tabelle angeführt), die auf 11 Assoziationen verteilt werden können (Tab. 1). Zwei weitere Gesellschaften (*Vitaliana*-Ges. und *Artemisia*-Ges.), die von dieser Vegetation stark abweichen, wurden in der Tabelle nicht in Betracht gezogen. Aus der synoptischen Tabelle treten 2 höhere Syntaxa deutlich hervor: das *Petasition* und das *Thlaspietum*. Als Charakterarten des *Petasition* können *Gymnocarpium robertianum* und weitere 15 Arten der dazugehörenden Gruppe betrachtet werden. Als Charakterarten des *Thlaspietum* seien *Moehringia ciliata* und weitere 11 Arten angegeben. Daraus geht klar hervor, dass die Einheiten 1—5 zum *Petasition* zurechnen sind und die Einheiten 9—17 zum *Thlaspietum* gehören. Was die Einheiten 6—8 betrifft, sind die Ergebnisse viel weniger deutlich.

Die Einheit 6 (*Leontodonti-Chondriletum*) zeigt am ehesten Verwandtschaft mit dem *Petasition*, aber die Kennarten dieses Verbandes sind weniger vertreten als in den Assoziationen 1—5. Auch in der Darstellung des PCA (Abb. 1) nimmt diese Gesellschaft eine isolierte Stellung an einem der beiden Extreme der Kurve ein. Diese Assoziation gehört wahrscheinlich nicht zum *Petasition* sondern zur differenzierteren Ordnung *Epilobietalia fleischeri*.

Die beiden Assoziationen aus den Vette di Feltre besitzen sowohl Arten des *Thlaspietum* als auch einige Vertreter des *Petasition* (*Athamanta*

TABELLE 1

Zahl der Aufnahmen	1972	1972	1933	1972	1933	1972	n. p.	n. p.	1960	1972	1933	1960	n. p.	1955	1926	n. p.	1960
	WRABER T.	WRABER T.	AICHINGER	WRABER T.	AICHINGER	WRABER T.	original	original	WIKUS	WRABER T.	AICHINGER	WIKUS	original	GIAC. et PIGN.	BR.-BL. et J.	original	WIKUS
	Leontodonti-Chondrillietum	Petasitetum paradoxo	Petasitetum paradoxo	Festucetum laxae	Festucetum laxae	Moehringio-Gymnocarpietum	Alyssum ovirense	Adenostyli-Heracleetum	Saxifragetum hohenwartii	Papaveretum julici	Papaveretum julici	Papaveretum rhaetici	Papaveretum rhaetici	Thlaspietum rotundifolii	Thlaspietum rotundifolii	Leontidetum montani	Leontidetum montani
5		5	6	38	9	15	22	13	16	29	10	25	33	5	12	21	25

<i>Leontodon berinii</i>	100																	
<i>Chondrilla chondrilloides</i>	60	20																
<i>Petasites paradoxus</i>		100	100	3														
<i>Festuca laxa</i>			33	82	100	7	4											
<i>Moehringia muscosa</i>							73											
<i>Geranium macrorrhizum</i>							47											
<i>Gymnocarpium robertianum</i>																		
<i>Valeriana montana</i>		40	67	5	33	59												
<i>Athamanta cretensis</i>		60	17	16	11	7		9	38				6					
<i>Biscutella laevigata</i>		20	33	95	55			87	77				12					37
<i>Adenostyles glabra</i>	80		17	74	22	33		18	23				21					13
<i>Scrophularia juratensis</i>				33	26	11	13	13	8									
<i>Trisetum argenteum</i>	60	20		11	33													
<i>Stachys rectus</i> subsp. <i>labiosus</i>		60	60						38									
<i>Hieracium piloselloides</i>	100	40				27												
<i>Hieracium staticifolium</i>	40	20																
<i>Globularia cordifolia</i>	60		50			27												
<i>Calamintha nepetoides</i>		40				40												
<i>Galeopsis angustifolia</i>		20				7												
<i>Centaurea dichroantha</i>		20				40												
<i>Epilobium dodonaei</i>		20				7												
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	40					53												
<i>Alyssum ovirense</i>				18			82											
<i>Thlaspi minimum</i>				61		7	91	47										
<i>Thalictrum saxatile</i> (incl. <i>Th. foetidum</i>)							46	8										
<i>Heracleum pollinianum</i>							46	100										
<i>Campanula scheuchzeri</i> (ecotypus)							27	69										
<i>Ranunculus venetus</i>								43										
<i>Delphinium dubium</i>								38										
<i>Saxifraga hohenwartii</i>									100			40						
<i>Ranunculus traunfellneri</i>								19										
<i>Achillea atrata</i>				32	22			19	79	90								
<i>Papaver julicum</i>				5					90									
<i>Papaver kernerii</i>				18						70								
<i>Rumex nivalis</i>									28									
<i>Cerastium uniflorum</i>												32	27					9
<i>Cerastium latifolium</i>														80	83			
<i>Saxifraga aphylla</i>														20	58			
<i>Viola calcarata</i>															25			
<i>Leontodon montanus</i>							4	8	19	3		28		20	8	100	86	
<i>Valeriana supina</i>										3		28	18			36	52	
<i>Minuartia lanceolata</i>																28		
<i>Saussurea discolor</i>																23		
<i>Ranunculus parnassifolius</i>																	17	
<i>Moehringia ciliata</i>				50	55		87	15	88	86	90	76	75	60	67	5	60	
<i>Papaver rhaeticum</i>							41	8	38	14		100	84	100	100	13	8	
<i>Thlaspi rotundifolium</i>				16	44				50	100	100	100	90			23	80	
<i>Minuartia austriaca</i>				32			77	8	12		20	44	39			5		
<i>Hutchinsia alpina</i>									88		40	48	51		50	24	24	
<i>Trisetum distichophyllum</i>							32	47					21	20	33	86	24	
<i>Taraxacum alpinum</i>									39	41				20	17	9	16	
<i>Arabis pumila</i>									18			56	45	100	17		8	
<i>Ranunculus seguieri</i>							32	36					8			67	8	
<i>Achillea oxyloba</i>									62			68	42			28	76	
<i>Doronicum glaciale</i>									19	3		4				13	32	
<i>Festuca pulchella</i>							13	54					12				24	
<i>Silene vulgaris</i> subsp. <i>glareosa</i>	20	100	100	74	100	53	59	92			20	36	57	60	17	43	20	
<i>Poa minor</i>				17	8	55	13	15	81	31	60	52	75	100	92		64	
<i>Cerastium carinthiacum</i>	20	20		74	88		9	8	12	72	100		6			13		
<i>Campanula cochlearifolia</i>				100	48	44					40		30			76	20	
<i>Doronicum grandiflorum</i>				5			13	54		3			10					
<i>Hutchinsia brevicaulis</i>				3						55					17			
<i>Saxifraga sedoides</i>				5						55								
<i>Aethionema saxatile</i>						40												
<i>Crepis terglouensis</i>										7								
<i>Linaria alpina</i>		20	17	24	33	7	82	23	6	79	70	64	24	20	25	33	48	
<i>Rumex scutatus</i>	20	20	67	98	100	80	68	85	25	7	30		12					
<i>Arabis alpina</i>				3	11	13	4	15	68	34		12	54		67	13		
<i>Dryas octopetala</i>	100		50										6		17	5		
<i>Rhodiola rosea</i>							18	15										
<i>Poa cenisia</i>																8		
<i>Geum reptans</i>										3								
<i>Sesleria varia</i>	80	40		31			9							80	17	18		
<i>Saxifraga aizoides</i>							9	30	31			12	6			27	20	
<i>Poa alpina</i>							23	15	50	72	40	24	21			14		
<i>Aster bellidiastrum</i>		40		29					19			12				5	24	

cretensis, *Valeriana montana*, *Biscutella laevigata*, *Scrophularia juratensis*, in 8 auch *Adenostyles glabra* und *Stachys recta*). Als Ergebnis von PCA (vgl. Abb. 3) stehen aber diese Aufnahmen eher mit dem *Thlaspion* als mit dem *Petasition* in Zusammenhang. Einige Charakterarten besitzen diese 2 Assoziationen in reichlicher Menge, aber es fehlen Arten, welche die beiden in deutlicher Weise sowohl vom *Petasition* als auch vom *Thlaspion* trennen können. Daher bleibt die Stellung dieser beiden Assoziationen kritisch: sie bilden einen Übergang zwischen beiden Verbänden und können wohl als eigene Gruppe innerhalb des *Thlaspion* aufgefasst werden.

Die Einheit 10 ist das *Saxifragetum hohenwartii* aus den Lienzer Dolomiten. Dazu muss bemerkt werden, dass die namengebende Kennart in den Karawanken und Steiner Alpen endemisch ist, und in den Lienzer Dolomiten durch eine Rasse vertreten wird, die morphologisch eine Zwischenstellung zwischen *Saxifraga hohenwartii* und *S. sedoides* einnimmt. Auf den taxonomischen Wert dieser Zwischenform (vielleicht hybridogener Herkunft) können wir in diesem Rahmen nicht eingehen. Jedenfalls entspricht die Artenverbindung des *Saxifragetum hohenwartii* der Lienzer Dolomiten mit den Aufnahmen Aichingers (1933) aus dem Areal dieser Art gut überein.

Papaveretum rhaetici und *Thlaspietum rotundifolii* sind durch unterschiedliche Artenverbindungen gut getrennt, aber nur wenig durch eigene Kennarten. Dazu kommt noch die Tatsache, dass *Thlaspi rotundifolium* gerade in beiden *Thlaspietum*-Tabellen fehlt (Beispiele dieser Assoziation für die automatische Bearbeitung wurden anscheinend von uns unabsichtlich nicht gut gewählt). Die 2 Assoziationen sind geographische Vikarianten und möglicherweise werden die eigentlichen Kennarten durch eingehendere Untersuchungen der gesamten Areale besser zur Geltung kommen.

Als Ergebnis unserer Untersuchung kann man für die Schutthaldengesellschaften der südöstlichen Kalkalpen folgende Gliederung aufstellen:

THLASPIETALIA ROTUNDIFOLII

Thlaspion rotundifolii

Thlaspietum rotundifolii

Papaveretum rhaetici

Papaveretum julici

Saxifragetum hohenwartii

Leontidetum montani

Alysetum ovirensis

Adenostyli-Heracleetum polliniani } besondere Ass.-Gruppe

Petasition paradoxii

Petasitetum paradoxii

Festucetum laxae

Moehringio-Gymnocarpium

EPILOBIETALIA FLEISCHERI

Epilobion fleischeri

Leontodonti-Chondrilletum

Literatur

- Aichinger, E., 1933: Vegetationskunde der Karawanken. Jena, Gustav Fischer, 329 Seiten.
- Braun-Blanquet, J., H. Jenny, 1926: Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. Denkschr. Schweiz. Nat. Ges. 63, 2.
- Giacomini, V., S. Pignatti, 1955: I pascoli dell'Alpe dello Stelvio (Alta Valtellina). Ann. Sper. Agraria n.s. 9.
- Lasen, C., Erika e S. Pignatti, A. Scopel, 1977: Guida Botanica delle Dolomiti di Feltre e Belluno. Calliano (Trento), Manfrini Ed., 190 pagg.
- Wikus E., 1960: Die Vegetation der Lienzer Dolomiten (Osttirol). Archivio Bot. e Biogeogr. Ital. 34—37.
- Wraber, T., 1972: Contribuzione alla conoscenza della vegetazione pioniera (*Asplenietea rupestris* e *Thlaspietea rotundifolii*) delle Alpi Giulie, tesi di laurea, Univ. di Trieste, 81 pagg.
- Zollitsch, B., 1968: Soziologische und ökologische Untersuchungen auf Kalkschiefern in hochalpinen Gebieten. Ber. Bayer. Bot. Ges. 40.

•

Die Autoren danken Prof. E. Feoli für technische Hilfe während der Bearbeitung und kritische Diskussion der Ergebnisse und Herrn A. Zampar für Betreuung der Arbeit am computer.

RIASSUNTO

LA VEGETAZIONE DEI GHIAIONI DELLE ALPI ORIENTALI CALCAREE

Erika e Sandro Pignatti

(Istituto Botanico dell'Università di Trieste e Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Roma)

La vegetazione dei ghiaioni delle Alpi Orientali calcaree (versante meridionale) viene riesaminata sulla base di un'elaborazione con computer. Sono stati elaborati 266 rilievi originali (non pubblicati) ed una scelta di rilievi ricavati dalla letteratura (10 tabelle, ciascuna rappresentata da 5 rilievi). L'elaborazione è articolata in due fasi: classificazione dei rilievi originali ed ordinamento di tutto il materiale esaminato. Il risultato conferma la distribuzione delle associazioni dei *Thlaspietalia* tra le alleanze *Thlaspiion* e *Petasition*. Il nucleo del *Thlaspiion* è costituito da 3 associazioni vicarianti con carattere regionale: *Thlaspietum rotundifolii* nei Grigioni e zone confinanti dell'Italia, *Papaveretum rhaetici* nelle Dolomiti e *Papaveretum julici* nelle Alpi Giulie e Caravanche.

SUMMARY

THE VEGETATION ON LIMESTONE GRAVELS AND SCREES ON THE SOUTHERN PARTS OF THE EASTERN ALPS

Erika and Sandro Pignatti

(Institute of Botany, University of Trieste and Institute of Botany, University of Rome)

The vegetation on limestone gravels and screes on the Southern side of the Eastern Alps is reviewed on the basis of an elaboration with computer. The material treated consists of 266 original relevés (not yet published) and 50 relevés selected in 10 tab. from the literature. The elaboration was performed in 2 steps: classification of the original relevés and ordination of the complete set.

The results confirm the opportunity to articulate the *Thlaspietalia* in two alliances: *Thlaspion* and *Petasition*. The nucleus of the *Thlaspion* is given by 3 regionally vicariant associations: *Thlaspietum rotundifolii* in E-Switzerland and in the neighbouring Alps of Italy, *Papaveretum rhaetici* in the Dolomites and *Papaveretum julici* in the Julian Alps and Karawanken.

SAŽETAK

PRILOG SISTEMATICI BILJNIH ZAJEDNICA VAPNENACKIH TOČILA JUŽNIH DIJELOVA ISTOČNIH ALPA

Erika i Sandro Pignatti

(Botanički institut Sveučilišta u Trstu i Botanički institut Sveučilišta u Rimu)

U ovom prilogu je prikazana vegetacija točila južnih dijelova istočnih Alpa na temelju kompjutorske obrade vegetacijskih snimaka. Za obradu je uzeto 266 neobjavljenih snimaka koje su načinili Erika i Sandro Pignatti te izbor vegetacijskih snimaka iz literature (10 tabela s po pet snimaka).

Rezultat obrade potvrđuje podjelu zajednica reda *Thlaspietalia* na sveze *Thlaspion* i *Petasition*. Jezgru sveze *Thlaspion* čine tri regionalne vikarne zajednice i to: *Thlaspietum rotundifolii* u Grabündenu u Švicarskoj i susjednim graničnim područjima Italije, *Papaveretum rhaetici* iz Dolomita i *Papaveretum julici* iz Julijskih Alpa i Karavanki.

Prof. Dr. Erika Pignatti
Istituto Botanico dell'Università di Trieste
Via A. Valerio 30
I-34100 Trieste (Italia)

Prof. Dr. Sandro Pignatti
Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Roma
Città Universitaria
I-00100 Roma (Italia)