

Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 24, 122-139. Hannover 2012

Die inneralpine Trockenvegetation: von Josias Braun-Blanquet bis zu den “Valori di Bioindicazione“ von Sandro Pignatti

– Angelika Schwabe und Anselm Kratochwil, Darmstadt und Osnabrück –

Abstract

For many years scientists have become fascinated by dry inner alpine vegetation sites, giving detailed descriptions of these types with reference to different scale levels. This fascination is partly based on the high level of species richness and, above all, on the occurrence of rare species and those with disjunct distribution.

Our survey will start by qualifying the research on inner alpine dry vegetation within the lifetime achievement of Josias Braun-Blanquet. Owing to his fundamental descriptions of different types of dry inner alpine vegetation types, his lifetime research provided the vital basis for further research work. In subsequent publications by other authors it was possible to describe the valley areas on the scale of different vegetation complexes and to determine the data material by using multivariate methods.

Now, the development of the indicator values of Italy according to Pignatti enables important analyses. On the one hand (1) the axes of the multivariate analyses as well as the different plant communities can be easily interpreted, above all concerning their light-, temperature-, moisture- and continentality-values. On the other hand (2) comparisons between older data of Braun-Blanquet and new ones can be carried out. The analyses of (1) showed a reliable repeatability of the indicator values and explainability of the multivariate determination as well as, in the case of (2), high stability of the floristic composition of these mainly extreme habitats within the time axis.

Abkürzungen und Nomenklatur:

Lokalitäten:

A	Valle d’Aosta (Vallée d’Aoste, Aostatal): Italien
W	Valais (Wallis): Schweiz
V	Vinschgau (Valle Venosta): Italien; Val Müstair: Schweiz
P	Valtellina/Poschiavo (Veltlin/Puschlav): Italien; Poschiavo: Schweiz
I	Ober-Inntal/Engadin: Oberinntal: Österreich; Engadin: Schweiz
R	Churer Rheintal (einschließlich Domleschg, Prättigau, Albulas): Schweiz.

Pflanzengesellschaften bzw. Vegetationskomplexe und Talregionen; [] = Abkürzungen der Talregionen; () Vegetationskomplexe.

ab	<i>Astragalo onobrychidis-Brometum erecti</i> (-Komplex) [I]
as	<i>Allium lineare</i> (= <i>A. strictum</i>)- <i>Stipa pennata</i> s.str.-Ges. (-Komplex) [I]
cb	<i>Centaurio bracteatae-Brachypodietum</i> (-Komplex) [P]
cf	<i>Carici supinae-Festucetum valesiacae</i> (-Komplex) [V]
df	<i>Diplachno serotinae-Festucetum valesiacae</i> (-Komplex) [P]
ds	<i>Dracocephalum austriacum-Stipa eriocalis</i> subsp. <i>austriaca</i> -Ges. (-Komplex) [I]
ea	<i>Ephedro helveticae-Artemisietum vallesiacae</i> (-Komplex) [W]
hs	<i>Helianthemum*grandiflorum-Stipa eriocalis</i> subsp. <i>austriaca</i> -Ges. (-Komplex) [I]

mc	<i>Melica ciliata-Centaurea maculosa</i> -Ges. (-Komplex) [I]
mk	Melico ciliatae-Kochietum prostratae (-Komplex) [A]
ok	Onosmo pseudoarenariae-Koelerietum vallesianae (-Komplex) [A]
ok _p	Onosmo pseudoarenariae-Koelerietum vallesianae phleetosum phleoidis [A]
pf	Poo xerophilae-Festucetum valesiacae (-Komplex) [V]
pk	Poo xerophilae-Koelerietum macranthae (-Komplex) [I]
sk	Stipo capillatae-Koelerietum vallesianae (-Komplex) [W]
ss	Stipo capillatae-Seselietum variae (-Komplex) [V]
ta	Tunico-Artemisietum campestris (-Komplex) [P]
tb	<i>Thymus vulgaris-Bromus erectus</i> -Ges. (-Komplex)
tc	Teucro montani-Caricetum humilis (-Komplex) [I]
x	Xerobrometum [R].

Pignatti-Ellenberg-Zeigerwerte:

T Temperatur; L Licht; F Feuchte; N Stickstoff (Nährstoffe, Produktivität); C Kontinentalität; R Reaktion.

* ersetzt bei Subspecies den Artnamen.

Die Nomenklatur von Taxa und Syntaxa richtet sich nach SCHWABE & KRATOCHWIL (2004).

1. Einführung

Die inneralpine Trockenvegetation hat von jeher verschiedene Generationen von Botanikern und Ökologen fasziniert, u. a. durch das Vorkommen thermomontaner, Steppen-artiger Elemente in der Hochgebirgslandschaft (Abb. 1a) und das Vorkommen sehr seltener, oft disjunkt verbreiteter Pflanzenarten. Zu den thermomontan verbreiteten, sehr seltenen Sippen gehört z. B. *Astragalus alopecurus* Pall. (syn.: *A. centralpinus* Braun-Blanq.), s. Abb. 1b, einziger Vertreter der Sektion Alopecuroidei der Gattung *Astragalus* in Italien (PIGNATTI 1994a), mit weiteren Vorkommen dieser Sippe z. B. in Bulgarien, Georgien, Russland, der Türkei, Iran, Mittelasien und China (PODLECH 2008).

Die inneralpine Trockenvegetation bietet sich als Modellbeispiel für verschiedene Facetten geobotanischer Forschung an. Wir wollen im Folgenden eine Zusammenschau geben, die mit den Untersuchungen von Josias Braun-Blanquet beginnt und mit der Anwendung der Zeigerwerte von Sandro Pignatti endet. Die Zusammenstellung kann in diesem Rahmen nicht vollständig sein, so umfasst sie z. B. nicht die klassischen Studien von FURRER (1914) im Bormiesischen (Valtellina), GAMS (1927) in den Follatères (Wallis), FREY (1934) in der „Walliser Felsensteppe“, BÉGUINOT (1934) in der Steppen-artigen Vegetation des Vinschgau (Valle Venosta), um nur einige zu nennen. Auch werden die Besonderheiten der Täler nicht im Detail gewürdigt. Wir verweisen z. B. auf die monographischen Arbeiten und ausführlichen Literaturverzeichnisse von BRAUN-BLANQUET (1961) und SCHWABE & KRATOCHWIL (2004).

Wir widmen unserem langjährigen Freund Sandro Pignatti diese kleine Zusammenstellung, verbunden mit dem Wunsch, dass er weiterhin viel Freude an der Beantwortung noch vieler ungelöster Problemkreise haben möge.

Die im Lee der großen Bergketten liegenden inneralpinen Trockengebiete mit hohen Jahresschwankungen der Temperatur, ausgeprägten Winterminima und Sommermaxima der Temperatur und für die Höhenlage geringen Niederschlagswerten (s. als Beispiel Abb. 2) wurden von BRAUN-BLANQUET (1961) in „extreme Trockeninseln“ eingeteilt (von W nach E:



Abb. 1a: Inneralpine Trockenvegetation in den Cottischen Alpen (Queyras, Frankreich). Die *Juniperus sabina*-durchsetzten Trockenrasen (*Festuco-Poetum carniolicae*) bei Abriès (1600 m ü.M.) erinnert an Steppen-Vegetation in zentralasiatischen Hochgebirgen.



Abb. 1b: Fruchtaspekt des hochwüchsigen *Astragalus alopecurus* (Ende August) im *Juniperus sabina*-Gestrüch (Ville Vieille, Queyras, Frankreich, 1400 m ü. M.) mit charakteristischen wollig behaarten Kelchen und Früchten (Teilbild unten links). Die Assoziation wurde von BRAUN-BLANQUET (1961) als *Astragalo-Juniperetum sabinae* beschrieben.

Durance, Maurienne, Susa-Fenestrelle, Valle d’Aosta, Wallis, Valle Venosta (Vinschgau) und solche mit schwächer ausgeprägtem Trockencharakter (Romanche, Tarentaise, Churer Rheintal, Oberinntal-Engadin, Valtellina-Poschiavo, Etsch-Eisacktal, Puster-/Oberdrautal, Trockengebiete in Kärnten und der Steiermark). Insbesondere in den extremen Trockeninseln gibt es sehr hoch liegende Dauersiedlungen (z. B. St. Véran-en-Queyras, 2042 m ü. M., s. Abb. 28 bei BRAUN-BLANQUET 1961). Gut ausgebildete Trockenrasen der *Festucetalia valesiacae* wachsen im „gemäßigeren“ Engadin und Veltlin noch bis 1700-1900 m ü. M. (Abb. 3); im extremeren Wallis bis ca. 2100 m ü. M., Einzelvorkommen thermobionter Pflanzenarten treten noch in weitaus größeren Höhenlagen auf.

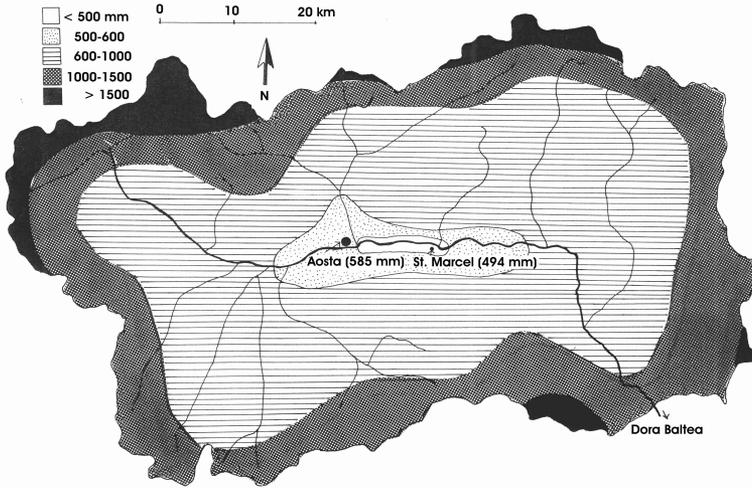


Abb. 2: Typische Isohyeten-Karte eines inneralpinen Trockengebietes: Valle d’Aosta mit zunehmenden Niederschlägen im tiefer gelegenen, insubrisch beeinflussten Gebiet südlich des Flussknies der Dora Baltea und Niederschlägen von nur knapp 500 mm/a im Talzentrum bei Nus/St. Marcel (550 m ü.M.). Verstärkt wird dies durch Sommertrockenheit in diesem Talgebiet (s. WALTER & LIETH 1960). Quelle: Museo Regionale di Scienze Naturali della Valle d’Aosta, St. Pierre.

Sippen der heutigen Trockenvegetation konnten schon im Spätglazial durch Pollen- oder Makrofossil-Funde nachgewiesen werden, so z. B. *Artemisia*, *Centaurea scabiosa*, *Onobrychis montana* u. a. (BURGA & PERRET 1998). Bisher war es nicht möglich, Großreste von *Bassia prostrata*, die im Aostatal disjunkt auf Moränenstandorten vorkommt, in spätglazialen Ablagerungen der Inneralpen nachzuweisen. Die Sippe kommt heute westlich im Ebroggebiet vor, östlich dann erst wieder auf Lössabbrüchen im Weinviertel (Österreich), am Plattensee und an der Donau südlich Budapest. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Art ein bezeichnendes Element der spätglazialen Flora war, ist jedoch sehr groß (SCHWABE 1995).

Großräumig gesehen gehören diese Gebiete zu den thermomontanen Biota der eurasiatischen Gebirge, die nicht nur eine bezeichnende Pflanzen- sondern auch Tierwelt aufweisen. Letzteres konnte z. B. eindrucksvoll von VARGA (1996) dargestellt werden. Es zeigen sich z. T. auch enge Beziehungen zwischen der thermobionten Tier- und Pflanzenwelt: So ernährt sich die Raupe des Bläulings *Plebejus trappi* (Verity, 1927), der in der inneralpinen Trockenvegetation im Alpenraum u. a. im Wallis, Aostatal (mit Nebentälern wie dem Cognetal) und Vinschgau vorkommt, von *Astragalus excapus*, punktuell auch im Cognetal von *A. alopecurus* (LEPIDOPTEROLOGEN-ARBEITSGRUPPE 1988, TOLMAN & LEWINGTON 2009). Nahe verwandte Arten und Unterarten des *Plebejus pylaon*-Komplexes besiedeln allgemein thermomontane



Abb. 3: Die inneralpine Trockenvegetation klingt im Talgebiet Valtellina/Poschiavo bei 1700 m ü.M. aus (Semogo). Dieser Bestand des Tunico-Artemisietum mit *Stipa eriocaulis* subsp. *austriaca* ist reich an *Laserpitium siler*.

Gebiete in Eurasien (COUTSIS & DE PRINS 2006). Ein weiterer thermomontan verbreiteter Artenkomplex und ein typischer Vegetationskomplex-Bewohner ist der Apollofalter (*Parnassius apollo* s. l., mit vielen lokalen Sippen im gesamten thermomontanen Gebiet), dessen Raupe an *Sedum* (punktuell auch an anderen Vertretern der Crassulaceae) lebt. Der adulte Falter saugt besonders häufig Nektar an violett-roten Blütenständen wie *Centaurea scabiosa* s.l., *Carduus defloratus* u. a. Er ist eine Leitart der inneralpinen Trockenvegetation mit großen Populationen z. B. im montanen Aostatal, im Engadin (bis ca. 1900 m. ü. M.), im Bormiesischen und Puschlav und im montanen Vinschgau (eigene Beobachtungen und LEPIDOPTEROLOGEN-ARBEITSGRUPPE 1988, s. auch die Höhenverbreitung im Veltlin/Puschlav von SCHWABE et al. 1992 und KRATOCHWIL & SCHWABE 2001, Abb. 6.32).

Wir möchten die folgenden Fragen stellen:

Welche Bedeutung haben die Untersuchungen zur inneralpinen Trockenvegetation im wissenschaftlichen Werk von Josias Braun-Blanquet?

Welche Weiterentwicklungen gibt es für räumliche Skalen, die Braun-Blanquet nicht bearbeiten konnte?

Welche Möglichkeiten bieten die von Sandro Pignatti entwickelten Zeigerwerte für das Verständnis der inneralpinen Trockenvegetation?

2. Welche Bedeutung haben die Untersuchungen zur inneralpinen Trockenvegetation im wissenschaftlichen Werk von Josias Braun-Blanquet?

Josias Braun-Blanquet (1884-1980) war zeitlebens mit seiner bündnerischen Heimat eng verbunden und verbrachte auch in den Jahren, wo er in Montpellier forschte, fast jeden Som-

mer in den Bündner Bergen (LANDOLT 1980). So durchziehen auch Arbeiten zur inneralpinen Trockenvegetation sein Werk bereits seit dem Jahre 1917.

Erika und Sandro Pignatti, die seit den 1950er Jahren über viele Jahrzehnte mit Josias Braun-Blanquet eng verbunden waren und sich auch in seinem Institut, der „Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine“ (SIGMA) in Montpellier bei der gemeinsamen pflanzensoziologischen Arbeit kennenlernten, fassten in ihrem Nachruf auf den Altmeister der Pflanzensoziologie seine Studien und seine wissenschaftliche Entwicklung in vier große Lebensphasen zusammen (E. & S. PIGNATTI 1981). Diese Phasen I-IV ergänzen wir mit spezifischen Angaben zur inneralpinen Trockenvegetation.

I) Auseinandersetzungen, theoretische Grundlagen: Diese Phase begann 1905 mit den Studien am Berninahospiz und endete mit der Habilitation an der E.T.H. Zürich (1923). Bereits in dieser Zeit beschäftigte sich Josias Braun-Blanquet mit der Föhrenregion Graubündens, insbesondere mit den „xerothermen Pflanzenkolonien“ (BRAUN-BLANQUET 1917a, b).

II) Aufbau des Systems (1926-1940er Jahre): In diese Zeitperiode fallen die erste Auflage der „Pflanzensoziologie“, der Beginn des „Prodromus“ und die Gründung der SIGMA. Seine umfassende Studie zu den Trockenrasengesellschaften des Festucion valesiacae in den Ostalpen (BRAUN-BLANQUET 1936) bildete einen wichtigen Baustein für das monographische Werk zur „Inneralpinen Trockenvegetation“ (s.u.). Mit der „Flora von Graubünden“ werden in dieser Periode wiederum Mosaiksteine zur Kenntnis der Flora auch der inneralpinen Trockenvegetation gelegt (BRAUN-BLANQUET & RÜBEL 1932-1936).

III) Synthese (Theorie und Regionalmonographien) (1948-1960er Jahre): In diese hervorstechende und sehr produktive Schaffensperiode fallen viele der großen Monographien, so z. B. die der alpinen Vegetation der Ost-Pyrenäen, der (sub)mediterranen Gebiete Frankreichs und pflanzensoziologisch-bodenkundliche Arbeiten (mit dem Pedologen H. Pallmann sowie mit R. Bach) im Schweizerischen Nationalpark. Eine detaillierte Studie zu den nordbündnerischen Föhrentälern bildete einen wichtigen Beitrag zur weiteren Kenntnis der inneralpinen Trockenvegetation (BRAUN-BLANQUET 1959). Die Pflanzengesellschaften Rätiens (BRAUN-BLANQUET 1948-1950) erbrachten auch wiederum Bausteine für die inneralpine Trockenvegetation, die gegen Ende dieser Schaffensperiode erschien. Das Werk enthält knapp 1000 Originalaufnahmen vorwiegend von Trockenrasen (Festuco-Brometea, s. z. B. Abb. 4a, b), zu geringeren Teilen von Pionier-, Gebüsch-, Wald- und Ruderalgesellschaften und eine Beschreibung dieser Pflanzengesellschaften mit besonderer Berücksichtigung von biogeografischen und klimatischen Faktoren (BRAUN-BLANQUET 1961, herausgegeben in der Reihe „Geobotanica selecta“ von Reinhold Tüxen). Kurz danach beendete die wesentlich erweiterte Auflage der „Pflanzensoziologie“ (BRAUN-BLANQUET 1964) diese Phase.

IV) Rückblick: In dieser letzten Phase sind Rückblicke publiziert worden (so z. B. eine zusammenfassende Betrachtung der Zürich-Montpellier-Schule: BRAUN-BLANQUET 1968). Einige Arbeiten zur Trockenvegetation im Oberengadin komplettieren das Bild der inneralpinen Trockenvegetation (BRAUN-BLANQUET 1976, BRAUN-BLANQUET & SUTTER 1982).

Es zeigt sich, dass – ausgehend von seiner bündnerischen Heimat in der Föhrenzone – sich Aspekte der Erforschung der inneralpinen Trockenvegetation durch alle Lebensabschnitte von Josias Braun-Blanquet ziehen bis in das hohe Alter von über 90 Jahren und somit diese Vegetation sicherlich eine besondere Faszination ausgeübt hat.

Die Monographie zur inneralpinen Trockenvegetation stellt nicht nur, ausgehend von der konsequenten methodischen Umsetzung der „Braun-Blanquet-Schule“, ein Lehrbeispiel für die Darstellung verschiedener zumeist Trockenrasen-Typen dar, sondern gibt auch komplexe



Abb. 4a: Josias Braun-Blanquet bei der Aufnahme im Onosmo-Koelerietum auf Moräne am Südhang (Valle d'Aosta, wahrscheinlich bei Quart, 550 m ü.M.); nach BRAUN-BLANQUET (1961), Abb. 41.



Abb. 4b: Aspekt des Onosmo-Koelerietum auf Moräne bei Quart (Valle d'Aosta) 1990. Im Vordergrund *Fumana procumbens*, *Artemisia vallesiaca*, vereinzelt *Onosma pseudoarenaria*. Blick Richtung Mont Blanc-Massiv.

Einblicke in die landschaftsökologische Gliederung der Talgebiete. So ist bereits sehr viel zu einer synthetischen Betrachtung der Talgebiete erarbeitet worden, die sich mit heutigen Methoden noch weiterentwickeln lässt (s.u.).

3. Welche Weiterentwicklungen gibt es für räumliche Skalen, die Braun-Blanquet nicht bearbeiten konnte?

Die Befunde zur landschaftsökologischen Gliederung sind im Werk von Braun-Blanquet beschrieben, z. T. auch kartographisch dargestellt worden (letzteres z. B. bezogen auf eine höhenbezogene Verteilung von Trockenrasen-Typen im Vinschgau in BRAUN-BLANQUET 1936, 1961). Mit der Entwicklung des Studiums von Vegetationskomplexen oder Sigmagesellschaften (TÜXEN 1973, WILMANN & TÜXEN 1978, PIGNATTI 1981, THEURILLAT 1992, s. auch das Review von SCHWABE 1997) gab es das methodische Werkzeug, die Vegetationskomplexe inneralpiner Trockenvegetation zu studieren sowie die klassisch-pflanzensoziologischen und die sigmasoziologischen Ergebnisse mit modernen Ordinationsverfahren zu bearbeiten.

SCHWABE & KRATOCHWIL (2004) untersuchten für den Vegetationskomplex-Ansatz die im Kerngebiet der Alpen liegenden Täler, die sowohl solche mit extremen klimatischen Bedingungen umfassen (Aostatal, Zentralwallis, Vinschgau) als auch solche mit gemäßigteren Klimaverhältnissen (Churer Rheintal, Oberinntal-Engadin, Veltlin-Puschlav; Abb. 1 bei SCHWABE & KRATOCHWIL 2004). Diese sechs Täler im Zentrum der Alpen wurden untersucht. Neben der Lage im Kerngebiet und den vorhandenen Niederschlagsgradienten waren weitere Kriterien: weitgehend offene S/SW-exponierte Trockenrasen-dominierte Bereiche mit Kernen natürlich waldfreier Standorte; weitgehend ungedüngte Standorte. Insgesamt konnten 150 Flächen von in der Regel 0,5 ha Größe aufgenommen werden. Um die Gesellschaften ansprechen und dokumentieren zu können, sind ca. 500 Aufnahmen aus dem Bereich der Trockenrasen, Pionierfluren, Felsfluren, Säume und Gebüsche neu erhoben worden. Neben der Grundlage, die von Braun-Blanquet gelegt worden war, sind auch die neueren Erkenntnisse zu den Pionierfluren (KORNECK 1975), insbesondere zu den Therophyten-dominierten Gesellschaften wie z. B. dem *Clypaeoetum ionthlaspi* Korneck 1975 im Wallis sowie die Kenntnisse zu den erst im Jahre 1962 durch Theo Müller beschriebenen Saumgesellschaften (MÜLLER 1962, s. auch VAN GILS & KEYSERS 1977) in die Komplex-Aufnahmen eingegangen. Für die Ordinationen der Trockenrasen-Gesellschaften wurden in diesem Ansatz nur die neueren Aufnahmen verwendet (SCHWABE & KRATOCHWIL 2004).

Alle Gesellschaften haben eine ausgeprägte gestaffelte Entwicklungs- und Blühphänologie, die im Vorfrühling beginnt mit *Bulbocodium vernum* (nur auf mesohygrischen Standorten) bzw. im ersten Frühling mit *Carex humilis*, *Hornungia petraea* u. a. und mit der Blüte von *Artemisia vallesiaca*, *Aster linoisyris*, *Bassia prostrata* u. a. im Herbst endet. SCHWABE & KRATOCHWIL (2004) unterscheiden 10 Blühphasen in Anlehnung an das von DIERSCHKE (1995) entwickelte System der symphänologischen Gruppen.

Im Folgenden möchten wir die Ergebnisse des klassisch-pflanzensoziologischen Ansatzes für die Trockenrasen und ihrer multivariaten Ordination vergleichen mit der Ordination der Sigmaaufnahmen. Für die Einzelgliederungen und Zuordnungen der sechs Talgebiete verweisen wir auf SCHWABE & KRATOCHWIL (2004).

Die Ordination der Trockenrasen-Aufnahmen (Abb. 5) spannt bei der besonders aussagekräftigen Achse 1 (eigenvalue 0,49) einen Gradienten auf, der links mit den Aufnahmen des *Melico-Kochietum* auf Moräne im Aostatal beginnt. Benachbart liegen andere Gesellschaften des Aostatales sowie des Wallis und Vinschgaus. Veltlin, Rhein- und Oberinntal/Engadin

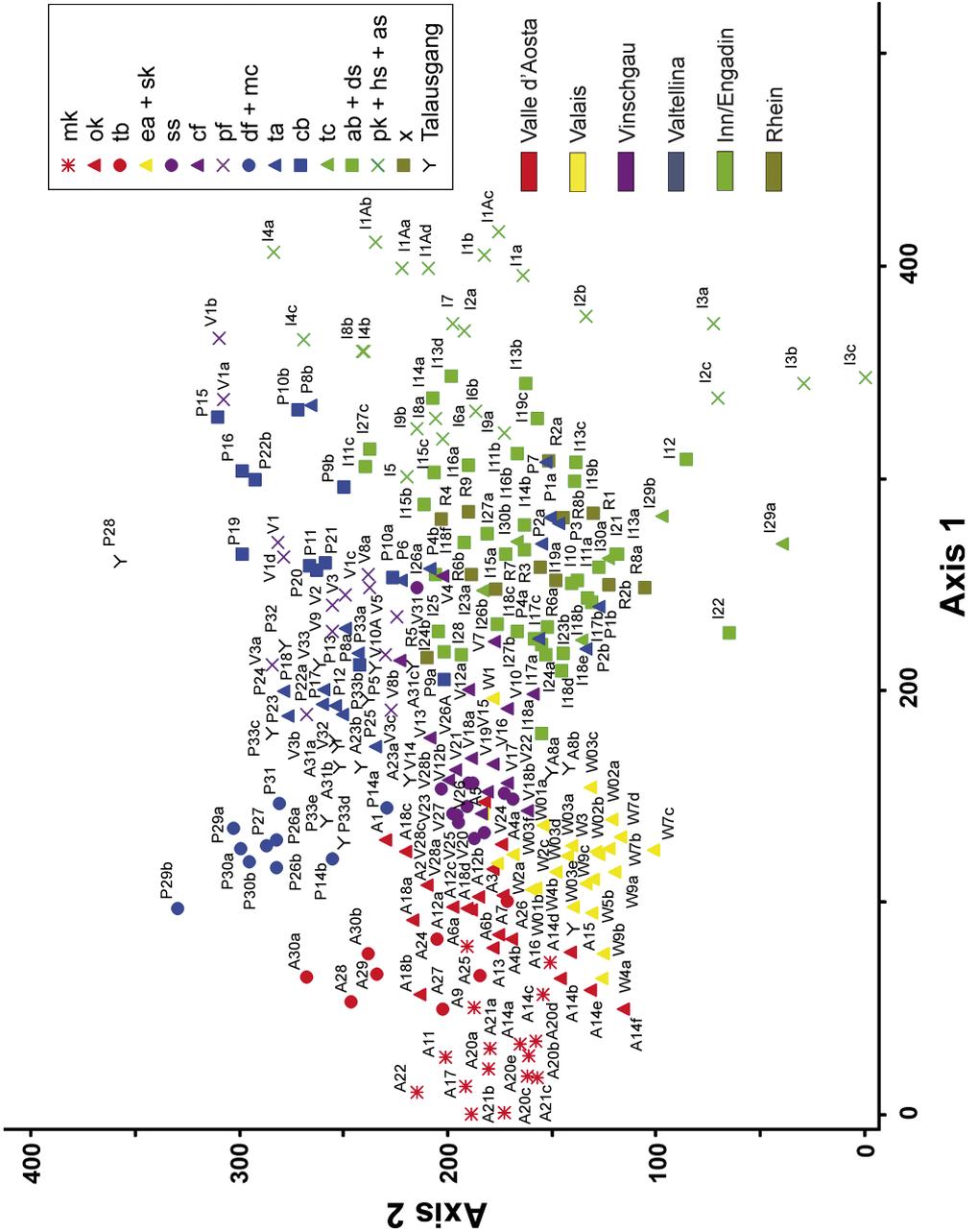


Abb. 5: DCA des Gesamtdatensatzes der Trockenrasen von sechs untersuchten Tälern in den Inneralpen; eigenvalues (λ), Gradientenlänge (100 = 1 SD); Axis 1: $\lambda_1 = 0.49$; Gradientenlänge = 4.2 SD; Axis 2: $\lambda_2 = 0.27$; Gradientenlänge = 3.6 SD, Axis 3: $\lambda_3 = 0.21$; Gradientenlänge = 2.5 SD. Axis 1: $r^2 = 0.46$, Axis 2: $r^2 = 0.12$, Axis 3: $r^2 = 0.04$; Relative Euclidean. Transformation der Braun-Blanquet-Werte. Nach SCHWABE & KRATOCHWIL (2004), verändert.

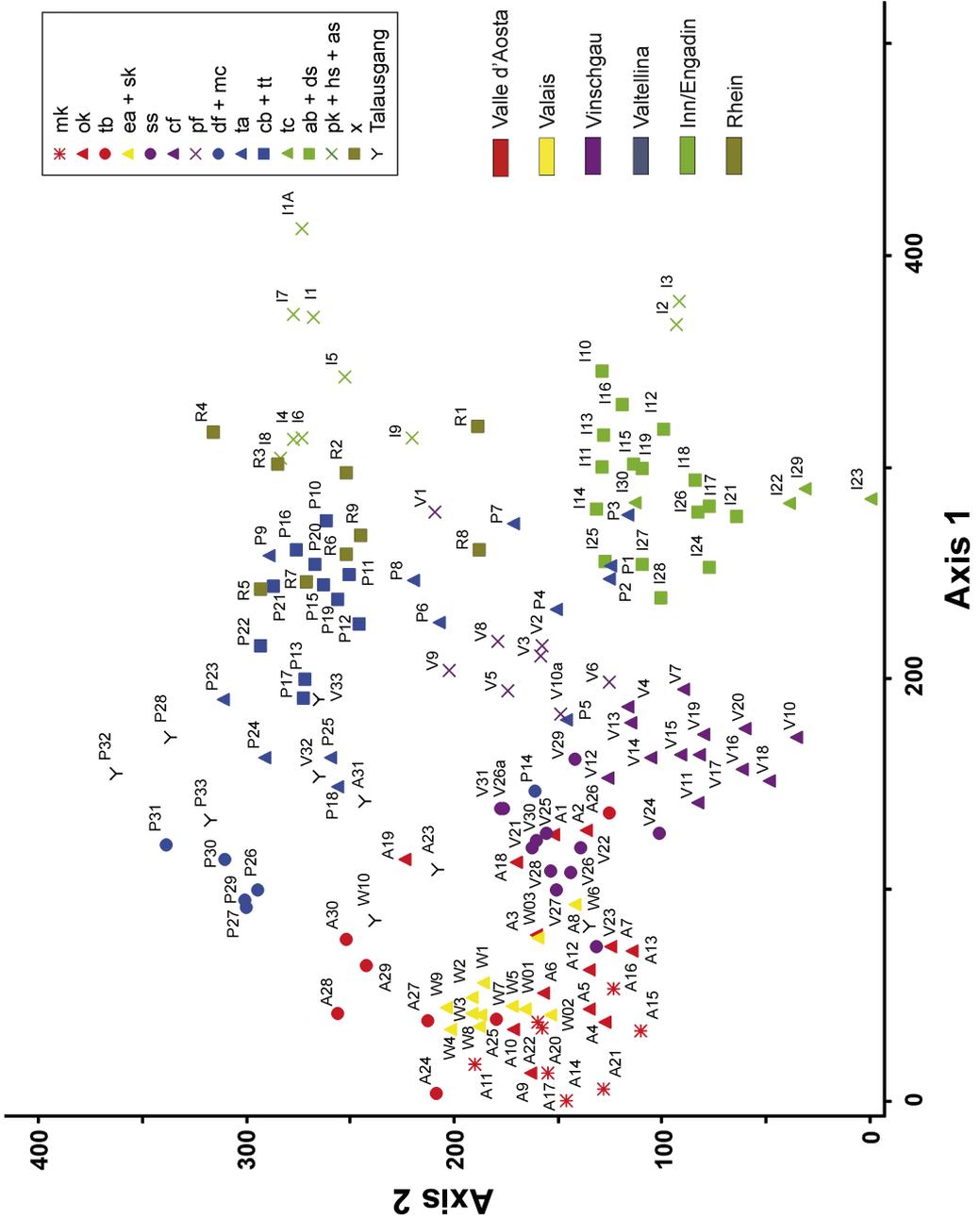


Abb. 6: DCA des Gesamtdatensatzes der Vegetationskomplexe von sechs untersuchten Tälern in den Inneralpen; eigenvalues (λ) und Gradientenlänge (100 = 1 SD); Axis 1: $\lambda_1 = 0.53$; Gradientenlänge = 4.3 SD; Axis 2: $\lambda_2 = 0.39$; Gradientenlänge = 3.8 SD, Axis 3: $\lambda_3 = 0.35$; Gradientenlänge = 3.5 SD. Axis 1: $r^2 = 0.23$, Axis 2: $r^2 = 0.11$, Axis 3: $r^2 = 0.05$; Relative Euclidean. Transformation der Werte der Vegetationskomplex-Skala. Nach SCHWABE & KRATOCHWIL (2004), verändert.

schließen sich an, und bei 4.0 SD finden sich ausschließlich Aufnahmen des Oberengadins. Die größte Spanne an SD-Einheiten umfasst das Talgebiet Veltlin/Puschlav, beginnend mit dem sommerheißen *Diplachno serotinae-Festucetum valesiacae* und endend mit den mesohygrischen Beständen des *Centaureo-Brachypodietum*. Die Talausgänge haben jeweils eine spezifisch andere Positionierung in der DCA als die Kernbereiche der Täler.

Diese Anordnung des gesamten Datensatzes spannt sich auf der Seite der Arten von *Bassia prostrata* und *Crupina vulgaris* auf der linken Seite im Melico-Kochietum des Aostatales zu *Stipa pennata* s. str. (= *S. joannis*), *Pulsatilla*apiifolia* und *Laserpitium halleri* im Oberengadin (Abb. 9b bei SCHWABE & KRATOCHWIL 2004).

Die Ordination der Vegetationskomplex-Aufnahmen (Abb. 6) zeigt im Prinzip dieselben Gradienten auf der Achse 1 (eigenvalue 0,53), nur grenzen sich die Talbereiche zumeist noch klarer ab. Bei der Ordination der Gesellschaften konzentrieren sich z. B. Saumgesellschaften im oberen Teil des Ordinationsdiagramms, so vor allem im Veltlin, Churer Rheintal, Oberengadin (Abb. 13b bei SCHWABE & KRATOCHWIL 2004).

Extreme des Ordinationsdiagramms der Abb. 5 und 6 werden durch die Abb. 7 (Melico-Kochietum [-Komplex], Valle d'Aosta, Gressan A14) und die Abb. 8 (*Allium lineare-Stipa pennata* s. str.-Ges. [-Komplex], Oberengadin, Cristolais/Samedan II) widergespiegelt. Der letzte Komplex typ bei 1900 m ü. M. befindet sich in unmittelbarer Nähe zu den kontinental getönten Hochmooren und dem großflächigen Larici-Pinetum cembrae des Stazer Waldes (Abb. 8).

Die hier vorgelegten Ordinationsdiagramme können unter Berücksichtigung von partiell vorliegenden Niederschlags- und Temperaturdaten zwar korreliert und interpretiert werden (vor allem hinsichtlich der xerisch-mesothermischen Achse 1, s. die CCA von SCHWABE & KRATOCHWIL 2004, Abb. 35), dennoch wäre es erstrebenswert, einige Faktoren noch genauer aufzuschlüsseln. Dazu können die Zeigerwerte (s. u.) wichtige Beiträge leisten.



Abb. 7: Die mächtigste Moräne von Gressan (Valle d'Aosta, 700 m ü. M.) wird durch den Melico-Kochietum-Komplex geprägt. Die Komplexaufnahme A14 markiert die in den Ordinationsdiagrammen (Abb. 5,6) weit links liegenden klassischen Aufnahmen und Komplexaufnahmen.

Parallel zu den Ordinationen ermöglichten die großen Datensätze der klassischen Trockenrasen und der Komplexaufnahmen auch Auswertungen von Diversitätsmerkmalen. Es zeigt sich hier, dass die Maxima der Diversität pro Aufnahme­fläche auf beiden Ebenen mit ansteigenden Jahresniederschlägen zunehmen (SCHWABE & KRATOCHWIL 1994, 2004: Abb. 33 und 34). Besondere „hot spots“ sind die Tal­ausgänge mit z. B. insubrischem (1) bzw. lemanischem (2) Einfluss im Aostatal (1) und Veltlin (1) bzw. Wallis (2). Diese Tal­ausgänge weichen auch in den Ordinationen jeweils stark ab und wurden gesondert gekennzeichnet (s. o.). Besonders reich sind die Gebiete der Folatères bei Martigny (Wallis) sowie andere Tal­ausgänge an Saumgesellschaften, die die humideren Verhältnisse widerspiegeln (SCHWABE & KRATOCHWIL 2004). Die Gebiete im Talinneren sind weniger divers, aber reich an stenö­ken Arten bzw. Gesellschaften.



Abb. 8. Die Bestände der *Allium lineare-Stipa pennata* s.str.-Ges. und des zugehörigen Komplexes (I1, Oberengadin, Cristolais/Samedan, 1900 m ü. M.) markieren den Gegenpol zur Fläche A14 (Abb. 7) und sind ganz rechts sowohl in der Abb. 5 als auch in der Abb. 6 angeordnet (Blick Richtung Pontresina, Berninapass).

4. Welche Möglichkeiten bieten die von Sandro Pignatti entwickelten Zeigerwerte für das Verständnis der inneralpinen Trockenvegetation?

Im Kapitel 3 wurde bereits darauf hingewiesen, dass multivariate Analysen besonders gut ökologisch interpretiert werden können, wenn man Umweltdaten zugrunde legen kann, die z. B. in einer CCA eine Korrelation aufzeigen. Es wäre jedoch sehr instruktiv, wenn man die

Achsen in einem solchen Ordinationsdiagramm mit Hilfe von Zeigerwert-Berechnungen der Originalaufnahmen deuten könnte. Zusätzlich könnten in einem zeitlichen Vergleich die Aufnahmen von BRAUN-BLANQUET (1961) und ihre Zeigerwerte mit denjenigen von SCHWABE & KRATOCHWIL (2004) verglichen werden; s. dazu SCHWABE et al. (2007).

Auf der Grundlage der Arbeiten von ELLENBERG et al. (1991) wurden die Zeigerwerte für Italien entwickelt unter Berücksichtigung der vorliegenden ökologischen Daten und der Interpretation vieler pflanzensoziologischer Aufnahmen (PIGNATTI 2005). Inzwischen konnten auch diverse Beispiele für ihre erfolgreiche Anwendung erarbeitet werden (z. B. CELESTI GRAPOW et al. 1993, PIGNATTI et al. 1996, PIGNATTI et al. 2001). Die hervorragende Idee dabei war, die Licht- und Temperatur-Indikatorwerte – entsprechend den mediterranen Verhältnissen – um jeweils drei Werte zu vergrößern (1-12, statt 1-9 wie in Mitteleuropa). Dies bezieht sich jedoch auf Arten mediterraner Lebensräume und trifft auf Arten in den inneralpinen Tälern nicht zu.

Wir haben für die Berechnungen die qualitativen Werte verwendet, die in artenreichen Systemen ohne große Bedeutung von Dominanzbildnern hohe Aussagekraft haben (DIEKMANN 2003, SCHWABE et al. 2007). Im Folgenden sollen die Pignatti-Zeigerwerte auf die italienischen Täler und schweizerische Randgebiete (Puschlav, Val Müstair) der inneralpinen Trockenvegetation angewendet werden. Die Ordination dieses eingeschränkten Datensatzes (Abb. 9) zeigt im Prinzip ähnliche Ergebnisse wie im kompletten Datensatz (s. Abb. 5). Die Aufnahmen folgen dem anzunehmenden xero-mesothermischen Gradient auf der Achse 1 vom Melico-Kochietum und Onosmo-Koelerietum (Aostatal) über das Stipo-Seselietum zum

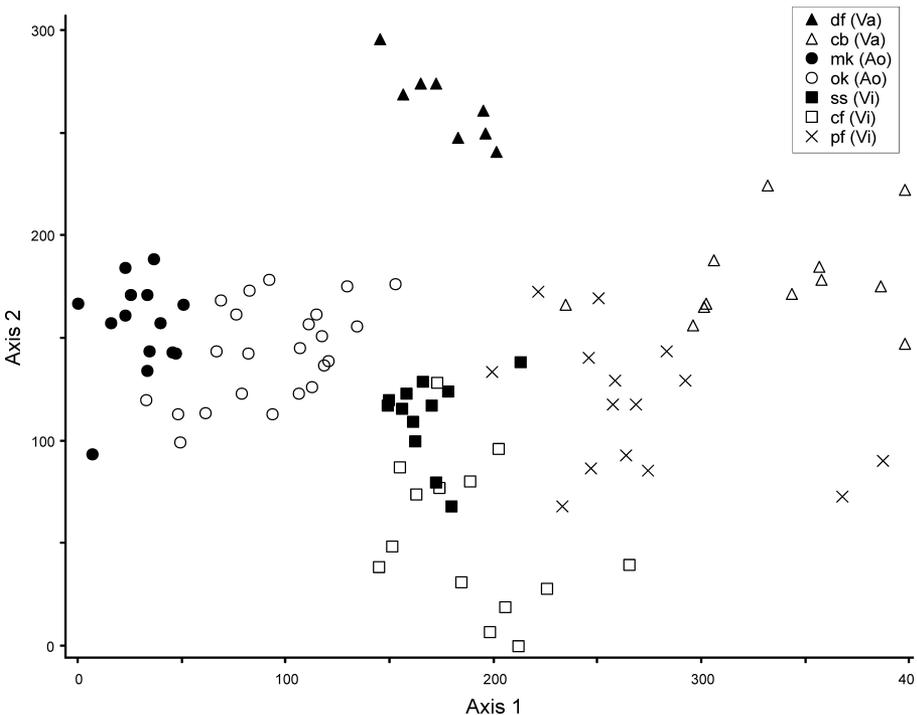


Abb. 9: DCA von Festuco-Brometea-Aufnahmen (presence-absence-Daten) der drei Talgebiete: Aostatal, Veltlin/Puschlav und Vinschgau; eigenvalues (λ) und Gradientenlängen (100 = 1 SD); Axis 1: $\lambda_1 = 0.53$; Gradientenlänge = 4.0 SD; Axis 2: $\lambda_2 = 0.28$; Gradientenlänge = 3.0 SD. Axis 1: $r^2 = 0.58$, Axis 2: $r^2 = 0.14$; Relative Euclidean. Nach SCHWABE et al. (2007), verändert.

Carici supinae-Festucetum und zum Poo-Festucetum (Vinschgau) und Centaureo-Brachypodium (Veltlin/Puschlav).

Die Netzdiagramme für Gesellschaften stellen klare Gradienten dar. Das Temperatur-Diagramm (Abb. 10) zeigt die Spitzenstellung der Gesellschaften mk, ok, df. Im Falle des Lichtdiagramms erreichen die sehr offenen Gesellschaften mk und ok die Spitzenstellung, wohingegen Gesellschaften mit mesohygrischeren Bedingungen wie cb und pf, die z. B. Trifolio-Geranietea- und Brometalia-Arten aufweisen, niedrigere Lichtwerte aufweisen. Die Feuchte- und N-Werte korrelieren miteinander; die Feuchtwerte zeigen aber sehr klar die Gradienten auf. Die N-Zahlen sind wie bei allen derartigen Auswertungen kritisch zu sehen (DIEKMANN 2003, SCHWABE et al. 2007), eigentlich entsprechen sie Produktivitätszahlen (HILL & CAREY 1997) und interagieren sehr stark mit den Feuchtezahlen. Die hohe Kontinentalität von mk, ok, ss, cf im Kerngebiet des Aostales und Vinschgaus spiegelt sich in den hohen Werten wider, ebenso sind die R-Werte sehr plausibel, die auch mit gemessenen Daten korrelieren (SCHWABE & KRATOCHWIL 2004).

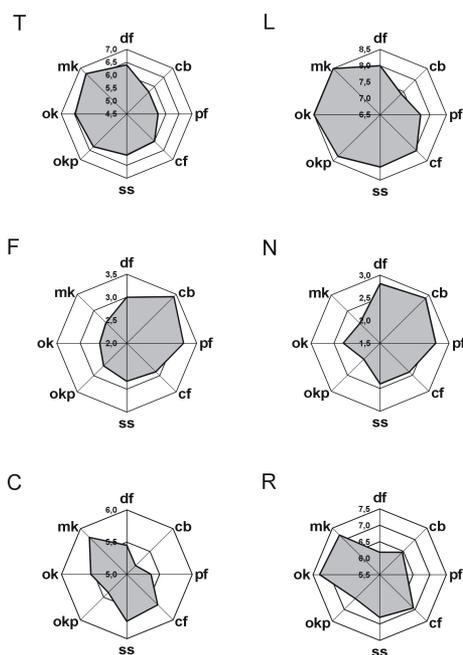


Abb. 10: Netzdiagramme der qualitativen mittleren Indikatorwerte der untersuchten Pflanzengesellschaften. Nach SCHWABE et al. (2007), verändert.

Die Zeigerwerte können somit die Struktur der Anordnung in der DCA plausibel erklären und wichtige Faktoren aufschlüsseln.

Der Vergleich mit den Braun-Blanquet-Aufnahmen wurde über einen Zeitraum von 40 bis 60 Jahren geführt (für sechs Gesellschaften mit ausreichenden Aufnahmezahlen: mk, ok, ok_p, ss, cf, df). Es handelte sich nicht um Dauerflächen, aber um weitgehend ähnliche Aufnahmegebiete wie z. B. bestimmte Moränen oder Talhänge (jeweils mit vergleichbarer Flächengröße von 50 m²). Wegen der Problematik der statistischen Prüfung von möglichen Unterschieden, worauf jüngst von ZELENÝ & SCHAFFERS (2012) noch einmal hingewiesen wurde, möchten wir besonders auf die Fälle verweisen, wo eine außerordentlich hohe Stabilität vie-

ler Flächen aufgezeigt werden kann. In den extremen Kerngebieten der inneralpinen Trockenvegetation sind offensichtlich auch die Sukzessionsprozesse sehr gering, was durch den Vergleich der Lichtzahlen deutlich wird.

Alle Unterschiede bei L-, T-, F-, K-Werten liegen bei = oder < 0,2 Einheiten (Tab. 1). Die oft problematischen und interagierenden N-Werte sollen nicht weiter interpretiert werden. Bei den R-Werten ergeben sich z. T. größere Unterschiede (Tab. 1). Bei der Analyse der Arten, die Stetigkeitsveränderungen aufweisen, zeigen sich z. T. Interaktionen mit anderen Faktoren; z. B. nahm *Trifolium arvense* (R-Zahl 2, gleichzeitig durch Beweidung gefördert) stark in ss und cf ab, *Saponaria ocymoides* (R-Zahl 9, gleichzeitig durch Sukzession auf Schuttflächen gefördert) in ss und cf zu (s. Tab. 2 bei SCHWABE et al. 2007).

Allgemein kann jedoch festgestellt werden, dass trotz verschiedener Probleme bei Zeitvergleichen die Zeigerwerte oft helfen, Generalisierungen und Synthesen zu entwickeln.

Tab. 1: Mittelwerte qualitativer Pignatti-Ellenberg Indikatorwerte für verschiedene zeitliche Perioden (A: Schwabe & Kratochwil, Zeitperiode 1990-1995; B: Braun-Blanquet, Zeitperiode ca. 1930-1950). SE: standard error.

	F		L		T		C		R	
	Mittelw.	SE								
mk A	2,6	0,04	8,5	0,05	6,7	0,04	5,8	0,05	7,2	0,07
mk B	2,7	0,04	8,6	0,03	6,6	0,04	5,6	0,04	6,8	0,06
ok A	2,6	0,03	8,5	0,06	6,5	0,06	5,6	0,03	7,3	0,07
ok B	2,6	0,02	8,4	0,06	6,6	0,05	5,6	0,04	7,3	0,08
okp A	2,7	0,05	8,3	0,12	6,3	0,08	5,4	0,06	6,6	0,18
okp B	2,7	0,04	8,3	0,04	6,3	0,08	5,5	0,05	6,5	0,12
ss A	2,8	0,04	8,1	0,03	6,1	0,04	5,7	0,04	6,8	0,05
ss B	2,7	0,03	8,1	0,03	6,1	0,03	5,8	0,02	6,5	0,06
cf A	2,9	0,04	8,1	0,05	6,0	0,04	5,7	0,04	6,9	0,04
cf B	2,8	0,03	8,2	0,03	6,0	0,03	5,8	0,03	6,5	0,05
df A	3,0	0,05	8,0	0,07	6,4	0,06	5,5	0,05	6,2	0,15
df B	3,0	0,02	7,8	0,05	6,2	0,07	5,4	0,05	6,3	0,05

5. Rückblick und Ausblick

Josias Braun-Blanquet und Sandro Pignatti haben eine Reihe von Gemeinsamkeiten, dazu gehört die lebenslange Suche nach Theoriegebäuden. Der Erstere hat mit den Prinzipien der Zürich-Montpellier-Schule ein für ihn und viele weitere Generationen weitgehend überzeugende Grundstruktur für die Gliederung von Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage gefunden. Die Suche von Sandro Pignatti ist sicherlich noch nicht beendet. Er bedauert besonders den Mangel an Werkzeugen zur Vorhersagbarkeit, z. B. von Vegetationsprozessen, und allgemein nur schwach entwickelten Theoriegebäuden (PIGNATTI 1994b).

Sowohl Josias Braun-Blanquet als auch Sandro Pignatti haben die hohe Bedeutung der Diversität der Flora erkannt. Braun-Blanquet arbeitete in besonderem Maße in hochdiversen Systemen wie inneralpiner Trockenvegetation und alpinen Rasen und konnte dort besonders gut seine Charakterartenlehre begründen und weiterentwickeln. Er verwendete (soweit wir wissen) den Begriff „Biodiversität“ nicht, unterstrich jedoch die Bedeutung des Artenreich-

tums schon mit der mühevollen Arbeit an der Flora von Graubünden, die er erfolgreich mit E. Rübél abschloss (BRAUN-BLANQUET & RÜBEL 1932-1936). Sandro Pignatti räumte ebenfalls seiner Flora hohe Priorität ein (PIGNATTI 1982); die zweite Auflage wird in Kürze abgeschlossen sein. Sandro Pignatti machte sich zudem auf den historischen Weg und erkannte in Federico Cesi (1585-1630), dem Gründer der Academia dei Lincei, denjenigen, der das Wort „diversitas“ in einem Tafelwerk („*Tabulae Phytosophycae*“, s. auch PIROTTA 1904) zuerst erwähnt und mit Inhalt gefüllt hat (GUARINO & PIGNATTI 2010, PIGNATTI & CIPRIANI 2010).

Zum einen der Weg von den pflanzensoziologischen Aufnahmen zur nächsten Stufe der Vegetationskomplexe (damit auf die Ebene der Landschaftsausschnitte) und zum anderen der Weg von den Vegetationsaufnahmen zu multivariaten Bearbeitungen und zu ökologischen Interpretationen mit Hilfe der Pignatti-Zeigerwerte demonstrieren, wie sich der Zweig dieser Wissenschaft seit Braun-Blanquet weiterentwickelt hat. Man sollte jedoch hier nicht stehen bleiben, sondern experimentellen Ansätze im Feld verstärkt Aufmerksamkeit schenken und zudem aus den vielen Einzeldaten in größerem Umfang als bisher geschehen auch weiterführende Modelle entwickeln. Der Begriff, den Sandro Pignatti einst als Kapitelüberschrift formulierte: „Phytosociology at the crossroads“ (PIGNATTI 1994b) trifft heute mehr denn je zu.

Zusammenfassung

Die inneralpine Trockenvegetation hat schon seit vielen Jahren Forscher fasziniert, die die Vegetation auf verschiedenen räumlichen Skalenebenen beschrieben haben. Artenreichtum, insbesondere der an seltenen und disjunkt verbreiteten Arten, machen einen Teil dieser Faszination aus.

In unserer Zusammenschau beginnen wir mit der Einordnung der inneralpinen Trockenvegetation im Lebenswerk von Josias Braun-Blanquet. Er hat durch die lebenslange Erforschung der inneralpinen Trockenvegetation die zentralen Grundlagen für weitere Untersuchungen gelegt und die grundlegenden Trockenrasen-Typen beschrieben. In weiteren Arbeiten konnten andere Autoren die Talgebiete auch auf der Ebene von Vegetationskomplexen beschreiben sowie das Datenmaterial mit multivariaten Methoden ordinieren.

Mit der Erarbeitung der Zeigerwerte von Italien nach Pignatti können nun umfangreiche Auswertungen erarbeitet werden. Zum einen (1) lassen sich die Achsen der multivariaten Analyse sowie die einzelnen Gesellschaften gut interpretieren, insbesondere mit den Licht-, Temperatur-, Feuchte- und Kontinentalitätswerten. Zum anderen (2) können auch Vergleiche zwischen älteren (von Braun-Blanquet) und aktuellen Datensätzen geführt werden. Es zeigte sich bei (1) eine sehr gute Reproduzierbarkeit der Zeigerwerte und Erklärbarkeit der multivariaten Ordinationen und bei (2) eine hohe Stabilität der floristischen Komposition dieser zumeist extremen Standorte in der Zeitachse.

Literatur

- BÉGUINOT, A. (1934): Ricerche sulla vegetazione steppiche della Valle Venosta. – Mem. Mus. Storia Nat. della Venezia Trident. **2**: 1-68.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1917a): Die Föhrenregion der Zentralalpentäler, insbesondere Graubündens in ihrer Bedeutung für die Florengeschichte. – Verh. Schweiz. Nat. Ges. **98**:57-86.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1917b): Die xerothermen Pflanzenkolonien der Föhrenregion Graubündens. – Viertelj.schr. Nat. Ges. Zürich **62**: 275-285.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1936): Über die Trockenrasengesellschaften des Festucion vallesiaca in den Ostalpen. – Ber. Schweiz. Bot. Ges. **46**: 169-189 (Festband Rübél).
- BRAUN-BLANQUET, J. (1948-1950): Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätis. – Vegetatio **1** (1948): 29-41; (1949): 129-146; 285-316; **2** (1950): 214-237; 341-360.

- BRAUN-BLANQUET, J. (1959): Zur Vegetation der nordbündnerischen Föhrentäler. – *Vegetatio* **8**: 235-249.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1961): Die inneralpine Trockenvegetation. – *Geobotanica selecta* **1** (ed. R. Tüxen). 273 S., Verlag Gustav Fischer, Stuttgart.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. – 865 S., Springer, Wien.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1968): L'école phytosociologique Zuricho-Montpelliéraine et la S.I.G.M.A. – *Vegetatio* **16**: 1-78.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1976): Halbtrocken- und Trockenrasen (Mesobromion und Stipo-Poion xerophilae). – *Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel* **58**: 21-49.
- BRAUN-BLANQUET, J. & E. RÜBEL (1932-1936): Flora von Graubünden. – *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* **7**(1-4): 1-1695.
- BRAUN-BLANQUET, J. & R. SUTTER (1982): Zur Kenntnis der Crassulaceen-Pioniergesellschaften in den Bündner Alpen. – *Jahresber. Naturforsch. Ges. Graubünden* **99**: 75-83.
- BURGA, C.A. & R. PERRET (1998): Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Erdzeitalter. – 805 S., Ott, Thun.
- CELESTI GRAPOW, L., E. PIGNATTI & S. PIGNATTI (1993): Ellenbergs Zeigerwerte zur ökologischen Bewertung der archaeologischen Zonen in Rom. – *Phytocoenologia* **23**: 291-299 (Festband Ellenberg).
- COUTSIS, J. G. & J. DE PRINS (2006): The chromosome number and karyotype of *Plebeius (Plebejides) pylaon brethertoni* from Mt. Helmós, Pelopónnisos, Greece, its tentative elevation to species level, and notes about presently existing unsettled taxonomic questions in the pylaon species-group complex (Lepidoptera: Lycaenidae). – *Phegea* **34** (2): 57-59.
- DIEKMANN, M. (2003): Species indicator values as an important tool in applied plant ecology - a review. – *Basic Appl. Ecol.* **4**: 493-506.
- DIERSCHKE, H. (1995): Phänologische und symphänologische Artengruppen der Blütenpflanzen Mitteleuropas. – *Tuexenia* **15**: 523-560.
- ELLENBERG, H., H.E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULISSEN (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – 3. Aufl., *Scripta Geobotanica* **18**: 1-248.
- FREY, H. (1934): Die Walliser Felsensteppe. – 218 S., Dissertation, Zürich.
- FURRER, E. (1914): Vegetationsstudien im Bormiesischen. – *Mitt. bot. Mus. Univ. Zürich. Viertelj.schr. Nat. Ges. Zürich* **59**:1-78.
- GAMS, H. (1927): Von den Follatères zur Dent de Morcles. – *Beitr. geobot. Landesaufn.* **15**: 1-760.
- GILS, H. VAN & E. KEYSERS (1977): Staudengesellschaften mit *Geranium sanguineum* L. und *Trifolium medium* L. in der (sub)montanen Stufe des Walliser Rhönetales (Schweiz). – *Folia Geobot. Phytotax.* **13**: 351-369.
- GUARINO, R. & S. PIGNATTI (2010): Diversitas and biodiversity: the roots of a twenty-first century myth. – *Rend. Fis. Acc. Lincei* **21**: 351-357.
- HILL, M.O. & P.D. CAREY (1997): Prediction of yield in the Rothamsted Park Grass Experiment by Ellenberg indicator values. – *J. Veg. Sci.* **8**: 579-586.
- KORNECK, D. (1975): Beitrag zur Kenntnis mitteleuropäischer Felsgrus-Gesellschaften (Sedo-Scleranthetalia) . – *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* **18**: 45-102.
- KRATOCHWIL, A. & A. SCHWABE (2001): Ökologie der Lebensgemeinschaften. 756 S., Ulmer, Stuttgart.
- LANDOLT, E. (1980): Josias-Braun-Blanquet. – *Viertelj.schrift Naturforsch. Ges. Zürich* **125**: 411-413.
- LEPIDOPTEROLOGEN-ARBEITSGRUPPE (1988): Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten, Gefährdung, Schutz. Schweiz und angrenzende Gebiete. – 2. Aufl., 516 S., Holliger, Basel.
- MÜLLER, T. (1962): Die Saumgesellschaften der Klasse Trifolio-Geranietea sanguineae. – *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* **9**: 95-140.
- PIGNATTI, E. & S. (1981): Josias Braun-Blanquet †. Die Lehre Braun-Blanquets gestern und heute und ihre Bedeutung für die Zukunft. – *Phytocoenologia* **9**(4): 417-442.
- PIGNATTI, S. (1981): Carta dei complessi di vegetazione di Cortina d'Ampezzo. – *Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/189*. Roma. 39 pp. + map.
- PIGNATTI, S. (1982): Flora d'Italia. – 3 Vol. (790 + 732 + 780 pp.), Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI, S. (1994a): *Ecologia del Paesaggio*. – 219 pp., UTET, Torino.
- PIGNATTI, S. (1994b): A complex approach to phytosociology. – *Annali Bot.* **52**: 65-80.

- PIGNATTI, S. (coll. P. MENEGONI & S. PIETROSANTI) (2005): Valori di bioindicazione delle piante vascolari della Flora d'Italia. Bioindicator values of vascular plants of the Flora of Italy. – *Braun-Blanquetia* **39**: 3-95.
- PIGNATTI, S. & M. CIPRIANI (2010): The diversity of plants in a text from the seventeenth century. – *Rend. Fis. Acc. Lincei* **21**: 343-350.
- PIGNATTI, S., H. ELLENBERG & S. PIETROSANTI (1996): Ecograms for phytosociological tables based on Ellenberg's Zeigerwerte. – *Annali Bot.* **54**: 5-14.
- PIGNATTI, S., P. BIANCO, G. FANELLI, R. GUARINO, J. PETERSEN & P. TESCAROLLO (2001): Reliability and effectiveness of Ellenberg's indices in checking flora and vegetation changes induced by climatic variations. – In: WALTHER, G.-R., C.A. BURGA & P.J. EDWARDS (eds.) "Fingerprints" of Climate Change: 281-301. Kluwer, New York and London.
- PIROTTA, R. (1904): *Sodales R. Lynceorum Academiae annum CCC. Ab eius Institutione concelebrantes Fridirici Cesi auctoris conlegi Opus probatissimum De Plantis ad fidem exemplaris castigatoris studio et cura conlegae Romualdi Pirotta iterum edendum decrevere.* – 85 pp., Rome, Accademia dei Lincei.
- PODLECH, D. (2008): The genus *Astragalus* L. (Fabaceae) in Europe with exclusion of the former Soviet Union. – *Feddes Repertorium* **119**: 310-387.
- SCHWABE, A. (1995): *Kochia prostrata* (L.) Schrader - reiche Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe unter besonderer Berücksichtigung des Aostatales. – *Carolinea* **53**: 83-98.
- SCHWABE, A. (1997): Sigmachorology as a subject of phytosociological research. – *Phytocoenologia* **27**: 463-507.
- SCHWABE, A. & A. KRATOCHWIL (1994): Gelten die biozönotischen Grundprinzipien auch für die landschaftsökologische Dimension? - Vegetationskomplexe inneralpiner Trockengebiete als Fallbeispiele. – *Phytocoenologia* **24**: 1-22 (Festband Ellenberg).
- SCHWABE, A. & A. KRATOCHWIL (2004): Festucetalia valesiacae communities and xerothermic vegetation complexes in the Central Alps related to environmental factors. – *Phytocoenologia* **34**: 329-446.
- SCHWABE, A., D. KÖPLER & A. KRATOCHWIL (1992): Vegetationskomplexe als Elemente einer landschaftsökologisch-biozönotischen Gliederung, gezeigt am Beispiel von Fels- und Moränen-Ökosystemen. – *Ber. Reinhold-Tüxen-Ges.* **4**: 135-145.
- SCHWABE, A., A. KRATOCHWIL & S. PIGNATTI (2007): Plant indicator values of a high-diversity country (Italy) and their evidence, exemplified for model areas with climatic gradients in the southern inner Alps. – *Flora* **202**: 339-349.
- THEURILLAT, J.-P. (1992): Étude et cartographie du paysage végétal (Symphytocoenologie) dans la région d'Aletsch (Valais, Suisse). – *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* **68**: 1-384.
- TOLMAN, T. & R. LEWINGTON (2009): *Collins Butterfly Guide: The Most Complete Guide to the Butterflies of Britain and Europe* (Collins Guides). – 384 pp., Harpercollins, Hammersmith, London.
- TÜXEN, R. (1973): Vorschlag zur Aufnahme von Gesellschaftskomplexen in potentiell natürlichen Vegetationseinheiten. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hungar.* **19**: 379-384.
- VARGA, Z. (1996): Biogeography and evolution of oraal Lepidoptera in the Palaearctic. – *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.* **42**: 289-330.
- WALTER, H. & H. LIETH (1960): *Klimadiagramm-Weltatlas.* – Fischer, Jena.
- WILMANN, O. & R. TÜXEN (1978): Sigmassoziationen des Kaiserstühler Rebgeländes vor und nach Großflurbereinigungen. – In: TÜXEN, R. (ed.): *Assoziationskomplexe (Sigmäten).* – *Ber. Int. Sympos. Int. Ver. Veg.kde.* 1977: 287-302. Cramer, Vaduz.
- ZELENÝ, D. & A.P. SCHAFFERS (2012): Too good to be true: pitfalls of using mean Ellenberg indicator values in vegetation analyses. – *J. Veg. Science* **23**: 419-43

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Angelika Schwabe-Kratochwil, TU Darmstadt, Fachbereich Biologie, Fachgebiet Vegetations- und Renaturierungsökologie, Schnittspahnstr. 4, D-64287 Darmstadt e-mail: schwabe@bio.tu-darmstadt.de

Prof. Dr. Anselm Kratochwil, Universität Osnabrück, Fachbereich Biologie und Chemie, Fachgebiet Ökologie, Barbarastr. 11, D-49076 Osnabrück e-mail: kratochwil@biologie.uni-osnabrueck.de

