Zeitschrift: Botanica Helvetica
Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft
Band: 106 (1996)
Heft: 2

Artikel: Ein floristischer Ansatz zur biogeographischen Gliederung der Schweiz
Autor: Wohlgemuth, Thomas
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-72201

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bot Helv 106: 227–260

0253-1453/96/020227-34 $ 1.50 + 0.20/0
© 1996 Birkhäuser Verlag, Basel

Ein floristischer Ansatz zur biogeographischen Gliederung der Schweiz

Thomas Wohlgemuth

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), CH-8903 Birmensdorf

Manuskript angenommen am 31. Juli 1996

Abstract

Wohlgemuth T. 1996. A biogeographical division of Switzerland based on a floristical approach. Bot. Helv. 106: 227–260.

Definitions of biogeographical regions in Switzerland are traditionally based on expert knowledge. Six different sets of systematically collected floristic data, including 129 to 2280 species, were analysed by means of minimum variance analysis, using two similarity measures, the correlation coefficient of standardized data and the Jaccard coefficient. The resulting groupings are compared with some of the traditional classifications using kappa statistics. The main divisions obtained by the statistical procedure are roughly corresponding to those based on expert knowledge. There is evidence that standardized and correlated distribution data tend to build more coherent groups. Datasets with a high number of species are divided into more coherent groups than datasets with a low number of species. Biogeographical divisions of Switzerland into 5, 11, 19 and 30 groups are suggested. Possible causes for these patterns are discussed.

Key words: biogeography, cluster analysis, floristic regionalisation, species richness.

1. Einleitung

Ein Naturraum ist ein Wirkungsgefüge vieler Geofaktoren. In sich geschlossene Naturräume tragen in der Regel einen Gebietsnamen. Einfache Namen deuten auf eindeutig abgrenzbare Naturräume oder Fluren hin, zusammengesetzte Namen zeigen vage Unterschiede innerhalb einer hierarchisch höheren Einheit an, oder anders ausgedrückt, sie deuten auf fließende Übergänge hin, z. B. östliches und westliches Mittelland, Ostalpen und Westalpen. Obwohl uns bei Namen wie ‚Mittelland', ‚Jura' oder ‚Alpen' sofort klar ist, was damit gemeint ist, dürfte es oft schwierig sein, die präzisen Grenzen zwischen den genannten Gebieten zu definieren. Solche Grenzdefinitionen werden seit etwa 30 Jahren zu verschiedenen Zwecken vorgeschlagen (vgl. Tab. 1). Es handelt sich in den meisten Fällen um biogeographische Gliederungen, also um Einteilungsvorschläge, welche auf der Verbreitung von Pflanzen- oder Tierarten oder davon abgeleiteten Informationen wie z. B. Wärmestufen oder Produktionsregionen basieren. Im Falle der naturräumlichen Gliederung von Gutersohn (1973) liegt das Schwergewicht auf der Landschaftsform.

Tab. 1. Auswahl von bisherigen biogeographischen oder geomorphologischen Regionalisierungen der Schweiz

Autoren	Name der Karte oder der Übersicht	Anzahl Gruppen oder Kategorien	Datenquelle oder Faktoren	Maßstab
Christ (1879)	Verbreitung einiger Waldbäume	8 Bäume	Verbreitung von Baumarten	1:1 500 000
Brockmann-Jerosch (1927)	Vegetations- und Wirtschaftskarte	9 Kategorien (Waldgrenze inbegriffen)	Landwirtschaft und Vegetation	1:200 000
Schmid (1966)	Vegetationskarte	11 Vegetationsgürtel	Verbreitung charakteristischer Pflanzenarten und Vegetation	1:200 000
Beaumont (1968)	Zoogeographische Gliederung	5 Regionen	Geographie und Pflanzengeographie	1:2 000 000
Kuoch & Amiet (1970)	Naturwald- und Klimagebiete	7 Regionen	Verbreitung von Baumarten und Klima	1:3 000 000
Ott (1972)	Produktionsregionen	14 Regionen	Forststatistik	1:2 000 000
Gutersohn (1973)	Naturräumliche Gliederung	11 Regionen 1. und 2. Ordnung; 22 Regionen 1. bis 3. Ordnung	Geomorphologie, Geologie	1:500 000
Sauter (1968, 1975)	Zoogeographische Regionen	15 Regionen	Verbreitung von Schmetterlingen	1:1 500 000
Schreiber et al. (1977)	Wärmegliederung	18 Kategorien (Isolinien)	Phänophasen von über 100 Pflanzenarten	1:200 000
Speich & Brassel (1980)	Forstregionen	14 Regionen	Forststatistik	1:500 000
Welten & Sutter (1982)	Unterteilung der Kartierflächen	9 Regionen	Topographie, Geologie und Gutersohn (1973)	1:500 000
Dufour (1984)	Geographische Gliederung	18 Regionen	Wärmegliederung von Schreiber et al. (1977)	1:2 000 000
Galland et al. (1990)	Biogeographische Gliederung	11 Regionen	Verbreitung von Vegetationstypen	1:2 000 000
Landolt (1991)	Einteilung in Regionen	10 Regionen	Ökologie, Vegetation und Kantonsgrenzen	1:2 000 000
Hegg et al. (1993)	Vegetationslandschaften	30 Einheiten	Verbreitung von Vegetationstypen nach Luftbildern	1:1 000 000
Sansonnens (1996)	Biogeographische Gliederung, Synthese	11 Regionen	Synthese verschiedener Regionalisierungen	1:2 000 000

Praktisch allen bisherigen Gliederungsvorschlägen liegt ein induktiver Ansatz zugrunde. Auf Grund des Vorkommens spezieller oder besonders auffälliger Arten, respektive Artengemeinschaften, wurden Grenzlinien skizziert, wobei die subjektive Auswahl der Arten das endgültige Bild der Regionalisierung wesentlich beeinflußte. Üblicherweise sind die detaillierten Kriterien für die Abgrenzung zweier Regionen rational nicht vollständig nachvollziehbar, obwohl das Resultat durchaus plausibel erscheint.

In der vorliegenden Arbeit werden die bisherigen biogeographischen Regionalisierungsvorschläge für das Gebiet der Schweiz einem rein statistischen Gliederungsansatz auf der Basis von floristischen Verbreitungsmustern gegenübergestellt, mit dem Ziel, Vorteile und Nachteile der vorgeschlagenen Methoden darzulegen. Außerdem wird eine

statistisch berechnete Feingliederung bezüglich Trennarten, Artenzusammensetzung, Artenvielfalt und Ökologie charakterisiert. Die biogeographische Bedeutung der ermittelten Regionen und ihrer Grenzen wird diskutiert.

2. Datenmaterial

Die Grundlage der vorliegenden Untersuchung bilden die Resultate der Kartierung der schweizerischen Flora (1967–1979), die im Verbreitungsatlas (VA) der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz dargestellt sind, und sämtliche Ergänzungsmeldungen (Welten & Sutter 1982, Wohlgemuth 1993, Welten & Sutter 1984, Wagner 1995). Im VA wurden 593 Kartierflächen vorwiegend nach topographischen Gesichtspunkten definiert, wobei drei Kategorien unterschieden werden: 350 Talflächen (obere Begrenzung durch die Waldgrenze), 215 Bergflächen und 28 Seeflächen. Für die Analyse wurden die Daten auf folgende Weise reduziert:

1. Ausschluß aller Berg- und Seeflächen: Das Untersuchungsgebiet umfaßt sämtliche Gebiete unterhalb der Waldgrenze mit Ausnahme größerer Seeflächen. Dies entspricht etwa drei Vierteln der gesamten Landesfläche.
2. Ausschluß aller Angaben, die auf Herbar- und Literaturauswertungen beruhen: Die Auswertungen beziehen sich auf Fundortsangaben aus Feldbegehungen. Herbarbelege und Literaturangaben wurden aus Konsistenzgründen nicht berücksichtigt (Wohlgemuth 1993).
3. Zusammenlegung der im VA unterschiedenen Häufigkeitsangaben ‚selten' und ‚häufig' zu einer Klasse: Sämtliche Analysen basieren auf Präsenz/Absenz-Daten.
4. Ausschluß von Artengruppen mit starken Ausbreitungstendenzen (alle Neophyten; nach der Einteilung von Landolt 1991).
5. Ausschluß von Arten, die methodisch nicht konsistent erfaßt wurden (alle Wasserpflanzen, nach der Einteilung von Landolt 1991).

Aus der oben definierten Datenmenge wurden sechs Datensätze zusammengestellt, die sich in der Auswahl der Arten möglichst stark unterscheiden sollten (Tab. 2). Dabei wurden verschiedene Gesichtspunkte berücksichtigt:

Datensätze 2280, 1947: Es wurde angenommen, daß Datensätze mit möglichst hohen Artenzahlen zu den besten Gliederungen führen.

Datensatz gatt: Aufgrund der Vermutung, daß bei der Gliederung von Gattungen ähnliche Gruppierungen wie jene bei Arten entstehen, wurden in diesem Datensatz lediglich Gattungen berücksichtigt (ebenfalls Präsenz/Absenz-Angaben).

Datensätze schm, ek72: Artenkombinationen, die zum Zweck einer landesweiten Vegetationsbeschreibung oder auf Grund einer Analyse von bestimmten Vegetationstypen definiert wurden, eignen sich für die Bestimmung floristischer Regionen. Deshalb wurden die Pflanzenarten, welche Schmid (1961) in der Beschreibung zur Vegetationskarte der Schweiz erwähnte, als weiteres Datenset verwendet (Datensatz schm). Im Datensatz ek72 wurden sämtliche Arten aus der Stetenliste entnommen, die bei der Auswertung von rund 5000 Waldvegetationsaufnahmen im Rahmen der Übersicht über die „Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz" (Ellenberg & Klötzli 1972) entstanden ist.

Datensatz holz: Die Bildung dieser Kategorie beruht auf der Annahme, daß Holzgewächse biogeographisch stark zu differenzieren vermögen. Als Arten wurden sämtliche verholzten Pflanzenarten mit natürlicher Verbreitung ausgewählt.

Tab. 2. Floristische Datensätze, die den vorliegenden Analysen zugrunde liegen. Sämtliche Analysen schließen alle 350 Talflächen des Kartierflächensystems des VA ein. Algorithmus: -ja: Jaccard-Koeffizient und Minimalvarianz-Analyse; -co: Vektortransformation der Kartierflächen, Korrelations-Koeffizient und Minimalvarianz-Analyse).

Datensatz	Artenzahl	Gliederung	Abstammung
2280	2280	2280-ja 2280-co	Alle kartierten Arten mit Ausnahme aller Wasserpflanzen und Neophyten.
1947	1947	1947-ja	Alle kartierten Arten mit Ausnahme aller Wasserpflanzen, Neophyten und Arten, welche in weniger als 10 Kartierflächen vorkommen (Ausschluß besonders seltener Arten).
gatt	635	gatt-ja gatt-co	Alle kartierten Gattungen mit Ausnahme aller Wasserpflanzen und Neophyten.
schm	709	schm-ja schm-co	Artenliste zur Vegetation der Schweiz (Schmid 1961). Die Kartierung von Vegetationsgürteln unterlag einem floristisch-historischen Ansatz.
ek72	355	ek72-ja ek72-co	Artenliste zu den Waldgesellschaften und Waldstandorten der Schweiz (Ellenberg & Kloetzli 1972: Stetenliste).
holz	129	holz-ja holz-co	Artenliste von Bäumen, Sträuchern und verholzten Pflanzen (mit Ausnahme von anthropogen verschleppten oder angepflanzten Arten).

3. Datenanalyse

Sämtliche multivariaten Analysen wurden mit Hilfe des Programmpakets MULVA-5 (Wildi & Orlóci 1996) durchgeführt. Mittels geographischem Informationssystem (GIS; ARC/INFO) wurden alle flächenbezogenen Auswertungen und Darstellungen ausgeführt. Weitere Darstellungen wurden mit PostScript programmiert.

3.1. Ähnlichkeit der Kartierflächen zueinander

In jedem Datensatz wurden alle Aufnahmeflächen auf Grund ihrer floristischen Ähnlichkeit miteinander verglichen. Dabei wurden je zwei verschiedene Ähnlichkeitsmaße verwendet.

Jaccard-Koeffizient

Jaccard (1901) definierte bereits vor über 90 Jahren den noch heute verwendeten Koeffizienten

$$SJ = c/(a+b+c)$$

wobei a = Anzahl Arten, welche nur in Aufnahme A vorkommen
b = Anzahl Arten, welche nur in Aufnahme B vorkommen
c = Anzahl gemeinsame Arten in den Aufnahmen A und B

Viele Autoren haben seither den Jaccard-Koeffizienten besonders im Hinblick auf die Häufigkeitsgewichtung in statistischen Analysen leicht abgeändert. Werden, wie im vorliegenden Fall, nur Präsenz/Absenz-Werte unterschieden, reduzieren sich die meisten der modifizierten Koeffizienten auf den ursprünglichen Koeffizienten SJ.

Vektortransformation aller Kartierflächen und anschließende Korrelation

Dem klassischen Jaccard-Koeffizienten wurde der Korrelationskoeffizient als häufig verwendetes Ähnlichkeitsmaß der schließenden Statistik gegenübergestellt:

$$r^2 = \frac{1}{p} \cdot \frac{\sum (x_A - \bar{x}_A) \cdot (x_B - \bar{x}_B)}{[\sum (x_A - \bar{x}_A)^2]^{1/2} \cdot [\sum (x_B - \bar{x}_B)^2]^{1/2}}$$

A und B sind die zu vergleichenden Aufnahmenvektoren, p die Anzahl Arten in beiden Aufnamen.

$x_A - \bar{x}_A$: Häufigkeit einer Art in Aufnahme A, reduziert um die mittlere Häufigkeit
$x_B - \bar{x}_B$: Häufigkeit einer Art in Aufnahme B, reduziert um die mittlere Häufigkeit

Die Mittelwerte $\bar{x}_A$ und $\bar{x}_B$ beziehen sich auf die Gesamtartenzahl p beider Vektoren. Ihre Werte sind deshalb nicht gleich 1.

Um Bearbeitereinflüsse wie z. B. besonders hohe oder besonders niedrige Artenzahlen innerhalb einer Kartierfläche abzuschwächen, wurde vorgängig eine Vektortransformation der Kartierflächen durchgeführt. Die einzelnen Präsenz-Werte x_i für die vorkommenden Arten innerhalb einer Kartierfläche (Aufnahmevektor) wurden nach der Formel

$$x_i' = \frac{x_i}{\sqrt{\sum x_i^2}}$$

transformiert. Dies entspricht einer Standardisierung der Arthäufigkeiten einer Kartierfläche.

3.2. Gruppierung der Kartierflächen

Das in der Vegetationskunde am häufigsten angewendete Gruppierungsverfahren ist die Minimalvarianz-Analyse, ein agglomeratives Verfahren, das im wesentlichen auf der Varianzanalyse basiert (Orlóci 1967, Birks 1976, Wildi 1986). Kartierflächen mit der größten Ähnlichkeit zueinander werden anfangs in Zweiergruppen zusammengefaßt. Der Zusammenschluß bestehender Gruppen zu größeren, neuen, erfolgt dann dermaßen, daß die gruppeninterne Varianz möglichst wenig zunimmt. Das Resultat der Gruppierungsanalyse wird als Dendrogramm dargestellt. Zu Gliederungszwecken muß eine bestimmte Gruppenanzahl gewählt werden. In Analogie zur klassischen Unterteilung der Schweiz in die fünf Hauptregionen Jura, Mittelland, Nordalpen, Südalpen und Zentralalpen wurden in einem ersten Schritt fünf Gruppen unterschieden. Da in einigen neueren Gliederungsvorschlägen 10 resp. 11 Regionen unterschieden werden (Galland et al. 1990, Landolt 1991, Sansonnens 1996), wurden in einem zweiten Schritt ebenfalls 11 Gruppen gebildet. In einem dritten Schritt wurden die Dendrogramme in 19 Gruppen und in einem vierten Schritt in 30 Gruppen unterteilt. Die Anzahl 19 wurde auf Grund der Faustregel gewählt, wonach in vegetationskundlichen Untersuchungen die Quadratwurzel der be-

trachteten Aufnahmen, in unserem Falle 350, als eine geeignete Gruppenzahl vorgeschlagen wird (Wildi 1989). Eine noch feinere Unterteilung in 30 Gruppen wurde schließlich ins Auge gefaßt, um einerseits die Weiterentwicklung der hierarchischen Gliederung zu verfolgen und anderseits, weil die höchste vorgefundene Gruppenanzahl in biogeographischen Gliederungen 30 beträgt (Hegg et al. 1993). Im folgenden werden die aus den Analysen hervorgehenden Gruppen als floristische Regionen bezeichnet.

3.3. Trennarten zwischen den floristischen Regionen

Um herauszufinden, welche Pflanzenarten besonders stark zur Trennung der floristischen Regionen aus der Gruppierungsanalyse beitragen, wurde Janceys Rangierung der F-Werte (Jancey 1979) durchgeführt. Dieses Verfahren beruht wie die Minimalvarianz-Analyse auf der Varianzanalyse.

$V_T = V_I + V_Z$ V_T: Totalvarianz der Stichprobe
V_I: Varianz innerhalb aller Gruppen
V_Z: Varianz zwischen allen Gruppen

$F = V_Z / V_I$

Die Arten werden entsprechend ihrer Trennkraft (F-Wert) rangiert.

3.4. Überlagerung der statistischen Gliederungsansätze

Mit einer einfachen Zählstatistik wurde auf dem Niveau von fünf floristischen Regionen die Zugehörigkeit der je nach Gliederung unterschiedlich klassierten Kartierflächen zu den fünf Hauptregionen Jura (1), Mittelland (2), Nordalpen (3), Südalpen (4) und Zentralalpen (5) nach Gutersohn (1973) bestimmt. Das Resultat ist eine Rangierung aller Kartierflächen nach der Häufigkeit der Zuordnung zu einer der fünf Hauptregionen. Als Überlagerung wurde der Datensatz mit den höchstrangierten Regionszuordnungen definiert.

3.5. Vergleich zwischen den floristischen Ansätzen und mit bisherigen Regionalisierungen

Zur Beurteilung der Übereinstimmung der einzelnen Gliederungsansätze wurde das Assoziationsmaß Kappa (K) für nominale Merkmale gewählt (Siegel & Castellan 1988). Durch die vorgängige Zuordnung der floristischen Regionen zu den Hauptregionen konnte der Vergleich von zwei Gliederungen nach folgender Formel berechnet werden:

$$K = \frac{[P(A) - P(E)]}{[1 - (E)]}$$

N: Anzahl Beobachtungen
P(A): Anzahl Übereinstimmungen der Beobachtungen/N
P(E): Anzahl Übereinstimmungen/N, wenn Kategorien zufällig gewählt werden.

Maßgebend für Kappa sind der Anteil übereinstimmender Ansprachen (in unserem Falle maximal 350) und die Anzahl der Kategorien eines Merkmals (die Zuteilung zu einer Hauptregion, also 5). Alle 12 Gliederungen und die Überlagerung wurden paarweise miteinander verglichen.

Auf dieselbe Weise wurden einige der in Tab. 1 aufgeführten Regionalisierungen mit der Überlagerung verglichen. Hierfür wurden die ausgewählten Regionalisierungen auf das Kartierflächensystem des VA übertragen. Kartierflächen, die nicht eindeutig einer

Region zugeordnet werden konnten (Grenzzug quer durch eine Kartierfläche verlaufend), wurden von der Analyse ausgeschlossen.

Ein statistischer Vergleich einer feineren Unterteilung war nicht möglich, da mit zunehmendem Detaillierungsgrad die regionale Differenzierung je nach Ansatz sehr unterschiedlich ausfällt (z. B. Unterteilung des Mittellandes in zwei, drei oder vier floristische Regionen).

3.6. Charakterisierung der floristischen Regionen

Die ökologische Charakterisierung der vorgängig erarbeiteten floristischen Regionen wurde am Beispiel der Feingliederung 1947-co durchgeführt. Entsprechend der feinsten Gliederung in 30 floristische Regionen wurden durch Abfragen in der Datenbank des VA (Wohlgemuth 1993) die mittleren Artenzahlen pro Region ermittelt. Dabei wurden einerseits die Gesamtartenzahlen der Kartierflächen regionenweise gemittelt und anderseits die simulierten mittleren Artenzahlen berechnet (Wohlgemuth, in Vorb.). In einer weiteren Abfrage wurde der mittlere Anteil an der Gesamtartenzahl von Wald-, Gebirgs-, Pionier-, Wasser-, Sumpf-, Magerwiesen-, Unkraut- oder Ruderal- und Fettwiesenarten berechnet (ökologischen Artengruppen nach Landolt 1991). Auf eine Charakterisierung der Regionen nach Florenelementen wurde im Rahmen dieser Arbeit verzichtet.

Mit Hilfe von GIS-Methoden wurden den 30 floristischen Regionen Werte für die ökologischen Faktoren Wärme (Wärmegliederung nach Schreiber et al. 1977), Niederschlag (Niederschlagskarte der Schweiz) und Geologie (geotechnische Karte der Schweiz) zugeordnet. Die Zuordnung erfolgte auf der Basis von Einheiten, wie sie in Tab. 3 definiert sind, indem für jede Region die Flächenanteile der verschiedenen Einheiten berechnet wurden.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Floristische Grobgliederung und Überlagerung

Die Resultate der Gliederungen der sechs in Tab. 2 aufgeführten Datensätze sind in Abb. 1 geographisch dargestellt. Die Muster der einzelnen Unterteilungen unterscheiden sich je nach Datensatz und Methode beträchtlich. Wo starke Abweichungen von der Gutersohnschen Gliederung bestanden, wurde die Zuordnung zu einer Hauptregion entsprechend der größten Flächenübereinstimmung vorgenommen (z. B. Gliederung schm-co: Jura und Mittelland).

Abb. 2 zeigt die Überlagerung der 12 Gliederungen. Jede Kartierfläche wurde entsprechend der dominierenden Gruppennummer eingefärbt. Die verschieden dichten Schraffuren geben die Tendenz an, mit welcher eine Kartierfläche zur Einteilung in eine andere Hauptregion neigt (Grenzgebiete).

Folgende Gebiete sind aus floristischer Sicht schwierig der einen oder anderen Hauptregion zuzuordnen:

Jura oder Mittelland:
die östlichen Randgebiete des Juras: Teile des Aargauer Juras, die Nordost-Schweiz mit dem Schaffhauser Jura; das Genferseebecken; die Lägern-Region; Teile der Ajoie.

Mittelland oder Nordalpen:
die Napfregion und angrenzende Gebiete; das Unterwallis vom Genfersee bis zum Rhoneknie (Chablais), das zusätzlich auch den Zentralalpen zugeordnet wird.

Tab. 3. Übersicht über die Quellen und Faktoren, die für die ökologische Charakterisierung der 30 floristischen Regionen der Feingliederung 1947-co verwendet wurden.

Wärmegliederung der Schweiz (Schreiber et al. 1977): digitalisierte Karte im Maßstab 1:200 000.

Nr.	Einheit	mittlere Jahrestemperatur °C	Nr.	Einheit	mittlere Jahrestemperatur °C
1	sehr kalt	0 –1	10	ziemlich mild	8 –8,5
2	kalt	1 –2	11	mild	8,5–9
3	ziemlich kalt	2 –3	12	sehr mild	9 –9,5
4	sehr rauh	3 –4	13	ziemlich warm	9,5–10
5	rauh	4 –5	14	warm	10 –10,5
6	ziemlich rauh	5 –6	15	sehr warm	10,5–11
7	sehr kühl	6 –7	16	ziemlich heiß	11 –11,5
8	kühl	7 –7,5	17	heiß	11,5–12
9	ziemlich kühl	7,5–8	18	sehr heiß	>12

Niederschlagskarte der Schweiz (1:400 000): Modellierung der jährlichen Niederschlagssummen mit digitalem Höhenstufenmodell (Brzeziecki et al. 1993) auf einem landesweiten Netz von 1 km Maschenweite.

Nr.	Einheit [cm/Jahr]	mittlerer Wert [cm/Jahr]
1	<60	55
2	61– 70	65
...	...	...
21	241–250	245
22	>250	255

Vereinfachte Geotechnische Karte der Schweiz (de Quervain et al. 1963–1967): digitalisierte Karte im Maßstab 1:200 000; 30 Einheiten, reduziert auf 8 Einheiten nach P. Heitzmann (Landeshydrologie, unpubl.).

Nr.	Einheit	Alte Einheit
1	Feine klastische Sedimente (Sand, Silt, Lehm), z. T. kalkhaltig	3 bis 6
2	Grobe klastische Sedimente (Blockschutt, Bergsturzmaterial), nicht konsolidiert	7
3	Sandsteine und Tonschiefer, nicht kalkhaltig	10 bis 12
4	Konsolidierte Sedimente (Konglomerate), z. T. kalkhaltig	13 bis 16
5	Kristalline Gesteine (Granite, Gneiße, Metamorphe)	23 bis 28
6	Basische Eruptivgesteine	29 bis 30
7	Kalkhaltige Sedimente und Metamorphe	8 bis 9, 12, 17 bis 22

Nordalpen oder Zentralalpen:
die höchsten Tallagen des Bündnerlandes; das Wallis wegen der Datensätze holz (129 natürlich verbreitete Bäume, Sträucher oder verholzte Pflanzen) und ek72 (Stetenliste der Waldgesellschaften).

Zentralalpen oder Südalpen:
die höchsten Tallagen des Tessins.

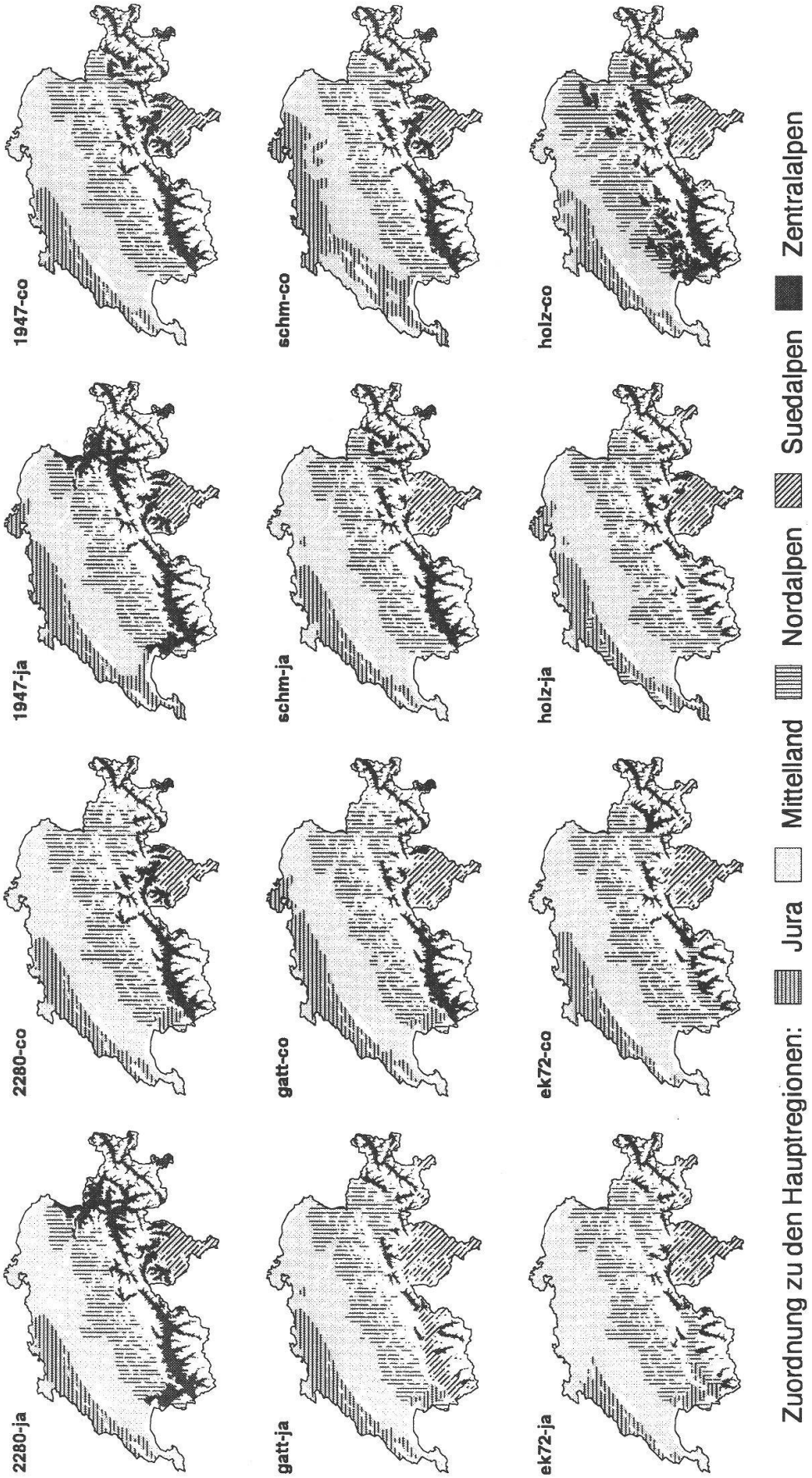


Abb. 1. Resultate aus der Gruppierungsanalyse für sechs Datensätze unter Verwendung von zwei verschiedenen Ähnlichkeitsmaßen (-ja: Jaccard-Koeffizient; -co: Vektortransformation der Kartierflächen, Korrelation). Es wurden jeweils fünf floristische Regionen gebildet. Geographisch ähnliche Gebiete wurden mit übereinstimmenden Schraffuren gekennzeichnet.

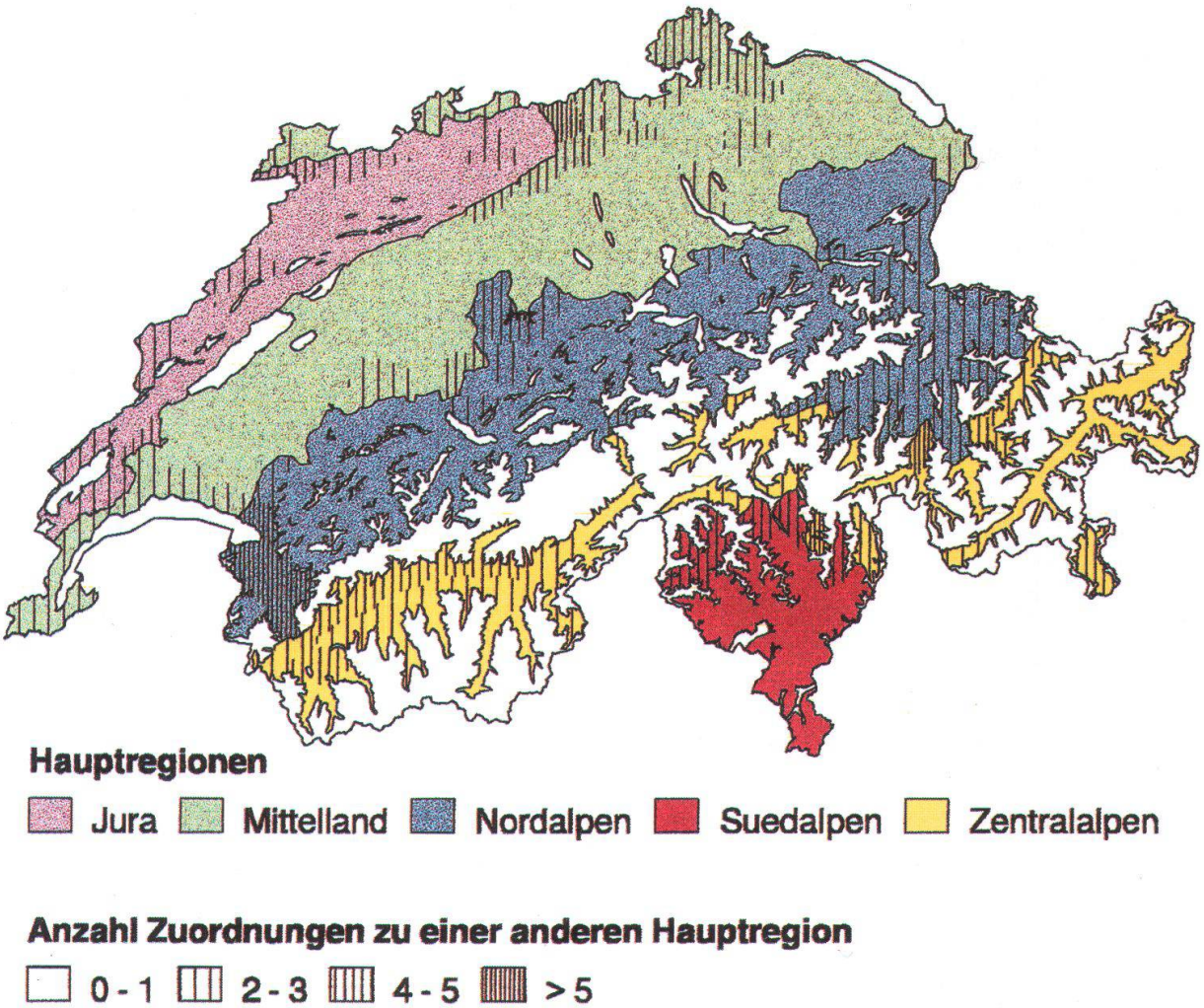


Abb. 2 Überlagerung der Gliederungen aus den Gruppierungsanalysen für sechs Datensätze (Abb. 1). Die Kartierflächen wurden entsprechend der dominierenden Gruppennummer eingefärbt. Die verschieden engen Schraffuren geben die Tendenz zur Einteilung einzelner Kartierflächen in eine in der Regel benachbarte Hauptregion an.

Im Gegensatz dazu sind Regionen mit besonders stabiler Zuordnung zu einer Hauptregion hervorzuheben:

die südlichen Juraketten; die tiefen Lagen des schweizerischen Mittellandes; die nördlichen Voralpen mit Ausnahme des Bündnerlandes; die hohen Tallagen des Wallis; das Engadin; das Tessin.

Ein statistischer Vergleich der einzelnen Gliederungen ist in Tab. 4 anhand der Assoziationsmaße Kappa (K) dargestellt. Danach haben die Gliederungen 1947-co (alle konsistent erfaßten Arten ohne sehr seltene Arten) und schm-ja (709 Arten nach Schmid 1961; nach floristisch-historischem Ansatz definiert) mit je $K = 0.96$ die größte Übereinstimmung mit der Überlagerung, eine etwas geringere noch 2290-co (alle konsistent erfaßten Arten). Die geringste Ähnlickeit zur Überlagerung haben die Gliederungen schm-co und holz-co. Untereinander sind besonders die Gliederungen 2280-co, 1947-co und schm-ja sehr ähnlich.

Tab. 4. Vergleich der 12 floristischen Gliederungen untereinander und mit der Überlagerung mittels des Assoziationsmaßes Kappa (K). Große Koeffizienten K (≥0,90) sind fett gedruckt.

	Über-lagert	2280-ja	2280-co	1947-ja	1947-co	gatt-ja	gatt-co	schm-ja	schm-co	ek72-ja	ek72-co	holz-ja	holz-co
Überlagert	1,00												
2280-ja	0,82	1,00											
2280-co	**0,93**	0,86	1,00										
1947-ja	0,77	**0,90**	0,77	1,00									
1947-co	**0,96**	0,88	**0,95**	0,80	1,00								
gatt-ja	0,86	0,73	0,84	0,66	0,81	1,00							
gatt-co	0,88	0,75	0,88	0,76	0,84	0,85	1,00						
schm-ja	**0,96**	0,87	**0,90**	0,76	**0,93**	0,85	0,86	1,00					
schm-co	0,71	0,61	0,69	0,70	0,72	0,60	0,72	0,70	1,00				
ek72-ja	0,79	0,67	0,80	0,58	0,76	0,80	0,76	0,77	0,50	1,00			
ek72-co	**0,90**	0,76	0,85	0,70	0,87	0,87	0,83	0,88	0,63	0,83	1,00		
holz-ja	0,80	0,65	0,75	0,69	0,76	0,76	0,83	0,79	0,70	0,72	0,83	1,00	
holz-co	0,73	0,70	0,69	0,63	0,72	0,62	0,64	0,72	0,45	0,58	0,66	0,56	1,00

Die unterschiedlichen Lösungen, die bei der Verwendung verschiedener Datensätze und Ähnlichkeitsmaße zustande kommen, zeigen deutlich die Schwierigkeit, objektive Kriterien für eine biogeographische Regionalisierung zu finden. Tendenziell stimmen artenreiche Datensätze besser miteinander überein als artenarme. Der Einbezug möglichst vieler Arten scheint zu stabileren Gruppierungen zu führen (vgl. Kap. 4.7).

Die Überlagerung der Gliederungen stellt eine weitere Objektivierung dar. Dabei sind die dargestellten Grenzlinien immer im Zusammenhang mit den Grenzgebieten zu sehen, in welchen sich die Unsicherheit der Zuordnung ausdrückt. Erstaunlich ist die recht starke Übereinstimmung der Grenzlinie zwischen Mittelland und Nordalpen. Aus floristischer Sicht ist sie wesentlich stabiler als zum Beispiel diejenige zwischen der nord- und zentralalpinen Region im Wallis und als diejenige zwischen den unteren und oberen Tallagen im Graubünden. Das Wallis erscheint als ‚unsicheres Gebiet', da diese Region bei den Gliederungen der Datensätze ek72 und holz, die größtenteils aus Waldpflanzen bestehen, zu den Nordalpen gestellt wird.

4.2. Floristische Überlagerung im Vergleich mit bisherigen Regionalisierungen

In Tab. 5 wird die Überlagerung der 12 floristischen Gliederungen mit einigen Regionalisierungen aus der Literatur auf dem Niveau von fünf Hauptregionen verglichen. Bei der Gliederung von Gutersohn (1973) wurden hierfür die Randregionen 'Oberrheinische Tiefebene bei Basel' dem Jura und das ‚Hügelland am Nordrand der Poebene' den Südalpen zugeordnet. Die ‚inneralpinen Gebiete' wurden als Zentralalpen betrachtet. Bei Sauter (1975) wie bei Welten & Sutter (1982) wurden das Wallis und Graubünden zur Hauptregion ‚Zentralalpen' zusammengefaßt. Der Vergleich zeigt, daß die Überlagerung am stärksten mit der Gliederung von Gutersohn und derjenigen von Welten & Sutter (1982) korreliert, allerdings mit einem mäßig großen Wert von K = 0,78. Die Gliederung von Sauter (1968, 1975) und fast alle neueren Gliederungen zeigen beinahe dieselbe Übereinstimmung. Höher ist die Ähnlichkeit der naturräumlichen Gliederung von Gutersohn mit allen später publizierten Gliederungsvorschlägen. Die geringste Übereinstimmung mit der floristischen Überlagerung hat die Gliederung von Beaumont (1968). Sie weicht auch von allen anderen Gliederungen am stärksten ab.

Tab. 5. Vergleich der Überlagerung der 12 floristischen Gliederungen mit einigen Regionalisierungen aus der Literatur auf der Stufe von fünf Hauptregionan mittels Kappa-Koeffizient (K), vgl. Tab. 4. Große Koeffizienten K ($\geq$0,85) sind fett gedruckt.

	Überlagert	Beaumont 1968	Ott 1970	Gutersohn 1973	Sauter 1975	Speich & Brassel 1980	Welten & Sutter 1982	Galland et al. 1990	Landolt 1991	Sansonnens 1996
Überlagert	1,00									
Beaumont 1968	0,58	1,00								
Ott 1970	0,66	0,38	1,00							
Gutersohn 1973	0,78	0,56	0,71	1,00						
Sauter 1975	0,76	0,60	0,68	**0,89**	1,00					
Speich & Brassel 1980	0,62	0,35	**0,95**	0,70	0,64	1,00				
Welten & Sutter 1982	0,78	0,63	0,68	**0,86**	**0,89**	0,64	1,00			
Galland et al. 1990	0,75	0,60	0,68	**0,89**	**0,93**	0,65	**0,89**	1,00		
Landolt 1991	0,73	0,48	0,66	**0,88**	0,84	0,65	0,79	0,83	1,00	
Sansonnens 1996	0,74	0,56	0,68	**0,87**	**0,91**	0,65	**0,87**	**0,93**	**0,87**	1,00

Fast alle neueren publizierten Regionalisierungen richten sich in der Grenzziehung der fünf Hauptregionen nach dem Vorschlag von Gutersohn (1973). Die größten Unterschiede zwischen dessen naturräumlicher Gliederung und der floristischen Überlagerung sind in folgenden Regionen festzustellen:

- Ajoie: naturräumlich Hochflächen des Tafeljuras, floristisch Mittelland;
- Aargauer Rheingebiete: naturräumlich Hochflächen und Talboden des Tafeljuras, floristisch Mittelland;
- Klettgau und Randen: naturräumlich Hochflächen und Talboden des Tafeljuras, floristisch Mittelland;
- Linthebene: naturräumlich Talboden der Nordflanke der Alpen, floristisch Mittelland;
- Gebiet bei der Rheinmündung in den Bodensee: naturräumlich Talboden der Nordflanke der Alpen, floristisch Mittelland;
- Napfgebiet, Tößstockgebiet: naturräumlich extramoränisches Mittelland, floristisch Nordalpen;
- obere Tallagen des Gotthardmassivs: naturräumlich Nordflanke der Alpen; floristisch Zentralalpen;
- tiefe Tallagen des Bündnerlandes: naturräumlich Inneralpen, floristisch Nordalpen;
- obere Tallagen des Tessins: naturräumlich Südflanke der Alpen, floristisch Zentralalpen.

Im Vergleich zu Gutersohn (1973) resultiert die Überlagerung der 12 floristischen Gliederungen grob in einem enger gefaßten Juragebiet, in einem wesentlich weiter gefaßten Nordalpengebiet und einem enger gefaßten Zentralalpengebiet. Die Gründe für die z. T. starken Abweichungen liegen in der Gewichtung der Gebirgspflanzen (vgl. Kap. 4.3 und Anhang), die oberhalb einer bestimmten Meereshöhe oft sehr geschlossenen verbreitet sind. Aargauer und Schaffhauser Jura mit nur spärlichem, reliktischem Gebirgspflanzenvorkommen werden deshalb zum Mittelland gestellt. In den Grenzgebieten zwischen Mittelland und Nordalpen wachsen bereits in der niederen Bergregion viele Alpenpflanzen, so im Napfgebiet oder im östlichen Alpenvorland (oberes Tößtal, unteres Toggenburg).

Die Ergebnisse der vorliegenden Analysen zeigen, daß Gliederungen, die auf nichtfloristischer Basis beruhen, für floristische Zwecke nur bedingt sinnvoll sind.

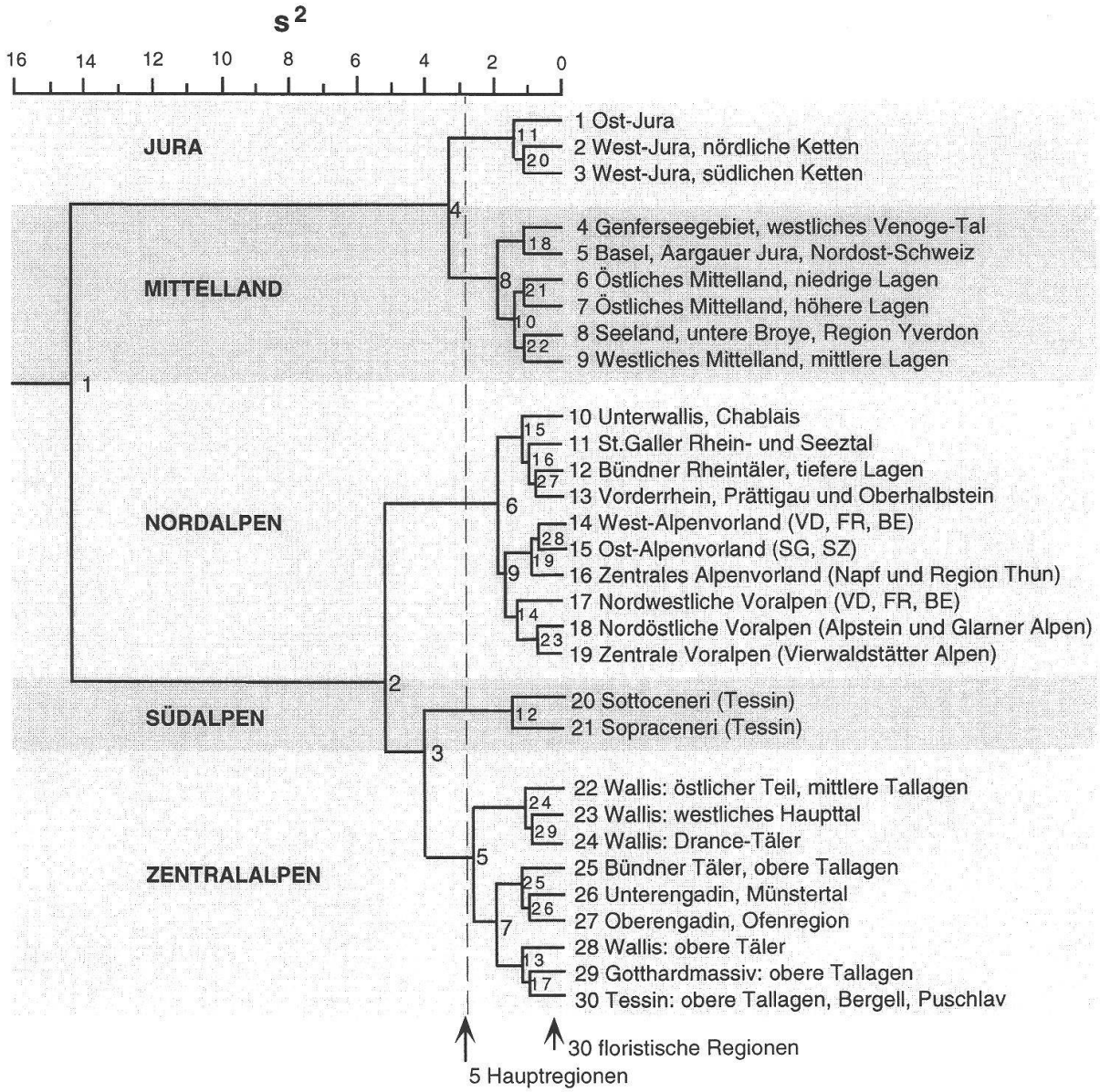


Abb. 3. Dendrogramm der Gruppierungsanalyse des Datensatzes 1947-co mit 29 Verzweigungen und 30 floristischen Regionen (s^2: gruppeninterne Varianz).

4.3. Floristische Feingliederung

Die Gliederung 1947-co wurde wegen ihrer hohen Übereinstimmung mit der Überlagerung (Tab. 4) für eine feinere Gliederung in bis zu 30 floristischen Regionen verwendet. Das entsprechende Dendrogramm ist in Abb. 3 dargestellt. Die Verzweigungen der Äste des Dendrogramms sind entsprechend der internen Varianz s^2 zwischen zwei Gruppen aufgetragen. Die Vereinigungsschritte sind in umgekehrter Reihenfolge numeriert, d. h. die hierarchisch letzte Vereinigung, diejenige der Alpen mit dem Jura und dem Mittelland, erhält die Nummer 1, die zweitletzte Vereinigung, der Zusammenschluß der Nordalpen mit den Zentral- und Südalpen, erhält die Nummer 2 usw. Einen geographischen Überblick über die künstliche Unterteilung in 5, 11, 19 und 30 floristische Regionen gibt

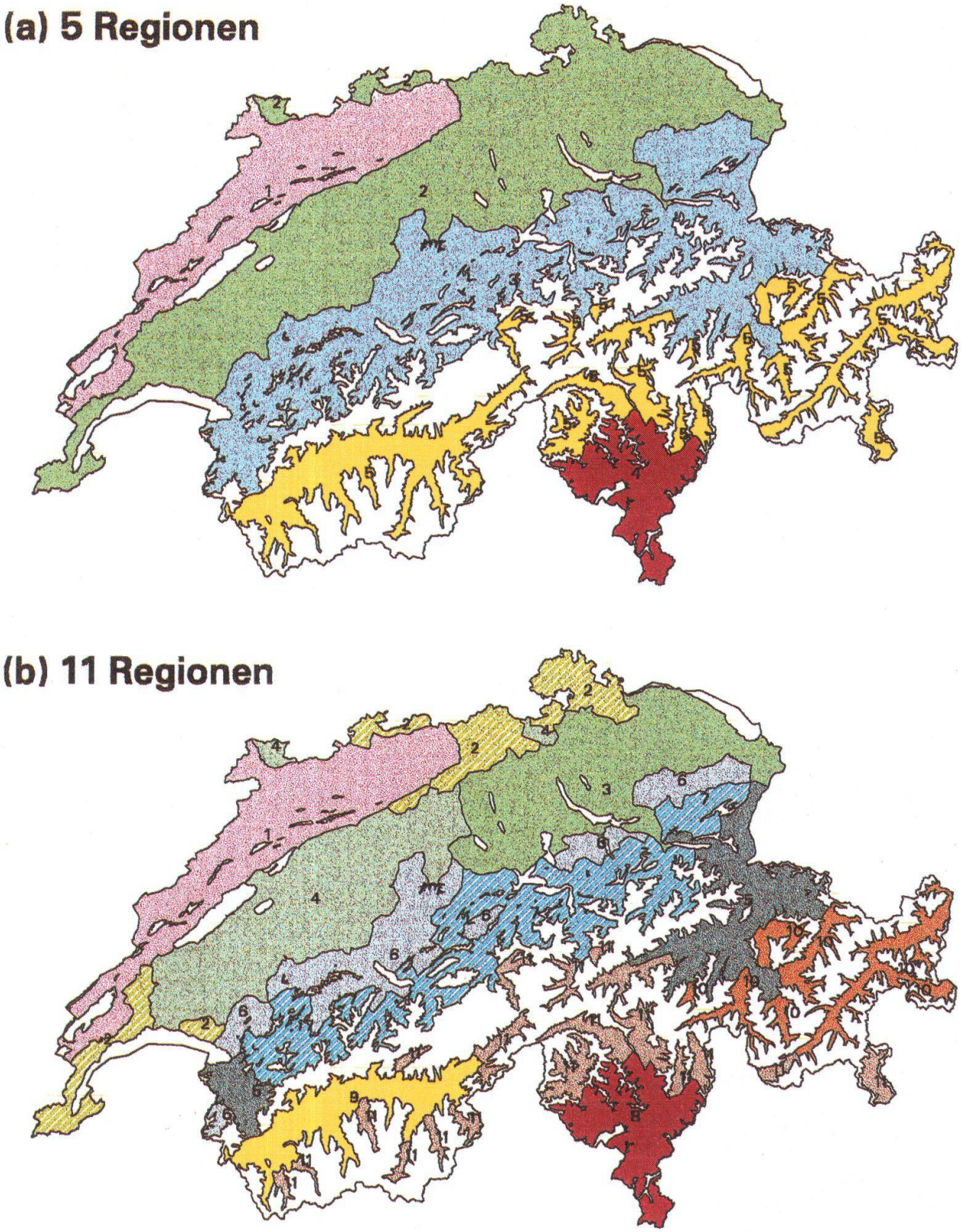
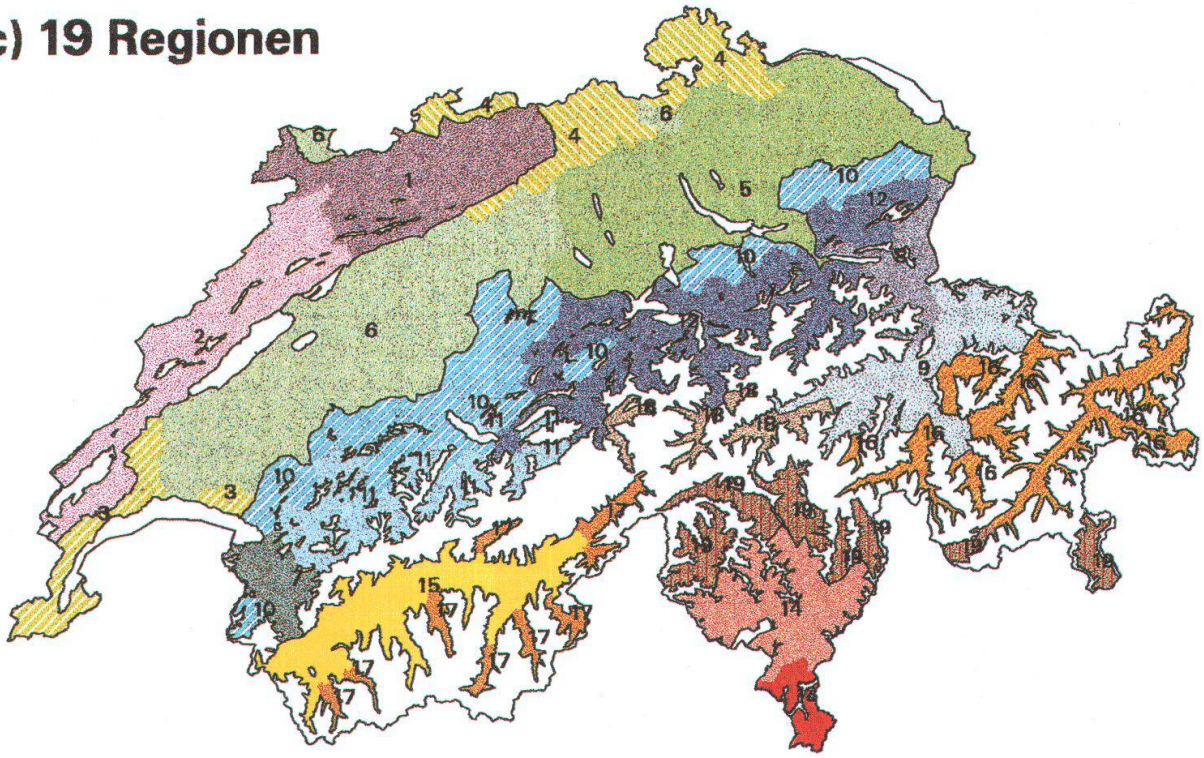


Abb. 4a–d. Grob- und Feingliederung des Datensatzes 1947-co. Die Grobgliederung (a) stimmt mit einem Kappa-Koeffizienten von K = 0.96 sehr gut mit der Überlagerung (Abb. 2) überein. Die Einfärbungen der Regionen der Feingliederungen sind farblich den fünf Hautregionen angeglichen.

(c) 19 Regionen



(d) 30 Regionen

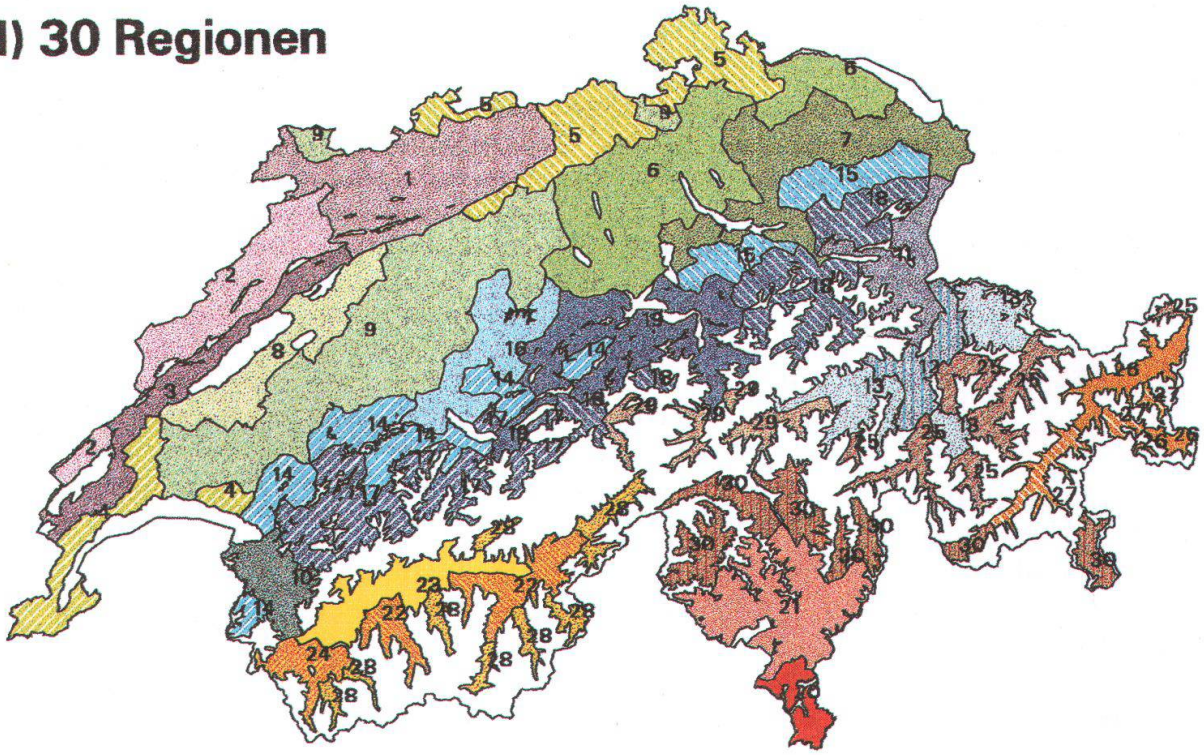


Abb. 4. Die Farben für die einzelnen Regionen wurden den Grundfarben der fünf Hauptregionen in Abb. 2 angepaßt. Die Rangierung der F-Werte nach Jancey (1979) für die letzten 29 Vereinigungsschritte ergab die besten Trennarten zwischen jeweils zwei Regionen. Die 20 besten Trennarten je Verzweigung sind mit Angabe der Trennkraft (F-Werte der einzelnen Arten) im Anhang aufgelistet.

Gliederung in 11 floristische Regionen:

Auf dem Niveau von 11 floristischen Regionen wird der Jura nicht feiner unterteilt; dagegen wird das Mittelland in drei Regionen gegliedert. Als floristisch ähnliche Regionen erscheinen dabei das Genferseegebiet und Basel, der Aargauer Jura und die Nordost-Schweiz mit vorwiegend Magerwiesen- und Waldpflanzen als Trennarten (z. B. *Buglossoides purpurocaerulea*, *Globularia punctata*, *Quercus pubescens*) zum restlichen Mittelland. Dieses wiederum wird in einen westlichen und in einen östlichen Teil getrennt (durch hauptsächlich Wald- und Sumpfpflanzen wie z. B. *Gentiana asclepiadea*, *Gymnadenia odoratissima*, *Taxus bacata*), wobei die Grenzlinie größtenteils von der Suhre gebildet wird. Die Nordalpen sind ebenfalls dreigeteilt: (1) ein Alpenvorland, wo viele Gebirgspflanzen wie z. B. *Salix hastata*, *Androsace chamejasme*, *Sorbus chamaemespilus* noch fehlen; (2) das klassische Voralpengebiet; (3) das Unterwallis (Chablais) und die tieferen Lagen des Bündnerlandes, zwei floristisch ähnliche, aber disjunkt gelegene Gebiete mit charakteristischen Magerwiesen- und Unkraut- oder Ruderalpflanzen. Als Trennarten zum Alpenvorland und Voralpengebiet sind z. B. *Artemisia absinthium*, *A. campestris* und *Peucedanum oreoselinum* zu nennen. Die Zentralalpen werden in ein westliches, ein zentrales (inklusive höchste Tallagen des Wallis) und ein östliches Gebiet gegliedert. Während das westliche Gebiet von den typischen trockenheitsertragenden Walliser Arten geprägt ist, wird das östliche Gebiet hauptsächlich durch Gebirgspflanzen der Ostalpen (z. B. *Clematis alpina*, *Crepis alpestris* usw.) charakterisiert. Das zentrale Gebiet dazwischen ist geprägt durch das Fehlen von Arten, welche westlich und östlich davon weitverbreitet sind (z. B. *Galium boreale*, *Asperula cyanchica*).

Gliederung in 19 floristische Regionen:

Der Jura wird auf dem Niveau von 19 Regionen in einen westlichen und einen östlichen Teil geteilt (nur im Westen vorkommende Gebirgs-, Wald- und Sumpfpflanzen: z. B. *Luzula luzulina*, *Scabiosa lucida*, *Astrantia major*, *Pinguicula vulgaris*). Im Mittelland wird hauptsächlich auf Grund von Waldpflanzen das Genferseegebiet von der Region Basel, vom Aargauer Jura und von der Nordost-Schweiz abgetrennt (z. B. *Impatiens noli-tangere*, welches im Genferseegebiet nicht vorkommt). In den Nordalpen werden neu westliche (mit z. B. *Aposeris foetida*, *Cirsium eriophorum*) und östliche Voralpen (mit z. B. *Ilex aquifolium*, *Carex pendula*) unterschieden. Waldpflanzen bilden einen Großteil der Trennarten. Das Chablais mit Waldpflanzen wie *Acer opalus*, *Rhamnus alpinus* und *Melica uniflora* wird von den Bündner Tallagen getrennt. Das St. Galler Rhein- und Seeztal wird durch Waldpflanzen wie *Euonymus latifolius*, *Ilex aquifolium*, *Arum maculatum* und Gebirgspflanzen (z. B. *Allium victorialis*) von den tieferen Tallagen des Bündnerlandes samt Prättigau, Vorderrhein und Oberhalbstein unterschieden. Neu werden auch die nördlich um das Gotthardmassiv gelegenen Täler von den höchsten Tallagen des Tessins mit Wald- und Magerwiesenpflanzen wie *Lamiastrum flavidum*, *Genista germanica* und *Galium rubrum* unterschieden. Schließlich wird das restliche Tessin in Sopra- und Sottoceneri unterteilt, wobei als Trennarten besonders Wald- und Gebirgsarten, wie z. B. *Dentaria bulbifera* oder *Alchemilla alpina* s. l. zu nennen sind.

Gliederung in 30 floristische Regionen:

Im westlichen Jura werden neu die südlichen Ketten (*Quercus pubescens*) von den nördlichen Ketten (*Pinus mugo* subsp. *arborea*) getrennt. Im westlichen Mittelland wird eine flache, seenahe Region (Seeland, untere Broye, Region Yverdon) insbesondere mit Sumpfpflanzen wie *Orchis palustris*, *Euphorbia palustris* und *Lathyrus paluster* vom restlichen, höhergelegenen Gebiet abgetrennt. Im Osten wird das Mittelland in ein tiefer gelegenes Gebiet (mit z. B. *Vicia tetrasperma*, *Ornithogalum umbellatum*) und in ein höher gelegenes, alpennäheres Gebiet mit zusätzlichen Gebirgspflanzen wie *Campanula cochleariifolia* oder *Senecio cordatus* unterteilt. In den Nordalpen werden die Regionen Napf und Thun mit z. B. *Muscari botryoides*, *Hordeum vulgare* und *Chrysosplenium oppositifolium* neu vom übrigen Alpenvorland unterschieden, wobei die Trennkraft der Trennarten sehr gering ist. Die östlichen Voralpen werden nun in die Vierwaldstätter Alpen (mit z. B. *Solanum nigrum*, *Digitalis lutea*) und die Glarner Alpen mitsamt dem Alpstein (*Silene pusilla*, *Hieracium hoppeanum*) gegliedert. Die tieferen Talregionen des Wallis werden in drei Regionen aufgetrennt: die Drance-Täler mit z. B. *Phleum paniculatum* und *Veronica prostrata*, das westliche Haupttal mit z. B. *Galium lucidum* und *Ulmus minor* und das östliche Wallis und mittlere Tallagen mit z. B. *Euphrasia alpina* und *Hypochoeris uniflora*. Die besten Trennarten sind Gebirgs- und Unkraut- oder Ruderalpflanzen. In Graubünden werden die tieferen Lagen der Rheintäler mit Unkraut- oder Ruderalpflanzen wie *Calamagrostis pseudophragmites* und *Parietaria officinalis* oder Waldpflanzen wie *Peucedanum cervaria* und *Dentaria polyphylla* von den mittleren Tallagen mitsamt dem Prättigau abgetrennt. Schließlich werden die höchsten Tallagen der Bündner Nordtäler mit Arten verschiedener ökologischer Gruppen wie z. B. *Sonchus oleraceus* und *Adenostyles glabra* vom Engadin unterschieden und das Engadin selbst in Ober- und Unterengadin getrennt (mit Wald-, Magerwiesen- und Unkraut- oder Ruderalpflanzen wie *Prenanthes purpurea*, *Stachys recta* und *Vincetoxicum hirundinaria*). Im Tessin erfolgt keine weitere Aufteilung.

4.4. Charakterisierung der vorgeschlagenen Feingliederung

a) nach ökologischen Artengruppen

In Abb. 5 sind die aus den Kartierflächen gemittelten, prozentualen Anteile an den ökologischen Gruppen nach Landolt (1991) regionenweise dargestellt. Die Waldpflanzen stellen besonders im Jura, im Mittelland und in den Südalpen bis zu einem Drittel aller Arten, während ihr Anteil besonders in den Zentralalpen deutlich abnimmt. Die Anteile der Gebirgspflanzen sind besonders in den Nord- und den Zentralalpen mit bis zu 40% hoch, während im Jura bis zu 10% aller Arten zu den Gebirgspflanzen gehören. Pionierpflanzen niederer Lagen haben in der gesamten Schweiz einen ähnlich niedrigen Anteil an der gesamten Artengarnitur. Im Mittelland beträgt der Anteil der Wasserpflanzen bis zu 5%, während er in den anderen Regionen sehr gering ist. Unter Sumpfpflanzen sind Moor-, Quell-, Riedwiesen- und Uferpflanzen zusammengefaßt. Im eigentlichen Mittelland (Regionen 6–9) haben diese Arten hohe Anteile. Ebenfalls höhere Anteile sind in den nordalpinen Regionen, besonders in der Region 15 (Ost-Alpenvorland), zu verzeichnen. Die Analyse zeigt, daß ein Schwergewicht an Sumpfpflanzen in den östlichen Landesgebieten liegt. Demgegenüber besitzen die Pflanzen magerer Wiesen höhere Anteile im Jura, in den tiefgelegenen Mittellandregionen 4 und 5 (Genferseegebiet, Basel, Aargauer Jura, Nordost-Schweiz), in den Bündner Rheintälern, im Wallis und im Tessin. Unkraut und Ruderalpflanzen haben ihre höchsten Anteile im Jura, im Mittelland und

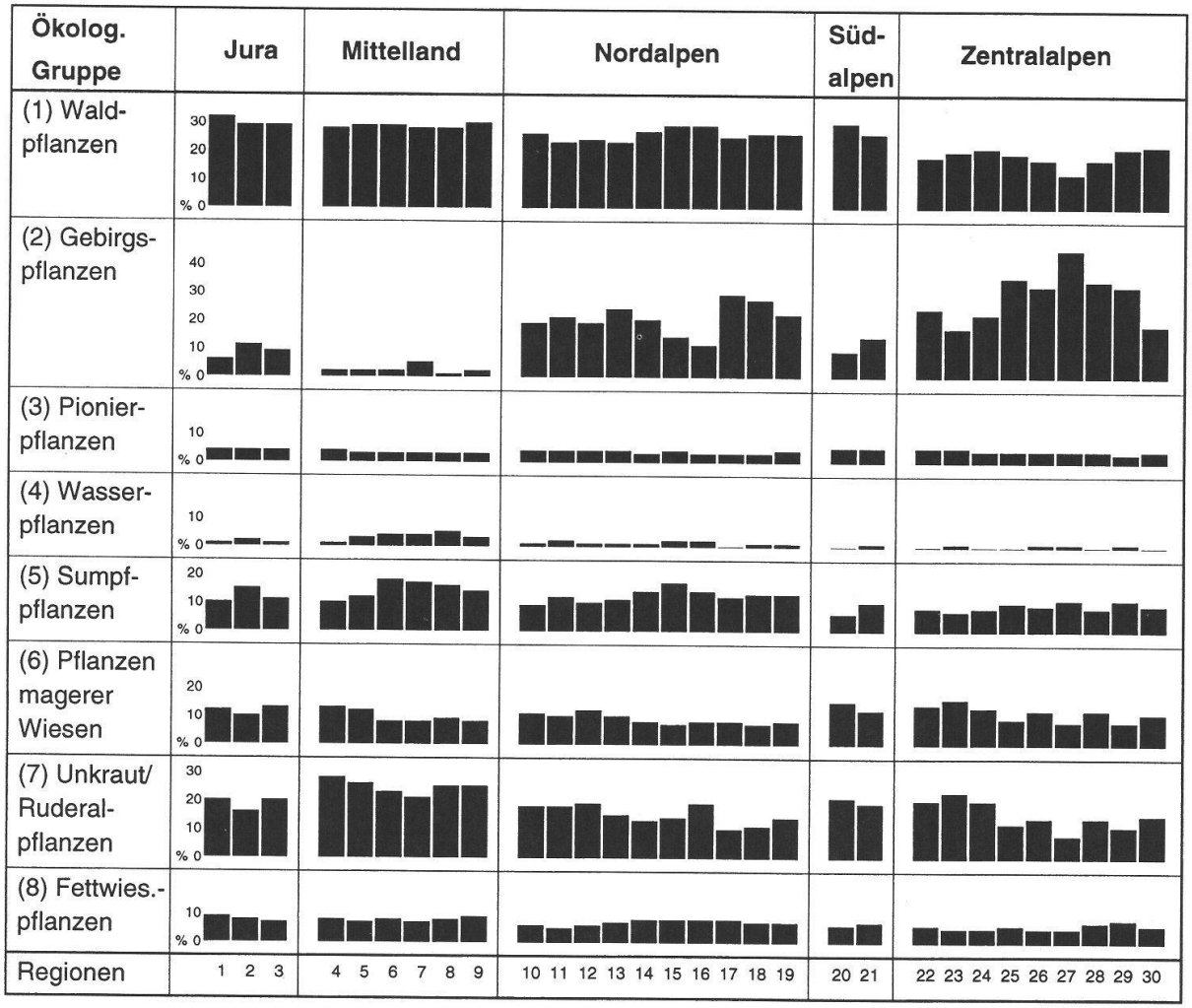
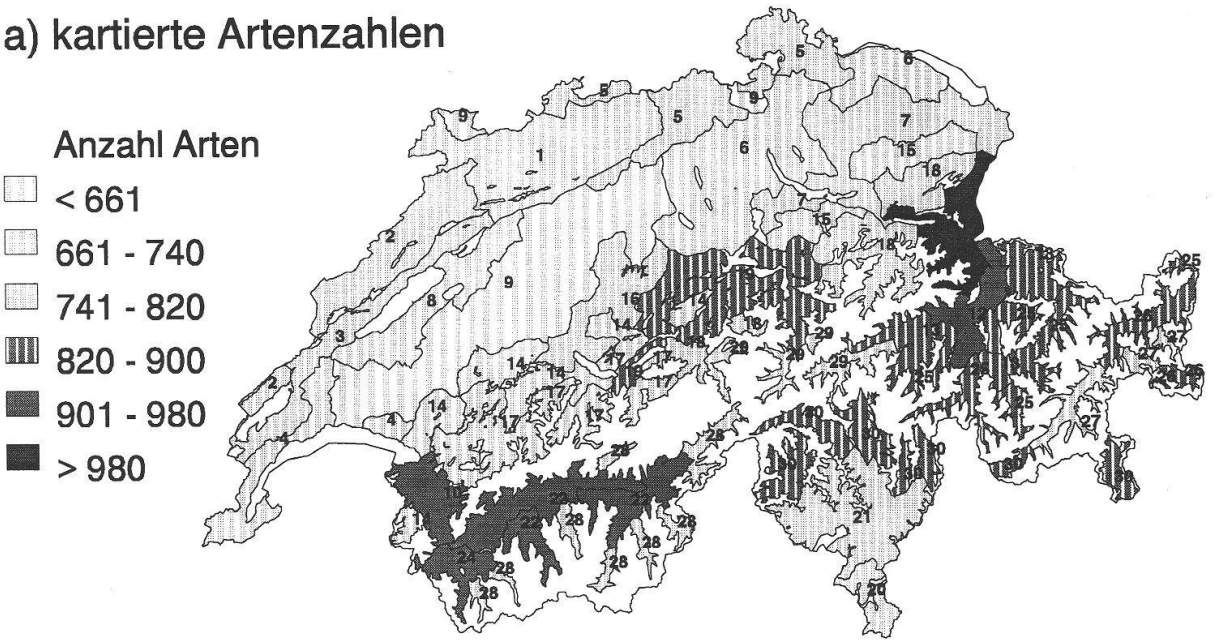


Abb. 5. Charakterisierung der 30 floristischen Regionen der Feingliederung 1947-co nach den ökologischen Artengruppen von Landolt (1991). Die Werte entsprechen den durchschnittlichen prozentualten Anteilen an der Gesamtartenzahl der Kartierflächen der jeweiligen floristischen Region.

im Wallis. Die Fettwiesenpflanzen sind überall etwa gleich stark vertreten. Absolut gesehen sind sie nur im Oberengadin untervertreten.

b) nach der durchschnittlichen Artenvielfalt

Ein Vergleich der 30 vorgeschlagenen Regionen bezüglich der Artenvielfalt wurde mittels der durchschnittlich in einer Kartierfläche kartierten Artenzahl (Abb. 6a) und mittels der simulierten durchschnittlichen Artenzahl (Abb. 6b) angestellt. Bei der kartierten Artenzahl handelt es sich um die Summe aller tatsächlich in einer Kartierfläche erhobenen Arten, während die simulierten Artenzahlen mittels multipler Regression berechnet sind (Wohlgemuth, in Bearb.). Das entsprechende Modell besteht aus den fünf Variablen ‚Anzahl Wärmestufen', ‚Distanz zu einem großen Fluß oder See', ‚Anteil an anstehendem Kalkgestein', ‚Trockenheitsgrad' und ‚Anzahl Bodeneignungstypen'. Es erklärt die Variabilität der Artenvielfalt in den Kartierflächen zu 49%. Die simulierten Artenzahlen tragen dem starken Bearbeitereinfluß Rechnung, was sich letztlich in einem veränderten Diversitätsbild niederschlägt.



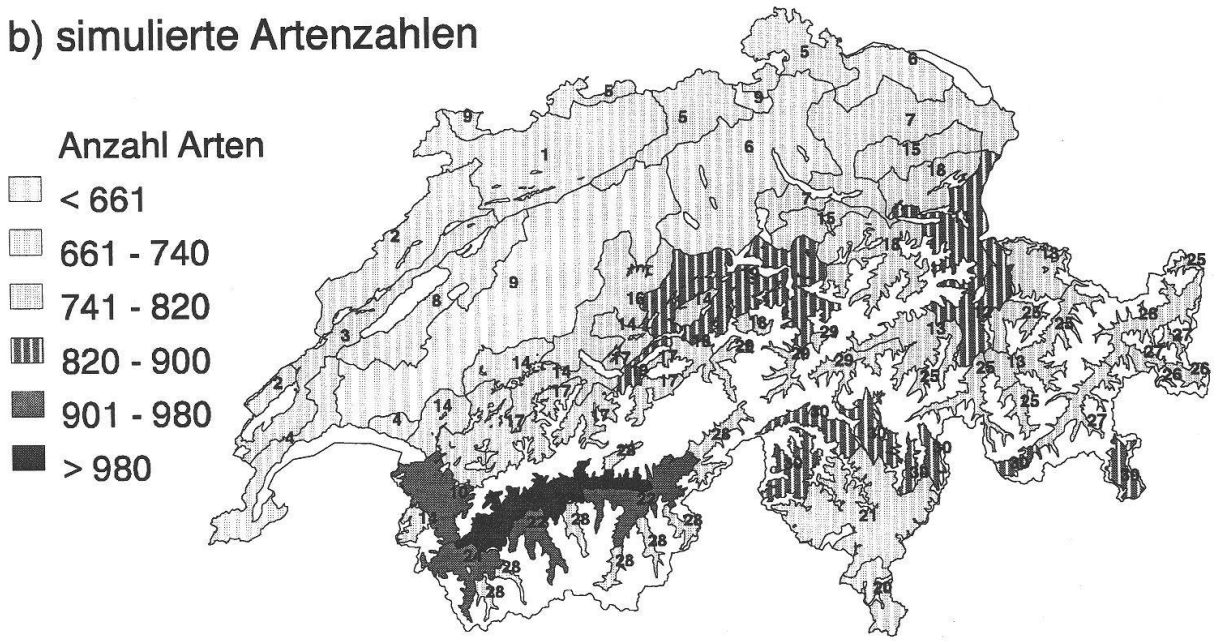


Abb. 6. Mittlere Artenzahlen der Kartierflächen in den 30 floristischen Regionen der Feingliederung 1947-co. a) mittlere Artenzahlen gemäß Kartierung für den VA. b) simulierte mittlere Artenzahlen (Wohlgemuth, in Vorb.), die dem starken Bearbeitereinfluß Rechnung tragen.

Im Jura ist die mittlere simulierte Artenzahl in den südlichen Ketten des West-Juras größer als in den restlichen Gebieten. Das Mittelland ist in beiden Ansätzen im östlichen Teil artenreicher als im westlichen Teil. Die höchste mittlere Artenzahl wird in der Region Basel, Aargauer Jura und Nordost-Schweiz erreicht, also in den tiefstgelegenen Gebieten auf der Alpennordseite. In den Nordalpen sind die Regionen Unterwallis (Chablais), Zentrale Voralpen und die tieferen Lagen des Bündnerlandes, St. Galler Rhein- und Seeztal gemäß Kartierung am artenreichsten. Mit simulierten Artenzahlen tritt das Unterwallis als artenreichste Region der Nordalpen in den Vordergrund. In den Zentralalpen wird der große Artenreichtum der Region Wallis durch die Simulation noch verstärkt.

c) nach ökologischen Spektren

Die Flächenanteile der Einheiten der Faktoren Wärme, Niederschlag und Geologie in den vorgeschlagenen 30 floristischen Regionen sind in Abb. 7 als ökologische Spektren dargestellt. Die ökologischen Unterschiede zwischen den fünf Hauptregionen sind deutlich erkennbar. Eine feinere Gliederung in 30 floristische Regionen verwischt die Unterschiede. So ist in den nordalpinen Regionen die starke Ähnlichkeit einiger Spektren, z. B. diejenige der Voralpen-Regionen 17, 18 und 19 augenfällig. Auch das westliche und östliche Mittelland können anhand der gewählten Faktoren kaum unterschieden werden.

Deutlicher ist z. B. die ökologische Trennung der Regionen 8 und 9 im westlichen Mittelland. Die Region 8 hat ein markant engeres ökologisches Spektrum, da alle Kartierflächen im ebenen Mittelland liegen (vgl. Abb. 4d), im Gegensatz zur Region 9, in welcher höher gelegenes Hügelland enthalten ist. In den Zentralalpen zeichnet sich das Engadin (Regionen 26 und 27) durch sein besonderes Klima, allgemein tiefe Temperaturen und für diese Höhenlage geringe Niederschläge, aus. Die höchsten Tallagen der Bündner Nordtäler (Region 25) unterscheiden sich vom Engadin durch höhere Niederschlagswerte. Gegenüber Temperatur und Niederschlag vermag die Geologie weniger stark zu differenzieren. Deutliche Unterschiede bestehen bezüglich des Vorhandenseins von sauren Substraten. Sie fehlen den Regionen des Juras, des Mittellandes und der Nordalpen (z. T.). Kalkhaltige Substrate hingegen sind in allen Regionen vertreten.

4.5. Biogeographische Bedeutung der Regionen und Grenzen

Jura

Im Gebiet des Solothurner und Aargauer Juras werden die Grenzen zum Mittelland je nach Gliederung an verschiedenen Orten gezogen. Der Grenzverlauf bei der Überlagerung hängt wesentlich vom Vorhandensein typischer Vertreter der montanen oder subalpinen Stufe auf Kalk ab. Arten wie *Gentiana lutea*, *Moehringia muscosa* oder *Valeriana montana* fehlen östlich des Fricktales auf große Distanzen.

Mit der Unterteilung von Ost- und Westjura in der Feingliederung auf der Linie Biel-Tavannes-Glovelier werden die im Westen allgemein höher steigenden Ketten von den gegen Osten hin auslaufenden Ketten getrennt. Pflanzengeographische Unterschiede bestehen besonders im unterschiedlichen Anteil an Gebirgspflanzen. Die westlichen Gebiete beherbergen wesentlich mehr subalpine und alpine Vertreter. Zudem fällt diese Grenze am Jurasüdfuß ungefähr in die Region, welche Nägeli (1905) als Solothurner Lücke mit relativer Artenarmut bezeichnete. Im Gebiet zwischen Grenchen und Aarau nehmen viele von Westen her eingewanderte Pflanzen in Arten-und Individuenzahl ab (z. B. *Himantoglossum hircinum*, *Lathyrus niger*, *Veronica spicata*, *Viola alba*), wie auch im selben Gebiet die Verbreitung einiger von Osten her vorrückender Arten deutlich

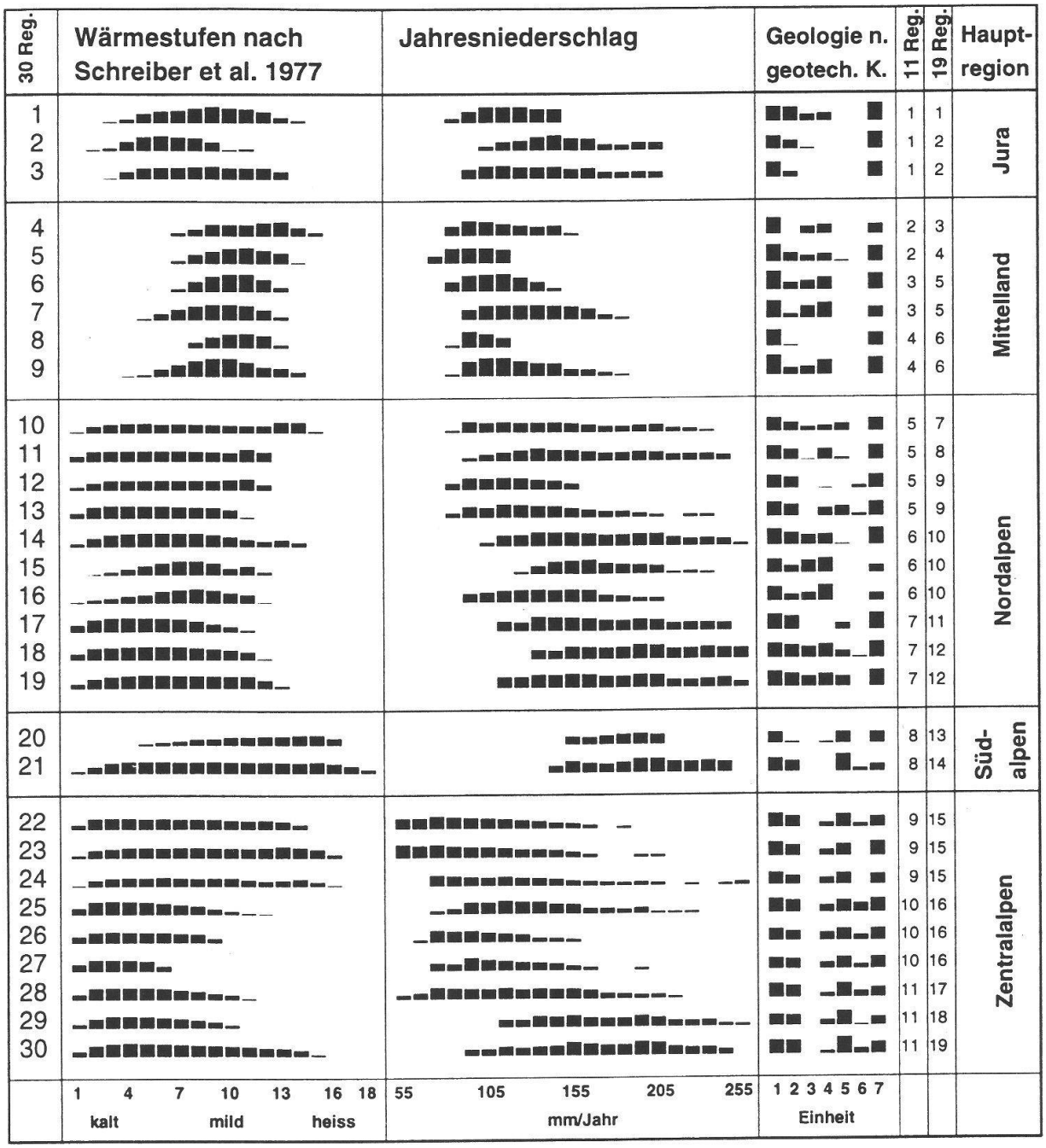


Abb. 7. Ökologische Spektren der 30 floristischen Regionen der Feingliederung 1947-co. Die vertikalen Balken geben gruppenweise den logarithmierten Flächenanteil der jeweiligen Faktoreneinheiten an. Die geologischen Einheiten sind in Tab. 3 beschrieben.

ausklingt (Probst 1911). Die Abtrennung der südlichen von den nördlichen Ketten ist klimatisch mit kühleren und feuchteren Verhältnissen im nördlichen Gebiet zu erklären.

Mittelland

Die Abgrenzung des Mittellandes gegen den Jura und gegen das Voralpengebiet erweist sich stellenweise als schwierig. Entgegen den meisten bisherigen Vorschlägen wird

ein Teil der Ajoie auf Grund der floristischen Daten zum Mittelland gezählt. Diesem Gebiet fehlen typische Jurapflanzen wie *Rhamnus alpinus, Gentiana lutea* oder *Adenostyles alliariae*. Aus dem gleichen Grund werden weite Teile des Aargauer Juras und die Nordost-Schweiz zum Mittelland gezählt. Ein weiteres Gebiet mit wechselnder Zuordnung ist die Napfregion, die in der Überlagerung nicht mehr dem Mittelland zugeordnet wurde. Das ökologische Spektrum dieser Region entspricht eher jenem der Voralpen-Regionen (Abb. 7, Nr. 16).

In der ausgewählten Feingliederung mit 11 Regionen werden nicht nur die Randgebiete des Mittellandes von Basel bis Schaffhausen und die Genferseeregion abgetrennt, auch das gesamte Mittelland wird unterteilt. Die Suhre als Grenzlinie zwischen Ost und West wurde ebenfalls bei den meisten anderen Gliederungen gefunden, unabhängig vom Datensatz und von der angewendeten Methode. Die Grenzlinie stimmt geographisch recht gut mit jener überein, die Brockmann-Jerosch (1925–1929) in seiner Vegetations- und Wirtschaftskarte entlang des Baldegger und Hallwilersees gezogen hat. Er unterscheidet zwischen Kleegraswirtschaft im Westen und verbesserter Dreifelderwirtschaft und Weinbau im Osten.

Auch auf Grund der topographischen Verhältnisse läßt sich das Mittelland in einen östlichen, feiner zertalten Teil und einen westlichen, einheitlicheren Teil trennen. Im westlichen Mittelland, wo über weite Strecken eigentliche Tallandschaften fehlen, sind Spezialstandorte wie Steilhänge, wo konkurrenzschwache Arten zu gedeihen vermögen, selten. Die Verbreitungslücken von *Aster bellidiastrum, Polygala chamaebuxus* und *Taxus baccata* im westlichen Mittelland belegen das Fehlen solcher Standorte. Ob die pflanzengeographischen Unterschiede zwischen Ost und West auch mit klimatischen Unterschieden erklärt werden können, ist schwierig zu beantworten. Immerhin zeigen die ökologischen Spektren im Osten eher wärmere und trockenere Verhältnisse an (Abb. 7: Vergleich Regionen 6 und 7), was durch die Verbreitung des Weinbaus noch eindrücklicher belegt wird als etwa durch Klimakarten.

Die floristisch als eigenständig bekannte Nordost-Schweiz wird von Landolt (1991) als separate Region der Juraregion zugerechnet. Bei der Auswertung des Datensatzes 2280 wurde diese Region bereits in der Feingliederung mit 19 Regionen abgetrennt. Der Grund hierfür liegt darin, daß mehrere Arten in ihrer Verbreitung auf schweizerischem Gebiet auf die wenigen Kartierflächen der Nordost-Schweiz beschränkt sind. Eben diese Arten sind aber im Datensatz 1947, der ausgeprägte floristische Seltenheiten ausschließt, nicht enthalten. Im Hinblick auf floristische Seltenheit muß die Nordost-Schweiz als eigenständig betrachtet werden, bezüglich weit verbreiteter Arten wird sie jedoch mit Basel und dem Aargauer Jura vereinigt. Im Gegensatz zur Nordost-Schweiz wurden die pflanzengeographischen Grenzgbiete Basel und Genf in den Feingliederungen mit 30 Regionen nie abgetrennt. Die pflanzengeographische Sonderstellung der Nordost-Schweiz, wie sie Landolt (1991) skizziert, wird also bestätigt.

Nordalpen

Eine offene Frage im Gebiet der Alpen ist die Grenzziehung zwischen Nordalpen und Zentralalpen. In den floristischen Gliederungen wurden das untere Wallis (Chablais) sowie die tieferen Lagen des Bündnerlandes je nach Datensatz und Methode den Nordalpen oder den Zentralalpen zugeordnet. Das heißt, daß diese Gebiete sich floristisch stark von den angrenzenden Regionen unterscheiden. Ihre floristische Zusammensetzung ist dabei heterogener als in den umgebenden Regionen. Im Unterwallis (Chablais) vereinigen sich auf kleinem Raum unterschiedlichste Klimate und geologische Formationen.

Floristisch drückt sich dies in einer großen ökologischen und spezifischen Vielfalt aus. Obwohl klar atlantisches Klima herrscht, sind typische Steppenvertreter aus dem anschließenden, klimatisch trockeneren Talabschnitt vorhanden. Ob die tiefen Tallagen des Bündnerlandes zu den Zentralalpen gestellt werden sollen, wie dies Galland et al. (1990) oder Landolt (1991) vorschlagen, hängt davon ab, wie stark seltene oder häufige Arten gewichtet werden. In der Analyse hat sich diese Region mit den angrenzenden St. Galler Gebieten als besonders eigenständig herausgestellt (Verzweigung 16 in Abb. 3). Sie beherbergt viele weitverbreitete Arten, welche den Zentralalpen fehlen, so die Buchenwaldvertreter *Hordelymus europaeus, Mercurialis perennis, Lamiastrum montanum, Lysimachia nemorum* und *Sanicula europea.*

Die Gliederung des restlichen Voralpenraumes teilt das Gebiet mit Ausnahme der Innerschweiz in ein Alpenvorland und in ein Voralpengebiet ein. Ein West-Ost-Gradient kommt in beiden Grobregionen zum Vorschein. Die oft diskutierte floristische Grenze zwischen West- und Ostalpen (z. B. Christ 1879, Meusel et al. 1965, Ozenda 1985, Theurillat 1993), die je nach Autor in Linienform im Norden zwischen Vierwaldstättersee und Isar-Loisach und im Süden zwischen Langen- und Gardasee gezogen wird, zeichnete sich bei der Feingliederung in keiner ähnlichen Weise ab. Wesentliche Grundlagen zu einer solchen Grenzziehung sind Gebirgspflanzen oberhalb der Waldgrenze: die alpine Region also, die in der vorliegenden Studie nicht analysiert wurde. Es soll trotzdem darauf hingewiesen werden, daß nach der Feingliederung 1947-co der Korridor mit den Regionen 19 und 29, also den zentralen Voralpen und oberen Tallagen des Gotthardmassivs, einen möglichen Grenzbereich darstellt, in dem besonders zahlreiche östliche Arten an ihre Westgrenze gelangen. In diesen Grenzbereich fällt die Grenzlinie von Theurillat et al. (1993).

Becherer (1972) unterscheidet in den Nordalpen zehn floristische Regionen, wobei die alpine Flora miteinbezogen ist. Seine Einteilung ohne genaue Grenzziehung erfolgte nach geographischen und gutachtlichen Kriterien; die Regionen lassen sich aber recht gut in diejenigen der vorliegenden Analyse überführen. Trotzdem sind unsere Nordalpen-Regionen 14 bis 19 in ihrer Abgrenzung recht vage. Dies drückt sich statistisch in der niedrigen Trennkraft der Arten der einzelnen Verzweigungen (Abb. 3: Nrn. 9, 14, 19, 23 und 28; Anhang) aus. Dementsprechend ist eine floristische Einheitlichkeit, wie sie in Abb. 4d dargestellt ist, mindestens teilweise vorgetäuscht. Die Feingliederung anderer Datensätze führte zu recht unterschiedlichen Regionalisierungen mit teilweise unzusammenhängenden Gebieten.

Südalpen

Floristisch wird klar zwischen Sopra- und Sottoceneri unterschieden. Die Veränderung der Zusammensetzung der Flora im Sottoceneri kommt in der Feingliederung in der frühen Abtrennung vom Sopraceneri mit teilweise stark trennenden Trennarten zum Ausdruck (Verzweigung 12). Mit sinkenden Gipfelhöhen vom Norden gegen den Süden hin nimmt auch der Anteil an Gebirgspflanzen ab. Von der Poebene her stoßen in umgekehrter Richtung viele südliche Pflanzen bis vor den Monte Ceneri vor. Schließlich sind im geologisch vielfältigen Sottoceneri viele Kalkarten verbreitet, die im vorwiegend kristallinen Sopraceneri fehlen. Die floristische Grenze zwischen Süd- und Zentralalpen verläuft südlicher als in den meisten bisherigen biogeographischen Gliederungen angenommen. Die hohen Tessiner Tallagen (Region 30) unterscheiden sich floristisch stark von den umgebenden zentralalpinen Regionen, was sich darin zeigt, daß diese Gebiete recht früh (Verzweigung 17) mit zum Teil sehr starken Trennarten abgetrennt werden.

Der Region gehören das Bergell wie auch das Puschlav an. Die Simplon-Südseite, die in vielen traditionellen Regionalisierungen zum Tessin gezählt wird, ist den Zentralalpen zugeordnet. Der Hauptanteil der Arten dieser Kartierfläche ist im subalpinen Bereich der Walliser Alpen verbreitet. Sie zeigt deshalb, trotz des Vorkommens insubrischer Pflanzenarten, eine geringere Ähnlichkeit zu den Tessiner Flächen mit vergleichbarer Höhenerstreckung.

Zentralalpen

Im Wallis werden vier Regionen gebildet, die am besten durch die unterschiedlichen Anteile der Arten an den ökologischen Gruppen charakterisiert werden können. Im klimatisch trockensten Gebiet, dem westlichen Haupttal (Region 23) ist der Anteil an Magerwiesen- und Unkraut- oder Ruderalpflanzen am größten, zugleich auch der Anteil an Gebirgspflanzen am kleinsten. Die Drance-Täler (Region 24) unterscheiden sich von den mittleren Tallagen und den östlichen Teilen (Region 22) in einer größeren Anzahl an Waldpflanzen. Klimatisch sind die Drance-Täler feuchter. In den oberen Tallagen (Region 28) ist der Anteil der Gebirgspflanzen deutlich höher als in den drei anderen Regionen. Die Bildung der letztgenannten Region läßt sich durch die Definition der in ihr enthaltenen Kartierflächen erklären. In den langen Seitentälern des Wallis wurden zwei- oder gar drei Kartierflächen unterschieden. Dabei liegen in den hintersten Talabschnitten die unteren Höhenbegrenzungen nie unter 800 m ü. M. Das Artenspektrum ist damit bereits auf Grund der Höhenlage zu den Gebirgsarten hin verschoben.

Markant sind die Regionalisierungen in der Gegend des Gotthardmassivs (Regionen 29 und 30). Der floristische Charakter drückt sich in der recht frühen Abtrennung von den anderen Regionen aus. Die oberen Tallagen der Bündner Nordtäler haben mit dem Engadin mehr floristische Ähnlichkeit als mit dem restlichen Graubünden.

4.6. Die Auswahl der Daten

Form und Höhenerstreckung der Kartierflächen

Bei der Ausscheidung der Kartierflächen für die floristische Inventarisierung der Schweiz wurde bereits eine naturräumliche Gliederung vorgenommen, indem die meisten Grenzen topographisch definiert worden sind. Da eine optimale Flächengröße von 60 bis 100 km^2 angestrebt wurde (Welten & Sutter 1982), war es in einigen Fällen unvermeidlich, daß zwei üblicherweise unterschiedene Naturräume in eine einzige Kartierfläche zu liegen kamen (z. B. im Grenzgebiet Jura – Mittelland). Diese Vermischung drückt sich im Vergleich mit homogenen Flächen in einer erhöhten Artenzahl aus.

Ein weiterer für die biogeographische Gliederung kritischer Punkt ist die fehlende Differenzierung nach Höhenstufen innerhalb der Kartierflächen. Dies verhindert eine feinere biogeographische Gliederung, besonders in den Kartierflächen der Alpen, in Talboden und Talflanken, wie dies in faunistischen Ansätzen überzeugend getan wurde (z. B. Sauter 1975).

Die z. T. beträchtliche Höhenausdehnung innerhalb der Kartierflächen von tiefen Lagen bis zur Waldgrenze führte in den Alpen- und Jura-Kartierflächen zu einer Bereicherung mit Alpenpflanzen. Beim Vergleich von Mittelland- und Alpenflächen fallen diese Arten stark ins Gewicht. Ein floristisches Hauptmerkmal der Jura- und Alpenregionen ist aber gerade die Durchmischung von Tieflandpflanzen mit Gebirgspflanzen.

Die Definition der Kartierflächen wie eben beschrieben hat eine Limitierung der biogeographischen Auflösung zur Folge. Die gefundenen Gliederungen bewegen sich

immer innerhalb vorgegebener Grenzen; sie sind nur im regionalen Maßstab, und auch dort nur beschränkt anwendbar. Unbeeinflußt von dieser Problematik sind die größeren pflanzengeographischen Unterschiede.

Ähnlichkeits- und Gruppierungsanalyse der Kartierflächen

Der Vergleich zwischen dem Jaccard-Koeffizienten und der Korrelation transformierter Kartierflächen zeigt, daß bereits auf dem Niveau von fünf Regionen unterschiedliche Lösungen entstehen. Der Hauptunterschied zwischen den zwei Methoden besteht darin, daß in den mit den Jaccard-Koeffizienten berechneten Regionalisierungen das Spezielle, also zerstreut verbreitete und damit in der Regel seltene Arten, entsprechend der Formel stärker hervorgehoben wird. Dies führt dazu, daß in der Gliederung 1947-ja die Nordost-Schweiz dem Juragebiet zugeordnet wird, oder daß das gesamte Bündnerland zu den Zentralalpen gerechnet wird. Demgegenüber werden in Gliederungen mit Transformation und Korrelation spezielle Arten schwächer gewichtet, was in der Gliederung 1947-co zur Folge hat, daß das Unterwallis und die niederen Lagen des Bündnerlandes zu den Nordalpen gestellt werden. In Übereinstimmung mit Haeupler (1974) und aus der visuellen Überprüfung aller Feingliederungen werden die oberen Häufigkeitsklassen (in unserem Falle die weitverbreiteten Arten) als geeignet erachtet, ein Gebiet zu gliedern. Die Korrelation eignet sich besser zur Bildung zusammenhängender floristischer Regionen. Damit wird auch die biogeographische Interpretation erleichtert. Pflanzengeographisch kann dies folgendermaßen begründet werden: Seltene Arten tragen viel zum speziellen Charakter einer Region bei. Ihre Verbreitungsmuster über größere Gebiete hinweg sind aber oft sehr unregelmäßig, entsprechend ihrer unterschiedlichen Besiedlungsgeschichte. So sind z. B. die Fundorte vieler konkurrenzschwacher Reliktarten im Mittelland auf Pionierstandorte beschränkt, die seit dem Gletscherrückzug erhalten geblieben sind (vgl. Bresinsky 1965). Ob eine Reliktart an allen oder nur an einzelnen potentiellen Stellen vorkommt, ist letzlich aber zufällig. Im Gegensatz dazu repräsentieren weitverbreitete und damit meist häufige oder konkurrenzstarke Arten zonale Verhältnisse, also klimatische oder edaphische Faktoren, die in allen Regionen wirken. Verbreitungsgrenzen solcher Arten drücken zonale Übergänge aus. In statistischen Gliederungsansätzen erhalten die nach ihrer Verbreitung schwierig zu gruppierenden seltenen Arten schwächeres Gewicht als häufige Arten.

Nach vorabklärenden Analysen wurden zwei alternative agglomerative Gruppierungsverfahren, die ‚single linkage analysis' (SLA) und die ‚complete linkage analysis' (CLA) von der weiteren Analyse ausgeschlossen. Während die SLA zu pflanzengeographisch sinnlosen Gruppierungen führte (in der Regel Bildung von einer ganz großen Gruppe mit zahlreichen und weiteren Gruppen bestehend aus einzelnen Kartierflächen) erwies sich die CLA in mancher Hinsicht als mit der Minimumvarianz-Analyse (MVA) vergleichbar. Auf den Einbezug der CLA in die weitere Analyse wurde deshalb verzichtet, weil bei Anwendung dieser Methode der Datensatz verstärkt in große und kleine Gruppen unterteilt würde (vgl. Wildi 1986). Auf den Verbreitungskarten kam dies dadurch zum Ausdruck, daß beispielsweise das Mittelland auf der Ebene von 30 Regionen öfters als kompakte Region erhalten blieb, während das Tessin in sechs Regionen getrennt wurde.

Die MVA wird von vielen Autoren für vegetationskundliche und pflanzengeographische Analysen angewendet und empfohlen (Orlóci 1967, Wishart 1969, Birks 1976, Feoli-Chiapella & Feoli 1977).

Artenauswahl und Größe der Datensätze

Die vorliegenden Analysen zeigen, daß die Regionenbildung auch durch die Artenanzahl der Datensätze stark beeinflußt wird. Der Trend zur Bildung unzusammenhängender Regionen ist bei Datensätzen mit wenigen Arten größer als bei artenreichen. Bei der Gliederung in fünf floristische Regionen ist dieser Trend kaum sichtbar, bei steigender Gruppenzahl kommt er aber deutlicher zum Vorschein. Die Feingliederungen der Datensätze ek72 mit 355 und holz mit 129 Arten ergeben zum Teil Regionen mit stark disjunkten Teilgebieten in fast allen Landesteilen. Biogeographische Gliederungen auf der Basis einer Auswahl von Arten tendieren dazu, einzelne Regionen aufgrund der Verbreitung typischer Arten hervorzuheben und Regionen, die bezüglich der gewählten Artengruppen „unattraktive Gebiete" enthalten, zu vereinheitlichen (Hagmeier & Stults 1964, Sauter 1975, Birks 1976). Dieser Trend verringert sich mit steigender Artenanzahl. Die Artenliste von Schmid (1961) mit über 700 Arten war für den Zweck gedacht, historisch-floristische Zusammenhänge in der Vegetation zu erkennen. Viele seiner Arten sind ausgewählte Reliktpflanzen, welche die verschiedenen Einwanderungs- und Rückzugsstadien in der klimatisch abwechslungsreichen Zeit nach der letzten Vergletscherung belegen, jedoch oft nur eine örtlich sehr begrenzte biogeographische Bedeutung haben. Trotzdem sind die Feingliederungen dieses Datensatzes recht ähnlich zur dargestellten Feingliederung 1947-co, da in der Artenliste auch viele weitverbreitete Arten enthalten sind.

Die Feingliederungen des Datensatzes gatt ergeben besonders im Mittelland und in den Nordalpen stark abweichende Regionalisierungen. Mit zunehmender Gruppenzahl werden die Regionen unzusammenhängender. Sehr ähnliche Regionen werden dagegen im Jura, in den Zentral- und in den Südalpen gefunden. Gattungen eignen sich demnach im untersuchten Gebiet nur beschränkt für eine biogeographische Differenzierung.

Die floristischen Regionen der Feingliederungen des Datensatzes 2280 sind denjenigen von 1947-co zum Teil sehr ähnlich. Im Jura, im westlichen Mittelland, in den Zentral- und in den Südalpen sind die Grenzzüge praktisch kongruent. Im östlichen Mittelland und in den Nordalpen dagegen gibt es größere Unterschiede, wobei der Trend zur Bildung disjunkter Gruppen gegenüber der dargestellten Gliederung 1947-co wieder zunimmt.

In den diskutierten Feingliederungen zeigt sich deutlich die Gefahr eines zufälligen Ergebnisses bei einem statistischen Verfahren, wenn der Stichprobenumfang ungenügend groß ist oder die Stichprobe einseitig stratifiziert wurde.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden bisherige biogeographische Regionalisierungen für das Gebiet der Schweiz mit statistisch berechneten Regionalisierungen auf der Basis floristischer Verbreitungsdaten vergleichen. Zu diesem Zweck wurden sechs floristische Datensätze mit maximal 2280 Arten mit einem Gruppierungsverfahren (Minimalvarianz-Analyse) gegliedert, wobei die zwei Ähnlichkeitsmaße Korrelationskoeffizient zwischen transformierten Aufnahmeflächen und Jaccard-Koeffizient, verwendet wurden.

Als Methode zur Berechnung der Übereinstimmung der floristischen Gliederungen untereinander und mit bisherigen Regionalisierungen wurde die Kappa-Statistik gewählt. In den fünf Hauptregionen ‚Jura', ‚Mittelland', ‚Nordalpen', ‚Südalpen' und ‚Zentralalpen' stimmt die Überlagerung der floristischen Gliederungen grob mit den Regionalisierungen aus der Literatur überein, es bestehen jedoch z. T. deutliche Unterschiede in der Grenzziehung.

Bei höherem Detaillierungsgrad einer Gliederung kommen Unterschiede zwischen verschiedenen Methoden deutlich zum Vorschein. Durch die Berücksichtigung möglichst vieler Arten wird eine starke Gewichtung und Bevorzugung von speziellen Arten (z. B. seltenes oder regional beschränktes Vorkommen) vermieden. Auf diese Weise gegliederte Gebiete sind deshalb besonders durch das Vorkommen weitverbreiteter Arten gekennzeichnet. Die durchgeführten Analysen zeigen, daß sich der Korrelationskoeffizient als Ähnlichkeitsmaß für pflanzengeographische Untersuchungen sehr gut eignet.

Die Feingliederung eines ausgewählten Datensatzes in 11, 19 und 30 floristische Regionen wird bezüglich Trennarten, Artenzusammensetzung, Artenvielfalt und Ökologie diskutiert.

Ich möchte Edgar Kaufmann für die Beratung in statistischen Fragen, Irene Bisang, Otto Hegg, Walter Keller und Martin Schütz für Kommentare zum Manuskript herzlich danken. Die vorliegende Untersuchung wurde vom Schweizerischen Nationalfonds finanziell unterstützt (Nr. 31-39685.93).

Literatur

Beaumont J. 1968. Zoogéographie des insectes de la Suisse. Bull. soc. entomologique suisse 61: 323–329.

Becherer A. 1972. Führer durch die Flora der Schweiz. Schwabe & Co., Basel und Stuttgart. 207 S.

Birks H. J. B. 1976. The distribution of european pteridophytes: a numerical analysis. New Phytol. 77: 257–287.

Brockmann-Jerosch H. 1925–1929. Vegetation der Schweiz. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 12. 499 S.

Bresinsky A. 1965. Zur Kenntnis des circumalpinen Florenelements im Vorland nördlich der Alpen. Ber. Bayer. Bot. Ges. 38: 5–67.

Brzeziecki B., Kienast F. & Wildi O. 1993. A simulated map of the potential natural forest vegetation of Switzerland. J. Veg. Sci. 4: 499–508.

Christ H. 1879. Das Pflanzenleben der Schweiz. Zürich. XIV + 488 S.

Dufour C. 1984. Les Tipulidae de Suisse (Diptera, Nematocera). Essai d'une méthodologie faunistique. Thèse de doctorat, Univ. Neuchâtel. 149 S.

Feoli-Chiapella L. & Feoli E. 1977. A numerical phytosociological study of the summits of the Majella massive (Italy). Vegetatio 34: 21–39.

Galland P., Gonseth Y. & Theurillat J.-P. 1990. Typologie der Lebensräume der Schweiz. Schweizerischer Bund für Naturschutz, Basel/Schweiz. Zentrum für die kartographische Erfassung der Fauna, Neuenburg. 25 S.

Gutersohn H. 1973. Naturräumliche Gliederung. In: Schweizerische Landestopographie (ed.). Atlas der Schweiz, Blatt 78. Wabern-Bern.

Haeupler H. 1974. Statistische Auswertung von Punktrasterkarten der Gefäßpflanzenflora Süd-Niedersachsens. Scripta Geobotanica 8. 141 S.

Hagmeier E. M. & Stults C. D. 1964. A numerical analysis of the distributional patterns of North American mammals. Systematic Zoology 13: 125–155.

Hegg O., Béguin C. & Zoller H. 1993. Atlas schutzwürdiger Vegetationstypen der Schweiz. Bundesamt für Wald, Umwelt und Landschaft (BUWAL), Bern. 160 S.

Jaccard P. 1901. Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 37: 547–579.

Jancey R. C. 1979. Species ordering on a variance criterion. Vegetatio 39: 59–63.

Kuoch R. & Amiet R. 1970. Die Verjüngung im Bereich der oberen Waldgrenze der Alpen. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes. 46: 159–328.

Landolt E. 1991. Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz, mit gesamtschweizerischen und regionalen roten Listen. Eidgenöss. Drucksachen- und Materialzentrale (EDMZ), Bern. 185 S.

McLaughlin S. P. 1986. Floristic analysis of the northwestern United States. Great Bassin Naturalist 46: 46–65.
Meusel H., Jäger E. & Weinert E. 1965. Vergleichende Chorologie der zentraleurpäischen Flora. Jena. Textbd. 583 S., Kartenbd. 258 S.
Nägeli O. 1905. Über westliche Florentlemente in der Nordschweiz. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 15: 14–25.
Orlóci L. 1967. An agglomerative method for classification of plant communities. J. Ecol. 55: 193–205.
Ott E. 1972. Erhebungen über den gegenwärtigen Zustand des Schweizer Waldes als Grundlage waldbaulicher Zielsetzungen. Mitt. Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes. 48: 3–193.
Ozenda P. 1985. La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen. Masson, Paris. 334 p.
Probst R. 1911. Die Felsenheide von Pieterlen. Mitt. Naturf. Ges. Solothurn 4: 155–189.
Quervain F. de, Hofmänner F., Jenny V., Köppel V. & Frey D. 1963–1967. Geotechnische Karte der Schweiz 1: 200 000, 4 Bl. Kümmerly & Frey, Bern.
Sansonnes B. 1996. Approche biogeographique. In: Gonseth Y. & Mulhauser G. (eds.). Bioindication et surfaces de compesation écologique. S. 20–36. Bundesamt für Wald, Umwelt und Landschaft (BUWAL), Bern.
Sauter W. 1968. Zur Zoogeographie der Schweiz am Beispiel der Lepidopteren. Bull. Soc. Entomologique Suisse 61: 330–336.
Sauter W. 1975. Zoogeographie. In: Schweizerische Landestopographie (ed.). Atlas der Schweiz, Blatt 18. Wabern-Bern.
Schmid E. 1961. Erläuterungen zur Vegetationskarte der Schweiz. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 39. 52 S.
Siegel S. & Castellan N. J. 1988. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. 2. Aufl. McGraw-Hill Book Company, New York. 399 p.
Speich A. & Brassel P. 1980. Strukturelle Merkmale der öffentlichen Forstbetriebe der Schweiz. Ber. Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes. 210. 200 S.
Theurillat J.-P., Aeschimann D., Küpfer P. & Spichiger R. 1993. Habitats et régions naturelles des Alpes. Colloques Phytosociologiques 22: 15–30.
Wagner G. 1995. Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Nachträge und Ergänzungen. Zweite Folge 1994. Zentralstelle der floristischen Kartierung der Schweiz, Bern. 156 S.
Welten M. & Sutter R. 1982. Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Birkhäuser, Basel. Bd. 1: 716 S.; Bd. 2: 698 S.
Welten M. & Sutter R. 1984. Erste Nachträge und Ergänzungen zu ‚Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Zentralstelle der floristischen Kartierung der Schweiz, Bern. 48 S.
Wildi O. 1986. Analyse vegetationskundlicher Daten. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel, 90: 226 S.
Wildi O. 1989. A new numerical solution to traditional phytosociological tabular classification. Vegetatio 81: 95–106.
Wildi O. & Orlóci L. 1996. Numerical exploration of community patterns. 2. Aufl. SPB Academic Publishing, The Hague. 171 S.
Wishart D. 1969. An algorithm for hierarchical classifications. Biometrics 22: 165–170.
Wohlgemuth T. 1993. Der Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz (Welten und Sutter 1982) auf EDV. Die Artenzahlen und ihre Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren. Bot. Helv. 103: 55–71.
Wohlgemuth T. in Vorb. Modelling floristic species richness on the regional scale: A case study in Switzerland. Biodiversity Conservation.

Anhang

In der folgenden Liste sind die 20 am stärksten trennenden Arten (Janceys Rangierung der F-Werte, vgl. Kap. 3.3) zwischen den floristischen Regionen der Feingliederung 1947-co angegeben. Baum- und Straucharten sind mit fetter Schrift hervorgehoben. Die Arten sind in aufsteigender Rangfolge angeordnet. Um den Nachvollzug der Rangierung zu gewährleisten, wurden die Rangzahlen teilweise in Klammern angegeben. Arten mit höheren Rängen sind ausnahmsweise notiert, wenn keine erstrangierten Trennarten für eine floristische Region gefunden wurden. Bei jeder Verzweigung wird die Trennkraft der erwähnten Arten anhand von F-Werten erläutert. Hohe Werte bedeuten, daß das Teilareal der Trennart besonders stark zwischen zwei floristischen Regionen trennt, niedrige Werte bedeuten, daß die betreffende Trennart wenig zur Trennung beiträgt. Ebenfalls wird erwähnt, zu welchen ökologischen Artengruppen (nach Landolt 1991) die betreffenden Arten gehören.

Verzweigung 1: 1–9 ↔ 10–30
Die unterstrichenen Arten haben ein kleines und deshalb in der Analyse schwach gewichtetes Verbreitungsgebiet im Jura. Gebirgspflanzen haben klar die größte Trennkraft (F-Werte zwischen 540 und 1633).

Alpen: *Rhododendron ferrugineum*, *Viola biflora*, *Campanula barbata*, *Phleum alpinum*, *Soldanella alpina*, *Arnica montana*, *Rumex alpinus*, *Campanula scheuchzeri*, *Crepis aurea*, *Phyteuma betonicifolium*, *Peucedanum ostruthium*, *Homogyne alpina*, *Potentilla aurea*, *Carex ferruginea*, ***Alnus viridis***, *Bartsia alpina*, *Trifolium badium*, *Pseudorchis albida*.

Jura und Mittelland: *Pulmonaria obscura* (35), *Euphorbia exigua* (45).

Verzweigung 2: 10–19 ↔ 20–30
Die Trennkraft ist verglichen mit der Verzweigung 1 geringer (F-Werte zwischen 152 und 530). Gebirgs- und Waldpflanzen trennen am besten.

Nordalpen: *Hordelymus europaeus*, *Lamiastrum montanum*, *Mercurialis perennis*, *Centaurea montana*, *Lysimachia nemorum*, *Potentilla sterilis*, *Sambucus ebulus*, *Primula auricula*, *Primula hirsuta*, *Sanicula europaea*, *Cirsium oleraceum*, *Cardamine pratensis*, *Potentilla argentea*.

Zentral- und Südalpen: *Laserpitium halleri* (3), *Silene rupestris* (7), *Pedicularis tuberosa* (8), *Dianthus carthusianorum* (10), *Saxifraga aspera* (11), *Trifolium pratense* subsp. *nivale* (15), *Poa chaixii* (17).

Verzweigung 3: 1–3 ↔ 4–9
Besonders Gebirgspflanzen und auch Waldpflanzen trennen zwischen Jura und Mittelland am besten (F-Werte zwischen 139 und 605)

Jura: ***Rhamnus alpinus***, *Coronilla vaginalis*, *Gentiana lutea*, *Cirsium eriophorum*, *Moehringia muscosa*, *Valeriana montana*, *Arabis turrita*, *Adenostyles alliariae*, *Draba aizoides*, *Thesium alpinum*, *Kernera saxatilis*, *Crepis mollis*, *Carlina acaulis*, *Bupleurum falcatum*, *Seseli libanotis*, *Hieracium humile*, *Athamanta cretensis*, *Dentaria heptaphylla*, *Arabis alpina*, *Hieracium amplexicaule*.

Mittelland: *Equisetum hiemale* (46).

Verzweigung 4: 20, 21 ↔ 20–30
Unter den besten Trennarten sind Gebirgs-, Wald-, Sumpf- und Magerwiesenpflanzen vertreten. Die F-Werte liegen zwischen 142 und 413.

Tessin: *Polystichum setiferum*, *Stellaria nemorum* subsp. *glochidisperma*, *Festuca paniculata*, *Chrysopogon gryllus*, *Serratula tinctoria*, *Sedum cepaea*, *Dianthus seguieri*, *Orchis tridentata*, *Knautia drymeia*, *Foeniculum vulgare*, *Orobanche rapum-genistae*, *Cruciata glabra*.

Zentralalpen: *Bartsia alpina* (2), *Polygonum viviparum* (5), *Trifolium badium* (6), *Primula farinosa* (7), *Linaria alpina* (8), *Dactylorhiza majalis* (13), *Gentiana verna* (18), ***Arctostaphylos uva-ursi*** (20).

Verzweigung 5: 22–24 ↔ 25–30
Die besten Trennarten sind Magerwiesen-, Unkraut- oder Ruderal- und Pionierpflanzen niederer Lagen. Die F-Werte liegen zwischen 119 und 425.

Wallis: *Asparagus officinalis*, *Pulsatilla montana*, *Centaurea vallesiaca*, *Euphorbia seguieriana*, *Linum tenuifolium*, *Hornungia petraea*, *Asperula aristata*, *Chondrilla juncea*, *Ononis natrix*, *Tragopogon dubius*, *Lactuca serriola*, *Ajuga chamaepitys*, *Saxifraga tridactylites*, *Holosteum umbellatum*, *Koeleria vallesiana*, *Stipa capillata*, ***Prunus armeniaca***, *Poa perconcinna*, *Lactuca viminea*, *Minuartia fastigiata*.

Restliche Zentralalpen: Keine Trennarten.

Verzweigung 6: 10–13 ↔ 14–19
Allgemein ist die Trennkraft im Vergleich zu den vorherigen Verzweigungen vermindert (F-Wert zwischen 70 und 203). Als beste Trennarten erweisen sich Magerwiesen-, Unkraut- oder Ruderal- und Pionierpflanzen.

Unterwallis (Chablais) und tiefere Lagen des Bündnerlandes, St. Galler Rhein- und Seeztal: *Potentilla pusilla*, *Ballota nigra* subsp. *foetida*, *Artemisia absinthium*, *Selaginella helvetica*, *Artemisia campestris*, *Vicia incana*, *Chenopodium hybridum*, *Chenopodium rubrum*, *Bothriochloa ischaemum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Odontites luteus*, *Phleum phleoides*, ***Hippophae rhamnoides***, *Calamintha nepetoides*, *Fallopia dumetorum*, *Setaria verticillata*, *Orchis coriophora*, *Peucedanum verticillare*, *Medicago falcata*, *Aster amellus*.

Restliche Nordalpen: *Centaurea montana* (33).

Verzweigung 7: 25–27 ↔ 28–30
Ein Großteil der Trennarten sind Gebirgspflanzen. Die F-Werte variieren zwischen 43 und 369. Den mit Abstand größten F-Wert hat *Clematis alpina*. Ab Rang 5 ist die Trennkraft der einzelnen Arten schwach.

Engadin und obere Tallagen der Bündner Nordtäler: ***Clematis alpina*** (1), *Avenula pratensis* (2), *Polemonium coeruleum* (3), *Crepis alpestris* (5), ***Salix waldsteiniana*** (6), *Potentilla caulescens* (7), ***Erica herbaceae*** (8), *Leontodon incanus* (9), *Cerastium fontanum* (10), *Festuca pulchella* (11), *Helianthemum alpestre* (12), *Dianthus superbus* (15), *Dactylorhiza cruenta* (16), *Senecio nemorensis* (17), *Galium boreale* (18), *Asperula cynanchica* (20).

Obere Tallagen des Wallis, Tessins und Gotthardmassivs, Bergell und Puschlav: *Saxifraga cuneifolia* (4), *Festuca varia* (13), *Dactylorhiza sambucina* (14), *Astrantia minor* (19).

Verzweigung 8: 4, 5 ↔ 6–9
Die besten Trennarten sind Magerwiesen- und Waldpflanzen. Ihre niedrigen F-Werte betragen zwischen 43 und 103.

Genferseegebiet, Aargauer Jura und Nordost-Schweiz: *Buglossoides puurpurocaerulea*, *Petrorhagia prolifera*, *Linum tenuifolium*, *Chaerophyllum temulum*, ***Genista germanica***, *Melittis melissophyllum*, *Globularia punctata*, ***Quercus pubescens***, *Anacamptis pyramidalis*, *Koeleria macrantha*, *Galium rotundifolium*, *Centaurea scabiosa* subsp. *tenuifolia*, *Euphorbia verrucosa*, *Arabis turrita*, *Bothriochloa ischaemum*, *Lathyrus niger*, *Pulsatilla vulgaris*, *Ophrys sphecodes*, *Anagallis foemina*.

Mittelland: *Polygonum bistorta* (18).

Verzweigung 9: 14–16 ↔ 17–19
Die Abtrennung der Voralpen vom Alpenvorland geschieht hauptsächlich auf Grund von Gebirgspflanzen. Die niedrigen F-Werte liegen zwischen 31 und 80.

Alpenvorland: *Athamanta cretensis* (5), ***Salix alba*** (25).

Voralpen: ***Salix hastata***, *Androsace chamaejasme*, ***Sorbus chamaemespilus***, *Arenaria multicaulis*, *Bupleurum ranunculoides*, ***Rhamnus pumilus***, *Phleum hirsutum*, *Acinos alpinus*, *Anthericum ramosum*, *Pulsatilla alpina*, *Peucedanum ostruthium*, *Globularia nudicaulis*, *Hieracium humile*, *Centaurea scabiosa* subsp. *alpestris*, *Rumex scutatus*, *Dianthus sylvestris*, *Ligusticum mutellina*, *Oxytropis jacquinii*.

Verzweigung 10: 6, 7 ↔ 8, 9
Besonders Wald- und Sumpfpflanzen trennen das östliche Mittelland vom westlichen. Die F-Werte reichen von 31 bis 82.

Östliches Mittelland: *Gentiana asclepiadea, Dactylorhiza traunsteineri, Gymnadenia odoratissima, Tofieldia calyculata, Asarum europaeum, Buphthalmum salicifolium,* ***Polygala chamaebuxus****, Bromus ramosus,* ***Lonicera alpigena****, Serratula tinctoria, Lilium martagon, Iris sibirica, Viola alba, Blackstonia perfoliata,* ***Taxus baccata****, Melilotus altissima, Inula salicina, Orchis ustulata, Aster bellidiastrum.*

Westliches Mittelland: *Helleborus foetidus* (18).

Verzweigung 11: 1 ↔ 2, 3
Im Jura wird eine westliche Region auf Grund von Gebirgs-, Wald- und Sumpfpflanzen von einer östlichen unterschieden, wobei die F-Werte zwischen 37 und 130 liegen.

Ost-Jura: *Zea mays* (16), ***Daphne laureola*** (17).

West-Jura: *Luzula luzulina, Gentianella campestris, Scabiosa lucida, Sanguisorba officinalis, Astrantia major, Saxifraga rotundifolia, Thalictrum aquilegiifolium, Pinguicula vulgaris, Carex nigra, Polygala alpestris, Epilobium alpestre, Galium rotundifolium, Potentilla crantzii, Homogyne alpina, Crepis pyrenaica, Gnaphalium silvaticum, Cicerbita alpina, Potentilla aurea.*

Verzweigung 12: 20 ↔ 21
Gebirgs- und Waldpflanzen bilden den größten Teil der Trennarten; daneben sind Sumpf- und Magerwiesenpflanzen ebenfalls an der Trennung beteiligt. Während die ersten acht Trennarten sehr hohe F-Werte haben (3771 bis 6445), reichen diejenigen der restlichen Arten von 38 bis 91.

Sottoceneri: *Dentaria bulbifera* (1), *Coronilla varia* (9), *Phyllitis scolopendrium* (10), *Bromus benekenii* (14), *Laserpitium siler* (15), *Teucrium montanum* (16), *Helleborus viridis* (17), *Buphthalmum salicifolium* (18), *Catapodium rigidum* (19).

Sopraceneri: *Pedicularis tuberosa* (2), *Alchemilla alpina* s.l. (3), *Saxifraga stellaris* (4), *Drosera rotundifolia* (5), *Cardamine resedifolia* (6), *Stellaria nemorum* (7), *Cryptogramma crispa* (8), *Carex leporina* (11), *Primula hirsuta* (12), *Huperzia selago* (13), ***Vaccinium uliginosum*** **s.l.** (20).

Verzweigung 13: 28 ↔ 29, 30
Die besten Trennarten sind Wald- und Gebirgspflanzen, in geringerem Maß noch Magerwiesen- und Unkraut- oder Ruderalpflanzen. Die Trennkraft ist mit F-Werten zwischen 29 und 78 gering.

Wallis, obere Tallagen: *Bunium bulbocastanum,* ***Salix glaucosericea****, Centaurea cyanus, Descurainia sophia, Hieracium peletieranum, Saxifraga moschata, Asperugo procumbens, Lactuca perennis, Sclerantus perennis, Festuca valesiaca, Alyssum alyssoides, Senecio incanus, Hieracium hoppeanum, Colchicum alpinum.*

Obere Tallagen des Gotthardmassivs, Tessins, Bergell und Puschlav: ***Frangula alnus*** (4), *Pteridium aquilinum* (7), *Aruncus dioecus* (8), *Luzula pilosa* (9), *Impatiens noli-tangere* (11), *Molinia arundinacea* (15).

Verzweigung 14: 17 ↔ 18, 19
Ähnlich niedrig wie bei der Verzweigung 13 sind die F-Werte mit 30 bis 80. Ein Großteil der Trennarten sind Waldpflanzen.

Nordwestliche Voralpen (VD, FR, BE): *Aposeris foetida* (1), *Cirsium eriophorum* (2), *Geranium phaeum* subsp. *lividum* (3), *Asperugo procumbens* (7), *Myrrhis odorata* (9), *Pedicularis ascendens* (13).

Nordöstliche und zentrale Voralpen: *Buphthalmum salicifolium, Dryopteris pseudomas,* ***Ilex aquifolium****, Carex pendula, Lilium bulbiferum* subsp. *croceum, Asperula taurina,* ***Euonymus latifolia****,* ***Taxus baccata****, Polygonatum multiflorum, Carex remota, Sisymbrium officinale, Allium ursinum, Mentha arvensis, Pteridium aquilinum.*

Verzweigung 15: 10 ↔ 11–13
Das Unterwallis wird auf Grund von Wald-, Magerwiesen- und Gebirgspflanzen von den tiefen Lagen des Bündnerlandes abgetrennt. Die F-Werte der ersten 13 Arten sind extrem hoch (811 bis 47813) während diejenigen der restlichen Arten zwischen 89 und 153 liegen.

Unterwallis (Chablais): *Melica uniflora, Cicerbita plumieri, Scabiosa gramuntia, Peucedanum austriacum, Bupleurum falcatum,* ***Rhamnus alpinus, Acer opalus,*** *Chamaespartium sagittale,* ***Laburnum alpinum,*** *Dentaria heptaphylla, Helleborus foetidus, Myrrhis odorata, Pulmonaria officinalis, Bryonia dioica, Aceras anthropophorum,* ***Ulmus minor,*** *Kickxia spuria,* ***Ruscus aculeatus.***
Tiefe Tallagen des Bündnerlandes, St. Galler Rhein- und Seeztal: *Crepis alpestris* (12), *Ranunculus acris* (13).

Verzweigung 16: 11 ↔ 12, 13
Zu etwa gleichen Teilen trennen Wald-, Gebirgs- und Sumpfpflanzen zwischen St. Galler Rhein- und Seeztal und der flußaufwärts liegenden Region. Die F-Werte reichen von 38 bis 92.

St. Galler Rhein- und Seeztal: *Silene pusilla, Poa palustris, Allium victorialis,* ***Euonymus latifolia,*** *Bupleurum ranunculoides,* ***Ilex aquifolium,*** *Vicia tetrasperma, Taraxacum schroeterianum,* ***Castanea sativa,*** *Arum maculatum, Euphorbia exigua, Agrostis schleicheri, Juncus acutiflorus, Silene gallica, Gentiana aspera, Rumex sanguineus, Gentiana pneumonanthe, Lotus uliginosus, Teucrium scorodonia, Geranium palustre.*
Tiefe Tallagen des Bündnerlandes: Keine Trennarten.

Verzweigung 17: 29 ↔ 30
Die oberen Tallagen des Tessins unterscheiden sich besonders durch Magerwiesen- und Waldpflanzen, die den oberen Tallagen des Gotthardmassivs fehlen. Dabei trennen die ersten fünf Arten mit F-Werten von je 2274 sehr gut. Die restlichen F-Werte liegen zwischen 39 und 84.

Obere Tallagen des Gotthardmassivs: *Lamiastrum montanum* (9).
Obere Tallagen des Tessins: *Centaurea nigrescens* subsp. *transalpina, Artemisia campestris, Lamiastrum flavidum, Peucedanum oreoselinum, Saponaria officinalis, Lathyrus linifolius, Saponaria ocymoides, Galium lucidum, Galium rubrum, Epilobium dodonaei,* ***Genista germanica,*** *Anthyllis cherleri, Sedum montanum, Teucrium chamaedrys, Lysimachia vulgaris, Laserpitium krapfii* subsp. *gaudinii, Jasione montana,* ***Genista tinctoria, Lembotropis nigricans.***

Verzweigung 18: 4 ↔ 5
Der größte Teil der besten Trennarten sind Waldpflanzen. Außer *Impatiens noli-tangere* (F = 2025) haben die Arten niedrige Trennkraft (Werte zwischen 26 bis 61).

Genferseegebiet, westliches Venoge-Tal: *Primula vulgaris* (2), *Saponaria ocymoides* (3), *Petrorhagia saxifraga* (9), *Artemisia campestris* (11).
Basel, Aargauer Jura und Nordost-Schweiz: *Impatiens noli-tangere, Carduus crispus, Rumex sanguineus, Cardamine flexuosa, Veronica montana Carex brizoides, Petasites albus, Polygonatum odoratum, Polystichum aculeatum, Atropa belladonna, Actaea spicata, Carex remota, Senecio silvaticus, Carex umbrosa, Buphthalmum salicifolium, Digitalis grandiflora.*

Verzweigung 19: 14, 15 ↔ 16
Mit Ausnahme von *Muscari botryoides* (F = 126) haben alle Trennarten sehr geringe Trennkraft (Werte zwischen 15 bis 50). Es wiegen Unkraut- oder Ruderal- und Gebirgspflanzen vor.

Westliches und östliches Alpenvorland (VD, FR, BE, SG, SZ): *Arabis ciliata* (3), *Helianthemum grandiflorum* subsp. *grandiflorum* (12), *Campanula scheuchzeri* (14), *Ornithogalum umbellatum* (15), *Ranunculus montanus* (16), *Juncus alpino-articulatus* (17), *Gymnadenia odoratissima* (18),
Zentrales Alpenvorland (Napf und Region Thun): *Muscari botryoides, Phalaris canariensis, Hordeum vulgare, Centaurea cyanus, Thlaspi brachypetalum, Tulipa silvestris, Trifolium arvense, Ranunculus arvensis, Thlaspi caerulescens, Chrysosplenium oppositifolium, Hordeum distichon,* ***Buxus sempervirens,*** *Epilobium obscurum.*

Verzweigung 20: 2 ↔ 3
Die Trennung von nördlichen und südlichen Juraketten erfolgt auf Grund von Magerwiesen-, Unkraut- oder Ruderal-, Wald-, Sumpf- und Gebirgspflanzen. Das Niveau der F-Werte ist mit Werten von 24 bis 94 niedrig.

West-Jura, nördliche Ketten: *Listera cordata* (1), *Petrorhagia prolifera* (3), ***Salix aurita*** (4), ***Vaccinium uliginosum* s.l.** (13), *Andromeda polifolia* (14), *Senecio nemorensis* (16), ***Pinus mugo* subsp. *arborea*** (18).

West-Jura, südliche Ketten: *Legousia speculum-veneris* (2), ***Quercus pubescens*** (5), *Kickxia spuria* (6), *Ophrys holosericea* (7), *Ajuga chamaepitys* (8), *Linum tenuifolium* (9), *Vitis vinifera* s.l. (10), *Trifolium aureum* (11), *Vicia hirsuta* (12), ***Castanea sativa*** (15), *Cerastium brachypetalum* (17), *Lotus delortii* (19), *Prunella laciniata* (20).

Verzweigung 21: 6 ↔ 7
Gebirgs- und Waldpflanzen trennen zur Hauptsache zwischen tieferen und höheren Lagen des östlichen Mittellandes. Die niedrigen F-Werte liegen zwischen 20 und 62.

Östliches Mittelland, niedrige Lagen: *Setaria glauca* (4), *Vicia tetrasperma* (5), *Blackstonia perfoliata* (6), *Hordeum vulgare* (14), *Ornithogalum umbellatum* (16), *Dentaria polyphylla* (18).

Östliches Mittelland, höhere Lagen: *Campanula cochleariifolia* (1), ***Euonymus latifolia*** (2), *Valeriana tripteris* (3), *Carlina acaulis* (7), *Rubus saxatilis* (8), *Veratrum album* (9), *Saxifrage mutata* (10), *Sesleria varia* (11), *Antennaria dioeca* (12), *Senecio cordatus* (13), *Trollius europaeus* (15), *Ranunculus serpens* (17), *Poa supina* (19), ***Rosa pendulina*** (20).

Verzweigung 22: 8 ↔ 9
Die weitaus beste Trennart mit einem F-Wert von 27 603 ist *Equisetum ramosissimum*. Alle anderen Trennarten haben F-Werte zwischen 20 und 94. Beim Großteil handelt es sich dabei um Sumpfpflanzen.

Seeland, untere Broye, Region Yverdon: *Equisetum ramosissimum*, *Orchis palustris*, *Ranunculus sceleratus*, *Thalictrum flavum*, *Euphorbia palustris*, *Lathyrus paluster*, *Inula salicina*, *Petasites albus*, *Orchis purpurea*, *Spiranthes aestivalis*, *Ophrys holosericea*, *Gentiana pneumonanthe*, *Senecio paludosus*, *Carex otrubae*, *Triglochin palustre*, *Eleocharis uniglumis*, *Bryonia dioica*.

Westliches Mittelland, mittlere Lagen: *Petasites albus* (8), *Stellaria uliginosa* (12), *Alchemilla vulgaris* s.l. (14), *Cynosurus cristatus* (17).

Verzweigung 23: 18 ↔ 19
Auf niedrigem Niveau bewegen sich die Werte der Trennarten zwischen den Ost-Voralpen und den Zentralen Voralpen (F-Werte zwischen 16 und 49). Die Trennarten gehören verschiedenen ökologischen Gruppen an: Gebirgs-, Unkraut- oder Ruderal-, Sumpf-, Mager- und Waldpflanzen.

Ost-Voralpen (Alpstein und Glarner Alpen): *Pedicularis recutita* (2), ***Salix waldsteiniana*** (3), *Gnaphalium norvegicum* (7), *Gentiana punctata* (8), *Silene pusilla* (11), *Aster alpinus* (12), *Poa minor* (13), *Hieracium hoppeanum* (14).

Zentrale Voralpen (Vierwaldstätter Alpen): *Solanum nigrum* s.l. (1), ***Prunus domestica*** (4), *Setaria glauca* (5), *Digitalis lutea* (6), *Asplenium adiantum-nigrum* (9), *Trifolium campestre* (10), *Centaurium erythraea* (15), *Cichorium intybus* (16), *Seseli libanotis* (17), *Schoenus nigricans* (18), *Ophrys holosericea* (19), *Hypericum tetrapterum* (20).

Verzweigung 24: 22 ↔ 23, 24
Die weitaus beste Trennart ist *Euphrasia alpina* mit F = 8141. Die Werte aller anderen Arten reichen von 21 bis 70. Die Trennarten sind größtenteils Gebirgspflanzen.

Wallis, östlicher Teil, mittlere Tallagen: *Euphrasia alpina* (1), *Oxyria digyna* (2), *Hypochoeris uniflora* (4), *Saxifraga bryoides* (5), *Androsace obtusifolia* (6), ***Loiseleuria procumbens*** (7), ***Abies alba*** (11), *Erigeron uniflorus* (12), *Gnaphalium supinum* (13), *Doronicum clusii* (14), *Gentiana ramosa* (15), *Phleum commutatum* (16), *Silene exscapa* (17), *Senecio incanus* (20).

Wallis, westliches Haupttal und Drance-Täler: *Bupleurum falcatum* (3), *Heliotropium europaeum* (8), ***Rhamnus alpinus*** (9), *Carex halleriana* (10), *Cephalanthera damasonium* (18), *Gentiana lutea* (19).

Verzweigung 25: 25 ↔ 26, 27
Mit niedrigen F-Werten zwischen 17 und 87 trennen Gebirgs-, Unkraut- oder Ruderal-, Wald-, Sumpf- und Magerwiesenpflanzen zwischen dem Engadin und den oberen Tallagen der Bündner Nordtäler.

Bündner Nordtäler, obere Tallagen: *Polystichum aculeatum* (2), *Sonchus oleraceus* (3), *Petasites hybridus* (6), *Anemone narcissiflora* (7), *Adenostyles glabra* (8), *Alchemilla conjuncta* s.l. (9), *Cardamine impatiens* (10), *Cirsium oleraceum* (11), *Gentiana purpurea* (12), *Carex silvatica* (13), *Dryopteris pseudomas* (16), *Epipactis palustris* (19), *Pulsatilla alpinia* (20).

Engadin: *Leontodon pseudocrispus* (1), *Veronica verna* (4), *Festuca rupicola* subsp. *rupicola* (5), *Sisymbrium strictissimum* (14), *Astragalus depressus* (15), *Astragalus cicer* (17), *Heracleum sphondylium* subsp. *pollinianum* (18).

Verzweigung 26: 26 ↔ 27
Die ersten 18 Trennarten haben einen sehr hohen F-Wert von je 1391. Zu etwa gleichen Teilen sind es Wald-, Magerwiesen- und Unkraut- oder Ruderalpflanzen.

Unterengadin, Münstertal: *Carex hirta, Carex spicata, Lapsana communis, Prenanthes purpurea, Scrophularia nodosa, Solanum tuberosum, Mentha longifolia, Thymus froelichianus, Acinos arvensis, Stachys recta, Vincetoxicum hirundinaria, Hypericum perforatum,* ***Rhamnus catharticus, Rosa canina s.l.,*** *Arabis glabra, Arabidopsis thaliana, Petrorhagia saxifraga,* ***Corylus avellana,*** *Poa compressa, Onopordum acanthium.*

Oberengadin und Ofenregion: Keine Trennarten.

Verzweigung 27: 12 ↔ 13
Besonders die ersten drei Arten trennen mit F-Werten von je 33 057 sehr gut. Die Werte der restlichen Trennarten liegen zwischen 21 und 51. Die Arten sind zu einem großen Teil Unkraut- oder Ruderalpflanzen. Zu kleinerern Teilen sind Wald- und Magerwiesenpflanzen an der Trennung beteiligt.

Bündner, Rheintäler, tiefe Lagen: *Setaria verticillata, Calamagrostis pseudophragmites, Parietaria officinalis, Peucedanum cervaria, Poa bulbosa, Chaerophyllum temulum, Saxifraga tridactylites, Senecio erucifolius, Euphorbia amygdaloides, Dentaria polyphylla, Leonurus cardiaca, Saponaria officinalis, Descurainia sophia, Pulsatilla montana, Hordeum murinum, Oxalis corniculata, Lactuca serriola.*

Vorderrhein, Prättigau und Oberhalbstein: *Myosotis strigulosa* (16), *Calycocorsus stipitatus* (20).

Verzweigung 28: 14 ↔ 15
Die besten Trennarten sind Gebirgspflanzen, zu kleineren Teilen auch Wald- und Sumpfpflanzen. Die F-Werte reichen außer bei *Euonymus latifolia* (F = 4825) von 21 bis 89.

West-Alpenvorland (VD, FR, BE): *Anemone narcissiflora* (2), *Pedicularis verticillata* (4), *Biscutella laevigata* (5), *Plantago alpina* (6), *Ligusticum mutellina* (7), *Stachys alpina* (8), *Campanula rhomboidalis* (9), *Myosotis alpestris* (10), *Gentiana purpurea* (11), ***Salix reticulata*** (16), *Helianthemum grandiflorum* subsp. *grandiflorum* (17).

Ost-Alpenvorland: ***Euonymus latifolia*** (1), *Calycocorsus stipitatus* (3), *Rorippa sylvestris* (12), *Campanula patula* (13), *Equisetum hiemale* (14), *Veronica montana* (15), *Iris pseudacorus* (18), *Juncus acutiflorus* (19), *Dentaria polyphylla* (20).

Verzweigung 29: 23 ↔ 24
Unkraut- oder Ruderalpflanzen sowie Gebirgspflanzen bilden den Großteil der Trennarten. Die ersten neun Arten haben dabei sehr hohe F-Werte (1804 bis 2056); diejenigen der restlichen Arten sind mit F = 20 bis 25 sehr niedrig.

Wallis, westliches Haupttal: *Galium lucidum* (6), *Alchemilla coriacea* s.l. (7), *Erysimum rhaeticum* (8), ***Ulmus minor*** (9), *Setaria verticillata* (12), *Scorzonera austriaca* (13), *Arctium lappa* (14), *Artemisia vallesiaca* (15), *Epilobium hirsutum* (16), *Diplotaxis muralis* (17), *Papaver dubium* (18).

Wallis, Drance-Täler: *Phleum paniculatum* (1), *Crepis foetida* (2), *Leucanthemospis alpina* (3), *Veronica prostrata* (4), *Bupleurum stellatum* (5), *Centaurea nervosa* (10), *Chenopodium vulvaria* (11), *Hieracium aurantiacum* (19), ***Empetrum hermaphroditum*** (20).