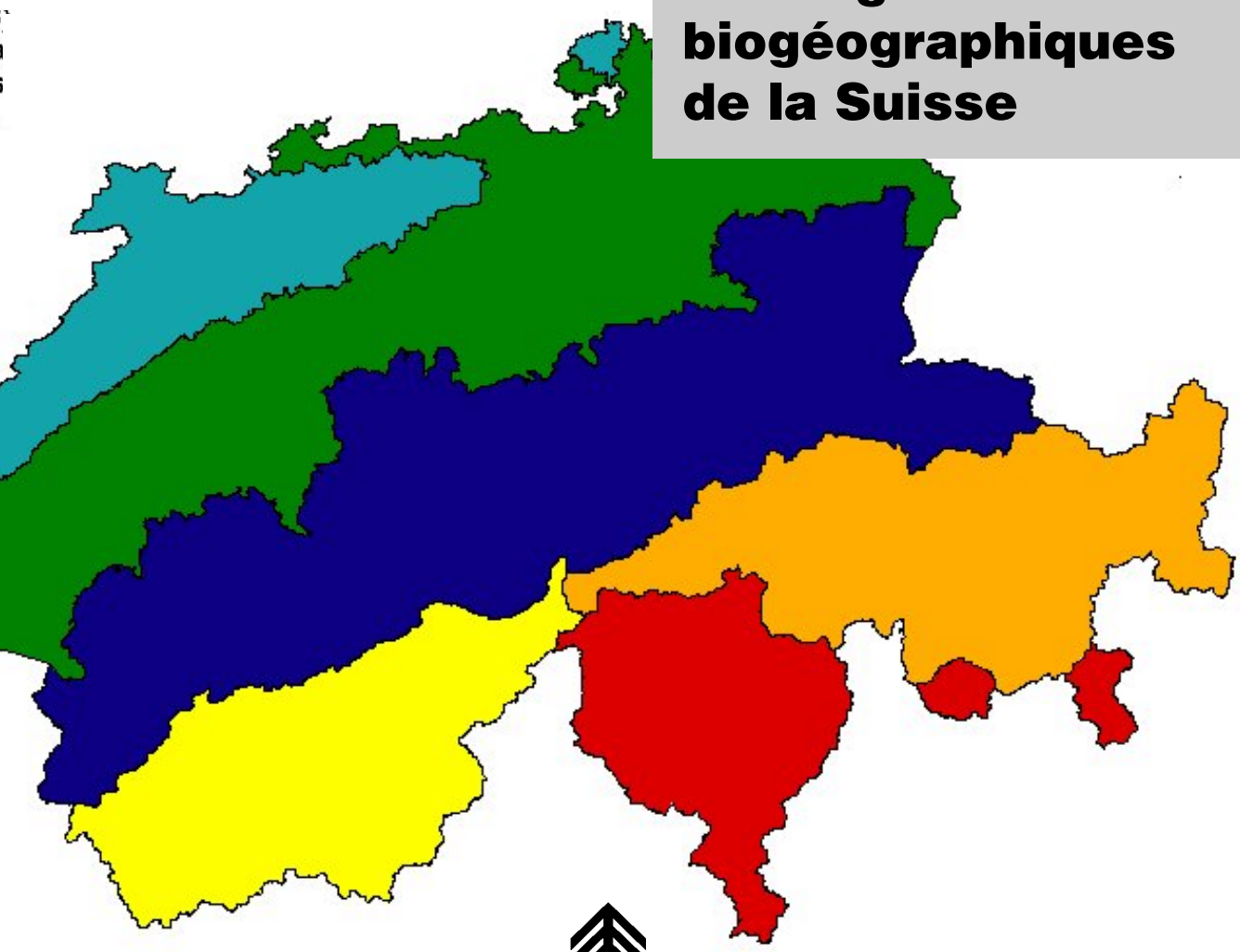
UMWELT-MATERIALIEN
DOCUMENTS
ENVIRONNEMENT Nr./n° 137

Natur und Landschaft / Nature et paysage

Die biogeographischen Regionen der Schweiz

Les régions biogéographiques de la Suisse



Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL
Office fédéral de l'environnement, des forêts
et du paysage OFEFP

UMWELT-MATERIALIEN
DOCUMENTS
ENVIRONNEMENT Nr./n° 137

Natur und Landschaft / Nature et paysage

Die biogeographischen Regionen der Schweiz

Les régions biogéographiques de la Suisse

Erläuterungen und Einteilungsstandard

Explications et division standard

Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)
Publié par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP)
Bern/Berne, 2001

Herausgeber
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)

Autoren
Yves Gonseth, Centre Suisse de cartographie de la faune CSCF, 2000 Neuchâtel; Thomas WOHLGEMUTH, WSL, 8903 Birmensdorf; Bertrand Sansonnens, Ch. des Fleurettes 23, 1007 Lausanne; Alexandre Buttler, Institut de Botanique, Université de Neuchâtel, 2007 Neuchâtel

Zitierung
GONSETH, Y.; WOHLGEMUTH, T.; SANSONNENS, B.; BUTTLER, A. (2001): Die biogeographischen Regionen der Schweiz. Erläuterungen und Einteilungsstandard. Umwelt Materialien Nr. 137 Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft Bern. 48 Seiten.

Begleitung BUWAL
Tom Klingl, BUWAL, Sektion Forschung und Umweltbeobachtung; Francis Cordillot, Erich Kohli, Raymond P. Lebeau, Jürg Schenker, BUWAL, Abteilung Natur

Gestaltung
Ursula Nöthiger-Koch, Uerkheim

Bezugsquelle
BUWAL, Dokumentation
CH-3003 Bern
Fax: +41 (0) 31 324 02 16
E-Mail: docu@bafu.admin.ch,
Internet: www.umwelt-schweiz.ch/publikationen

Bestellnummer
UM-137-D

Preis
CHF 10.– (MWSt inkl.)

© BUWAL 2001

Editeur
Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP)

Auteurs
Yves Gonseth, Centre Suisse de cartographie de la faune CSCF, 2000 Neuchâtel; Thomas WOHLGEMUTH, FNP, 8903 Birmensdorf; Bertrand Sansonnens, Ch. des Fleurettes 23, 1007 Lausanne; Alexandre Buttler, Institut de Botanique, Université de Neuchâtel, 2007 Neuchâtel

Référence
GONSETH, Y.; WOHLGEMUTH, T.; SANSONNENS, B.; BUTTLER, A. (2001): Les régions biogéographiques de la Suisse – Explications et division standard. Cahier de l'environnement n° 137. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage Berne. 48 pages.

Accompagnement OFEFP
Tom Klingl, OFEFP, Section Recherche et observation de l'environnement; Francis Cordillot, Erich Kohli, Raymond P. Lebeau, Jürg Schenker, OFEFP, Division Nature

Mise en page
Ursula Nöthiger-Koch, Uerkheim

Distribution
OFEFP, Documentation
CH-3003 Bern
Fax + 41 (0) 31 324 02 16
E-Mail: docu@bafu.admin.ch
Internet: www.umwelt-schweiz.ch/publications

Numéro de commande
UM-137-D

Prix
CHF 10.– (TVA incl.)

© OFEFP 2001

Inhaltsverzeichnis

Abstracts **4**

Vorwort **7**

1 Einleitung **11**

2 Methodologie **12**
2.1 Auswahl der taxonomischen Gruppen 13
2.2 Aufbereitung der Information 13
2.3 Statistische Auswertung 14
2.4 Kartographische Darstellung der Ergebnisse 14
2.5 Ergebnisse der Auswertungen 15
2.5.1 Welches sind die Grenzen und Übereinstimmungen der Region Jura? 15
2.5.2 Wo liegen die Grenzen des Schweizer Mittellandes? 15
2.5.3 Wo liegen die Grenzen der Alpennordflanke? 16
2.5.4 Wo liegen die Grenzen zwischen den Zentral- und Südalpen? 16
2.5.5 Gibt es eine Regionalisierung der Hochgebirgsabschnitte, für die «ausreichend» Informationen zur Verfügung stehen? 16

3 Diskussion der Ergebnisse und der Lösungsansätze **17**
3.1 Jura 17
3.2 Mittelland 18
3.3 Alpennordflanke 18
3.4 Westliche Zentralalpen 19
3.5 Östliche Zentralalpen 19
3.6 Alpensüdflanke 20
3.7 Vorläufige Einteilung 20

4 Die biogeographischen Regionen **21**
4.1 Endgültige Einteilung erster Ordnung 21
4.2 Einteilung zweiter Ordnung 22
4.2.1 Konvergenzen 22
4.2.2 Eigenschaften der Regionen 23
4.2.3 Die Höhenzonen: ein zusätzlicher Gliederungsfaktor 23
4.3 Digitale Daten 24

Literatur **41**

Anhang **42**
1 Die biogeographischen Regionen nach WOHLGEMUTH (1996) 42
2 Die faunistischen und floristischen Ansätze 43
3 Die biogeographischen Regionen der CH 44
4 Digitale Daten 46

Table des matières

Abstracts **4**

Avant-propos **8**

1 Introduction **27**

2 Contexte et méthode **28**
2.1 Choix des taxons 29
2.2 Traitement préliminaire de l'information 29
2.3 Analyse statistique 30
2.4 Représentation cartographique des résultats 30
2.5 Présentation des résultats 31
2.5.1 Quelles sont les limites et les affinités de la région jurassienne ? 31
2.5.2 Quelles sont les limites du Plateau Suisse ? 31
2.5.3 Quelles sont les limites du Versant nord des Alpes ? 32
2.5.4 Quelles sont les limites des Alpes centrales et méridionales ? 32
2.5.5 Existe-t-il une régionalisation des secteurs de haute altitude pour lesquels de l'information «suffisante» est disponible ? 32

3 Discussion des résultats et solutions proposées **33**
3.1 Jura 33
3.2 Plateau 34
3.3 Versant nord des Alpes 34
3.4 Alpes centrales occidentales 35
3.5 Alpes centrales orientales 35
3.6 Versant sud des Alpes 36
3.7 Découpage préliminaire 36

4 Les régions biogéographiques **37**
4.1 Découpage définitif de premier niveau 37
4.2 Découpage de second niveau 38
4.2.1 Convergences 38
4.2.2 Caractère de la région considérée 39
4.2.3 L'altitude: un facteur complémentaire de stratification 39
4.3 Données numérisées 40

Bibliographie **41**

Annexe **42**
1 Les régions biogéographiques selon WOHLGEMUTH (1996) 42
2 Découpages faunistiques et floristiques 43
3 Les régions biogéographiques de la Suisse 44
4 Données numérisées 47

Abstracts

The biogeographical classification now completed employs a purely statistical approach, based on patterns of distribution of flora and fauna, and adapted to communal boundaries. The basic classification, comprising six regions, provides a foundation, as specified by SAEFL, for current and future nature protection projects covering the whole of Switzerland. This basic system is supplemented by a more refined classification subdivided into ten regions.

Keywords: Biogeography, biogeographical regions, Switzerland, flora, fauna, nature conservation

Die hier vorgestellten biogeographischen Abgrenzungen unterliegen einem rein statistischen Gliederungsansatz auf der Basis von floristischen und faunistischen Verbreitungsmustern und sind auf die Gemeindegrenzen aggregiert. Sie bilden in der Grundeinteilung mit sechs Regionen die vom BUWAL vorgegebene Basis für die laufenden und zukünftigen gesamtschweizerischen Projekte im Bereich Naturschutz. Eine feinere Unterteilung in zehn Regionen ergänzt die Grundeinteilung.

Stichwörter: Biogeographie, biogeographische Regionen, Schweiz, Flora, Fauna, Naturschutz

Les divisions biogéographiques présentées ici sont établies sur la base de données purement statistiques et reposent sur des modèles de répartition floristiques et faunistiques. Leurs limites correspondent aux limites communales. La division de la Suisse en six régions représente la division de base telle qu'elle était souhaitée par l'OFEFP pour les projets en cours et à venir qui, dans le domaine de la protection de la nature, intéressent l'ensemble de la Suisse. Elle est complétée par une division plus fine en dix régions.

Mots-clés: Biogéographie, régions biogéographiques, Suisse, flore, faune, protection de la nature

La suddivisione in sei regioni biogeografiche, effettuata nel frattempo, è soggetta a un principio di suddivisione puramente statistico, applicato in base a modelli di diffusione della flora e della fauna. I confini delle sei regioni coincidono di proposito con quelli dei Comuni limitrofi. La suddivisione di fondo in sei regioni forma la base prestabilita dall'UFAFP per i progetti correnti e futuri che verranno realizzati a livello nazionale nel settore della protezione della natura. Una suddivisione, più dettagliata, in dieci regioni completerà la suddivisione di fondo.

Parole chiave: Biogeografia, regioni biogeografiche, Svizzera, flora, fauna, protezzione della natura

Vorwort

Nun liegt sie vor, die neue vom BUWAL anerkannte, biogeographische Einteilung der Schweiz, die hoffentlich vielen Benutzern und Benutzerinnen dienlich sein wird. Ein grosser Vorteil ergibt sich auch daraus, dass Forschungsarbeiten dank der einheitlichen Unterteilung der Schweiz in diesem Bereich viel besser vergleichbar werden als bis anhin. Veränderungen lassen sich besser verfolgen und eventuelle Zusammenhänge über die Grenze von Floristik und Faunistik hinweg leichter erfassen.

Die Erstellung einheitlicher biogeographischer Regionen, angepasst an politische Grenzen, bedeutet die Erreichung eines Meilensteins in der biologischen Arbeit. Den Autoren gebührt spezieller Dank und Anerkennung für die konstruktive Zusammenarbeit. Sie stellten das Ziel eines gemeinsamen Produktes über sektorielle Überlegungen. Nun warten wir gespannt auf die praktische Anwendung des digitalisierten Datensatzes und nehmen jederzeit gerne daraus hervorgehende Anregungen entgegen.

Bundesamt für Umwelt,
Wald und Landschaft

Franz-Sepp Stulz
Chef der Abteilung Natur

Avant-propos

Nous disposons ainsi aujourd'hui d'une nouvelle division biogéographique de la Suisse reconnue par l'OFEFP. Nous espérons qu'elle rendra service à de nombreux utilisateurs. Un grand avantage réside aussi dans le fait que les travaux de recherche dans ce domaine seront plus aisément comparables que jusqu'ici, grâce à cette division unique et reconnue de la Suisse. Il sera plus facile de déceler les changements et les relations éventuelles entre le domaine floristique et le domaine faunistique apparaîtront plus clairement.

La création de régions biogéographiques reconnues par tous et adaptées aux limites politiques représente une étape importante pour le travail des biologistes. Les auteurs méritent notre gratitude et des remerciements tout particuliers pour leur collaboration constructive. Ils se sont fixés l'objectif d'une réalisation commune au-delà de considérations sectorielles. C'est avec grand intérêt que nous attendons de voir quel usage pratique va être fait de ces données (également digitalisées), et nous acceptons volontiers et en tout temps des suggestions constructives.

Office fédéral de l'environnement,
des forêts et du paysage

Franz-Sepp Stulz
Chef de la division Nature

Die biogeographischen Regionen der Schweiz

1 Einleitung

Ein Naturraum ist ein Wirkungsgefüge vieler Geofaktoren. Definitionen einer naturräumlichen Gliederung der Schweiz wurden in den letzten Jahrzehnten von verschiedenen Autoren für unterschiedliche Bedürfnisse vorgeschlagen. Diese konnten aber in der Regel den Anforderungen für eine umfassende Verwendung im Naturschutz nicht genügen.

Mit dieser Arbeit, die vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft beim SZKF in Auftrag gegeben wurde, soll diese Lücke geschlossen werden. Die nun vorliegenden biogeographischen Regionen der Schweiz basieren auf einem weitgehend statistischen Gliederungsansatz unter Berücksichtigung der faunistischen und floristischen Gegebenheiten des Landes. Sie stellen in der Grundeinteilung mit sechs Regionen die vom BUWAL vorgegebene Grundlage für die laufenden resp. geplanten gesamtschweizerischen Projekte im Naturschutz dar. Weitergehenden Anforderungen wurde mit einem Vorschlag zur Verfeinerung in Form einer Unterteilung in zehn Unterregionen entsprochen. Die Einteilung in sechs biogeographische Regionen ist eine Konsenslösung aufgrund der meist übereinstimmenden Ergebnisse der Auswertungen von Fauna und Flora. Mit zunehmender Verfeinerung erfahren diese indes grössere Abweichungen.

Um den Anforderungen in der Praxis besser gerecht zu werden, erfolgte abschliessend eine Anpassung an die vorhandenen politischen Grenzen. Die endgültige thematische Karte basiert auf den Gemeindegrenzen (GG25; 2000) des Bundesamtes für Landestopographie, wobei die für die ursprüngliche Abgrenzung gewählten Grenzen (Kartierflächen nach WELTEN & SUTTER 1982) möglichst genau eingehalten wurden. Die Übernahme der Gemeindegrenzen wird den praktischen Anforderungen besser gerecht und stellt in der Regel keine wesentliche Beeinträchtigung der biogeographischen Kohärenz dar. In einigen begründeten Ausnahmen (Leukerbad, Mesocco und Bergell) wurde von den Gemeindegrenzen abgewichen und es wurden topographische Grenzlinien übernommen.

Der stetig wachsenden Bedeutung von Geographischen Informationssystemen wurde zudem Rechnung getragen, indem die «Biogeographischen Regionen» als Vektordatensatz in ArcInfo aufbereitet verfügbar sind. Der Vertrieb erfolgt wie bei den Bundesinventaren über die Servicestelle GEOSTAT des Bundesamtes für Statistik.

Je nach Beobachtungsmassstab können Naturräume durch scharfe oder fliessende Grenzen voneinander unterschieden werden. Trotzdem sind wir bei vielen Arbeiten auf Grenzziehungen angewiesen. Ihnen liegt immer etwas Subjektives inne. So lange alle Entscheide nachvollziehbar bleiben, spielt das keine grosse Rolle. In dieser Schrift wird deshalb der Weg zur Festlegung einer Grenze genau beschrieben.

2 Methodologie

Die in einem bestimmten Gebiet vorkommenden Lebensgemeinschaften widerspiegeln das Zusammenspiel zahlreicher verschiedener biotischer und abiotischer Faktoren. Dabei handelt es sich sowohl um ökologische Faktoren – Verbreitungspotential der einzelnen Arten, die Konkurrenz zwischen ihnen und ihre Reaktion auf geologische, geomorphologische und klimatische Standortbedingungen – als auch um historische Variablen – Verbreitungsgebiete der einzelnen Arten vor und während der letzten Eiszeiten und insbesondere ihre nacheiszeitliche Ausbreitungsdynamik (DE LATTIN, 1967). Diese Aspekte spielen für die Schweiz eine besonders grosse Rolle, da drei Viertel unseres Landes vor ca. 15'000 Jahren noch mit Eis bedeckt waren. Ergänzt werden diese Faktoren ausserdem durch die demographische und technische Entwicklung der menschlichen Gesellschaften, die sich im Laufe der Zeit immer stärker und breiter auf Fauna und Flora ausgewirkt haben.

Die Folge davon ist eine oft nicht zusammenhängende Verbreitung der heute vorkommenden Pflanzen- und Tierarten. Je nach Verbindung zu den grossen europäischen Migrationsachsen (Rhone-, Rhein-, Donau- und Pobecken) und den jeweiligen klimatischen Bedingungen sind gewisse Regionen artenreicher als andere. So kommen beispielsweise im Genferseegebiet, Wallis und Tessin wesentlich mehr Arten mediterranen Ursprungs vor als an der Alpennordflanke, im Mittelland oder im Jura. Diese Feststellung hat für verschiedene Bereiche, insbesondere für die angewandte Ökologie, offensichtliche Folgen: Beurteilung der Artenvielfalt (bzw. Entwicklung der Artenvielfalt) in den jeweiligen Regionen, Einschätzung der relativen Qualität von identischen aber in unterschiedlichen Regionen gelegenen Lebensräumen, Bestimmung eines für manche Arten je nach Region anderen Status in der Roten Liste – um nur einige zu nennen. Die Evaluation dieser Faktoren ohne Berücksichtigung der regionalen Besonderheiten würde unausweichlich zu einer Besserstellung der Lebensräume oder Standorte in den artenreicheren Regionen auf Kosten der übrigen führen.

Mit anderen Worten stellt die biogeographische Region aus rein praktischer Sicht für jede nationale Strategie einer Datenerhebung und jede nachträgliche Auswertung der gewonnenen Ergebnisse einen wichtigen zusätzlichen Gliederungsfaktor dar. Dabei ist es wichtig, eine sowohl für die Flora als auch für die Fauna gültige Aufteilung des Landes vorzuschlagen.

Die Grundlage der Untersuchungen bilden zwei Dokumente: die Arbeit von SANSONNENS (1996), eine Synthese der verschiedenen biogeographischen Regionalisierungsvorschläge der letzten Jahrzehnte in der Schweiz, sowie die Arbeiten von WOHLGEMUTH (1996), der auf der Grundlage einer detaillierten statistischen Auswertung der für den Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz (WELTEN & SUTTER 1982) gesammelten Daten eine Aufteilung der Schweiz in 5, 11, 19 und 30 verschiedene floristische Regionen vorschlägt.

Bei der Gegenüberstellung der ähnlichsten, aber auch der für die Praxis realistischsten, Lösungsansätze der beiden obengenannten Arbeiten (10 respektive 11 Regionen), wurden einige wesentliche Abweichungen festgestellt und Fragen aufgewor-

fen, die nur mit Hilfe einer zusätzlichen Auswertung beantwortet werden konnten. Nach einem Gespräch mit T. WOHLGEMUTH wurde daher beschlossen, eine identische statistische Auswertung für die Fauna-Daten des SZKF durchzuführen, um Resultate vergleichen zu können, die auf demselben Untersuchungsverfahren beruhen.

2.1 Auswahl der taxonomischen Gruppen

Das SZKF verfügt über eine grosse Anzahl faunistischer Daten, die zu ungleichen Teilen in ca. 15 taxonomische Gruppen eingeteilt sind. Um über möglichst homogene Daten für die Auswertung zu verfügen und eine maximale Analogie zwischen den floristischen und faunistischen Ansätzen herzustellen, wurden die verwendbaren Gruppen aufgrund folgender Kriterien ausgewählt:

- die betreffende Gruppe muss möglichst homogen in der Schweiz verbreitet sein
- pro Art muss eine ausreichende durchschnittliche Datenmenge zur Verfügung stehen
- die betreffenden Arten besiedeln terrestrische Lebensräume oder Sumpfgebiete.

Aufgrund dieser Kriterien wurden schliesslich folgende Gruppen gewählt: Landschnecken/*Mollusca* (terrestrisch), Doppelfüssler/*Diplopoda*, Heuschrecken/*Orthoptera*, Tagfalter/*Rhopalocera*, Nachtfalter/*Lepidoptera* (p.p.), Laufkäfer/*Coleoptera Carabidae* d.h. ca. 437'000 Beobachtungen verteilt auf 1410 Arten.

Für jede Gruppe wurden sämtliche verfügbaren Daten berücksichtigt, unabhängig von ihrem Alter (die ältesten Angaben stammen ca. aus dem Jahre 1850) oder ihrer geographischen Genauigkeit, da auch geographisch relativ ungenaue Angaben (Region Frauenfeld, Simplon oder Lugano z.B.) für eine landesweite biogeographische Auswertung, die auf der Unterteilung der Kartierflächen nach WELTEN & SUTTER beruht, relevant sind.

2.2 Aufbereitung der Information

Zur Aufbereitung der Grundinformationen wurden folgende Schritte durchgeführt:

- Extraktion der Grunddaten (Arten und geographische Koordinaten) aus der ORACLE-Datenbank durch interaktive Abfrage;
- Umwandlung der extrahierten Daten in thematische Datensätze (Punkte) mit Hilfe der Funktion GENERATE der Software ARCINFO;
- Zuordnung punktueller Beobachtungen zu den Kartierflächen nach WELTEN & SUTTER 1982 (Polygondaten) mit Hilfe der Funktion IDENTITY der Software ARCINFO;
- Extraktion der so gewonnen Daten (Arten, Identifikatoren der Kartierflächen) in einer Textdatei;
- Überführung dieser Datei in EXCEL und Erstellung einer Matrix Art/Kartierfläche (1410 Zeilen, 579 Spalten);
- Erstellung einer Datei im Format des verwendeten Statistik-Programms.

2.3 Statistische Auswertung

Die Verarbeitung der Grundinformation wurde mit Hilfe des Programmpakets MULVA-5 (WILDI & ORLÒCI 1996) durchgeführt: Bestimmung der Ähnlichkeit zwischen den einzelnen Kartierflächen, für welche Fauna-Daten zur Verfügung stehen, und Gliederung dieser Kartierflächen in 5, respektive 11 und 19 verschiedene Gruppen.

Die überzeugendsten Ergebnisse wurden durch folgende Auswertungen erreicht:

- Auswertung sämtlicher verfügbarer Daten für alle Kartierflächen ohne jegliche Einschränkung (auf dem Niveau von 11 und 19 Regionen)
- Auswertung der Daten jener Kartierflächen, in denen mehr als 50 Arten vorkommen (unter Ausschluss der Kartierflächen mit besonders wenigen Beobachtungen)
- Auswertung der verfügbaren Daten für Kartierflächen niedriger und mittlerer Höhenlage mit mehr als 50 Arten (unter Ausschluss der alpinen und/oder der Kartierflächen mit besonders wenigen Beobachtungen, sowie der Seeflächen; berücksichtigt wurden somit die von WOHLGEMUTH festgehaltenen Kartierflächen [1996])
- Teilauswertung der Kartierflächen des Mittellandes und der östlichen Alpengebiete, in denen mehr als 50 Arten vorkommen.

Die statistischen Auswertungen erfolgten auf dieselbe Art und Weise wie bei WOHLGEMUTH (1996), und zwar:

- Lesen des Datensatzes (579 Aufnahmen, 1300 Arten)
- Erstellung von Teildateien (Funktion GROUPS in MULVA 5)
- Initialisierung der Datei für die Berechnungen (Funktion OPEN in MULVA 5: Präsenz/Absenz-Daten, Standardisierung der Vektoren «Kartierflächen»)
- Ermittlung des Ähnlichkeitsmasses (Funktion RESEMB in MULVA 5: Korrelation zwischen den Objekten «Kartierflächen»)
- Cluster-Algorithmus (Funktion CLUSTER in MULVA 5: Minimalvarianz, Gruppenbildung mit der gewünschten Anzahl an Kartierflächen)
- als Option wurden die für die berechnete Gruppenanzahl ausschlaggebenden Trennarten in eine Liste aufgenommen, welche die Interpretation der Gruppen «Kartierflächen» erleichterte (Funktion DISCRIM in MULVA 5).

2.4 Kartographische Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Auswertungen wurden aus MULVA 5 extrahiert (Textdateien), in EXCEL aufbereitet (Transposition) und mit Hilfe von SQL$LOAD in eine ORACLE-Tabelle überführt.

Die kartographische Darstellung der Information erfolgte durch die Anwendung eines Makros (AML), das die Schnittstelle zwischen ORACLE und ARCINFO herstellt. Die Kartierflächen nach WELTEN & SUTTER (1982) wurden gemäss ihrer Gruppenzugehörigkeit eingefärbt.

2.5 Ergebnisse der Auswertungen

Das Ziel der Auswertungen bestand nicht darin, zu einer vollkommen neuen biogeographischen Einteilung der Schweiz zu gelangen, sondern vielmehr darin, anhand der Daten über die Fauna Antworten auf eine Reihe präziser Fragen zu finden, die sich aus der Gegenüberstellung der Lösungsansätze in den beiden anfangs erwähnten Dokumenten ergaben (auf dem Niveau von 11 Regionen).

2.5.1 Welches sind die Grenzen und Übereinstimmungen der Region Jura?

Der «Jura» umfasst nach WOHLGEMUTH (1996; Fig. 2) auf dem Niveau von 11 Regionen die gesamte Gebirgskette – vom Dôle-Massiv im Südwesten bis zur Region Fricktal (Tafeljura) im Nordosten – sowie den Jura-Südfuss (Hügelstufe, submediterrane Elemente) und einen Teil der Ajoie. Nicht dazu gehören das Genferseegebiet, das Rheintal bei Basel und der Randen (SH).

Anhand der faunistischen Auswertungen (Fig. 3) können folgende Aussagen bestätigt werden:

- der Jura unterscheidet sich deutlich vom Mittelland, vom Genferseegebiet, von der Region Basel und dem Rheintal;
- die Bergabschnitte des Randen (SH) und der Ajoie gehören zur Region Jura;
- die Fauna des Jura hat Ähnlichkeiten mit der Fauna einiger Kartierflächen am Alpennordhang; da sich diese Ähnlichkeiten jedoch abschwächen, wenn die Kartierflächen des Hochgebirges und jene mit geringen Beobachtungen von der Auswertung ausgeschlossen werden, sind sie vermutlich auf den Gebirgscharakter zurückzuführen.

2.5.2 Wo liegen die Grenzen des Schweizer Mittellandes?

Nach WOHLGEMUTH (1996) ist das «Mittelland» in drei Regionen unterteilt:

1. das Genferseegebiet, das Rheintal, der östliche Teil des Tafeljuras und einige von der eigentlichen Jurakette getrennte Juraelemente im Mittelland (z.B. Lägern, Randen, Thurgauer Seerücken);
2. das westliche Mittelland, das im Süden an die Freiburger Voralpen, das Emmental und das Napfgebiet grenzt;
3. das östliche Mittelland, das im Westen an die Suhr und im Süden an das zentrale Alpenvorland, das Toggenburg und die Appenzeller Berge grenzt.

Anhand der faunistischen Auswertungsergebnisse lassen sich folgende Aussagen bestätigen:

- die Grenzen des Mittellandes und der Alpennordflanke stimmen mit jenen von WOHLGEMUTH (1996) weitgehend überein;
- die Bergabschnitte des Randen (SH) und der östliche Teil der Ajoie zählen zum Jura;
- zwar gehören gemäss den verschiedenen Auswertungen die Basler Region und das Genferseegebiet zusammen, doch ist eine klare Trennlinie für das Mittelland

nicht eindeutig festzulegen (so hat die Fauna des Thurgauer Mittellandes beispielsweise Ähnlichkeiten mit der Fauna bestimmter Abschnitte des westlichen Mittellandes).

2.5.3 Wo liegen die Grenzen der Alpennordflanke?

Nach WOHLGEMUTH (1996) umfasst die Alpennordflanke eine ausgedehnte Region, die sich vom Walliser und Waadtländer Chablais im Westen bis zu den St. Galler Voralpen im Osten erstreckt. Dazu gehören ausserdem das tiefer gelegene Alpenvorland (Napf, Toggenburg....) samt den tiefer gelegenen nordbündischen Tälern Vorderrhein, Prättigau und Oberhalbstein (GR).

Die verschiedenen faunistischen Auswertungen ergeben ähnliche Ergebnisse wie die der Flora, jedoch mit einem bemerkenswerten Unterschied: die Kartierflächen des Graubündens und des Engadins weisen untereinander mehr Ähnlichkeiten auf als mit den meisten Kartierflächen anderer Regionen.

2.5.4 Wo liegen die Grenzen zwischen den Zentral- und Südalpen?

Nach WOHLGEMUTH (1996) gibt es 4 grosse Regionen:

- die höheren Walliser und Tessiner Täler, Val Bregaglia und Val Poschiavo, der obere Vorderrhein (Ilanz–Disentis) sowie die um das Gotthard- (UR) und Grimselmassiv (BE) gelegenen Täler;
- das Zentralwallis;
- das Zentral- und Südtessin;
- der Hinterrhein, das Engadin und Oberhalbstein, das obere Landwassertal und das obere Prättigau.

Anhand der faunistischen Auswertungen lassen sich folgende Aussagen bestätigen:

- die Kartierflächen der höheren Tallagen des Wallis haben – mit einer Ausnahme – deutliche Ähnlichkeiten mit den übrigen Kartierflächen des Zentralwallis;
- die Kartierflächen der höheren Tallagen des Tessin (+ Mesolcina) sowie Val Poschiavo und Val Bregaglia haben deutliche Ähnlichkeiten mit den Kartierflächen des südlichen Tessin;
- die Kartierflächen der Bündner Nordtäler und des Engadins gehören in allen Auswertungen zusammen; die Kartierflächen der Bündner Nordtäler unterscheiden sich deutlich von den Kartierflächen der Alpennordflanke.

2.5.5 Gibt es eine Regionalisierung der Hochgebirgsabschnitte, für die «ausreichend» Informationen zur Verfügung stehen?

Die wenigen für die Fauna verfügbaren Ergebnisse bestätigen, dass eine Aufteilung der Hochgebirgsabschnitte (subalpine und alpine Stufen) nicht nach demselben Schema erfolgt, wie die Aufteilung in niedrigeren Höhenlagen: keine Regionalisierung Nord-Süd; keine Regionalisierung Ost-West.

3 Diskussion der Ergebnisse und der Lösungsansätze

Zur Festlegung von biogeographischen Zonen müssen sowohl Fauna als auch Flora berücksichtigt werden. Die Lösungsansätze stützen sich deshalb auf die Ergebnisse der Arbeiten von WOHLGEMUTH (1996) und die Auswertungen der SZKF-Daten. Da auf dem Niveau von 11 Regionen die floristischen und faunistischen Auswertungen zu recht unterschiedlichen Ergebnissen führen, muss die endgültige Lösung zwischen 6 (Hauptregionen WOHLGEMUTH [1996] Fig. 1) und 11 Regionen liegen. Sämtliche Überlegungen gingen von folgenden Thesen aus:

1. Die meisten trennenden Arten kommen nicht in allen Höhenlagen vor (sondern sind für niedrige und mittlere Höhenlagen charakteristisch). Für die territoriale Ausbreitung dieser Arten stellen die höchsten Gebirgsregionen (alpine Stufe) quasi unüberwindbare Hindernisse dar. Solange diese Hindernisse jedoch nicht erreicht werden, kommen diese Arten überall gleichmässig vor (Besiedlung der meisten verfügbaren Regionen, d.h. Präsenz z.B. in den Seitentälern). Besonders offensichtlich ist dieser Tatbestand bei wirbellosen Tieren, mit Ausnahme der wandernden Arten und der Ektoparasiten von Wirbeltieren.
2. Zu den Hauptdurchdringungsachsen der Schweiz gehören die Täler der Einzugsgebiete des Rheins (nordöstliche Öffnung), der Rhone (südwestliche Öffnung), der Donau (östliche Öffnung) und des Po (südliche Öffnung). Das Po-Becken liegt durch die Hochgebirgsmassive völlig isoliert, die Becken des Rheins und der Rhone hingegen berühren sich zwischen den Vogesen und dem Jura (Gebiet von Belfort in der Nähe der Ajoie und der Basler Region). Ebenfalls berühren sich die Becken des Rheins und der Donau im Schwäbischen Jura und im Schwarzwald (Schaffhausen, Bodensee).
3. Die trennenden Arten sind nur begrenzt verbreitet. Landesweit treten sie somit seltener auf (weniger verfügbare Beobachtungen) als Arten mit grossem Verbreitungsgebiet. Die seltenen Arten wurden bei der Auswertung der Fauna-Daten nicht ausgeschlossen.

Die beiden Lösungsvorschläge entsprechen einer Grundgliederung in sieben (Grenzen der Kartierflächen nach WELTEN & SUTTER 1982, Fig. 4) bzw. sechs (Gemeindegrenzen, Fig. 5) biogeographischen Regionen. Die zweite Lösung unterscheidet sich von der ersten durch das Weglassen einer Region, welche sämtliche Hochgebirgsabschnitte des Alpenbogens umfasst.

3.1 Jura

Vorgeschlagen wird eine Region, welche die gesamte Jurakette vom Dôle (Faltenjura) im Westen bis zum Fricktal (Tafeljura) im Osten (Übereinstimmung von Fauna und Flora) umfasst; dazu gehören ausserdem die Ajoie und die Bergabschnitte des Randen (Abweichungen zwischen Fauna und Flora). Diese Wahl lässt sich folgendermassen begründen:

- gemäss sämtlichen faunistischen Auswertungen (auf dem Niveau von 5, 11 und 19 Regionen) gehören der Randen und die Ajoie zur Region des Jura;
- nach WOHLGEMUTH (1996) weist der östliche Teil der Ajoie auf dem Niveau von 11 und 19 Regionen mehr Ähnlichkeiten mit dem westlichen Mittelland auf

(von dem sie eine z.T. über 1600 m hohe Bergkette trennt) als mit der Basler Region, die sie berührt (durch das Rheintal). Aus zoogeographischer Sicht (Hauptachsen bzw. Migrationshindernisse, siehe oben, Thesen 1 und 2) ist dieser Tatbestand unlogisch. Es bleiben demnach nur noch zwei Möglichkeiten: die Ajoie aufgrund ausschlaggebender faunistischer Ähnlichkeiten einer unabhängigen Basler Region zuzuordnen (Ansatz SANSONNENS op.cit.) oder aber die gesamte Ajoie in die Region Jura einzugliedern. Da sich die erste Möglichkeit durch kein ausschlaggebendes faunistisches Kriterium begründen liess, fiel die Entscheidung zugunsten der zweiten Möglichkeit (wobei nicht ausgeschlossen werden kann, dass ein besserer Kenntnisstand oder eine höhere Bearbeitungsintensität hinsichtlich der Fauna und Flora in dieser Region letztlich für ihre Anbindung an die Basler Region spricht);

- der Gebirgscharakter der Fauna in den Bergabschnitten des Randen tritt bereits auf dem Niveau von 5 Regionen zutage, auf dem sämtliche Kartierflächen des Jura und die der Alpennordflanke zusammengefasst sind und sich deutlich von den Kartierflächen des Mittellandes unterscheiden.

3.2 Mittelland

Die für das Mittelland gewählten Grenzen für die Kartierflächeneinteilung bei WELTEN & SUTTER (1982) weichen kaum von jenen ab, die sich aus der Auswertung der faunistischen und floristischen Daten auf dem Niveau von 5 Regionen ergeben. Auf eine weitere Unterteilung in Unterregionen wurde verzichtet, da die Ergebnisse der Auswertungen von Fauna und Flora bereits auf dem Niveau von 11 Regionen zu stark voneinander abweichen.

Die für die Fauna gewonnenen Ergebnisse sind zu heterogen, um für das Mittelland eine Unterteilung zweiter Ordnung vorzunehmen. Diese wäre nur möglich unter Berücksichtigung der von WOHLGEMUTH (1996) erzielten Ergebnisse, d.h. 3 Unterregionen (Fig. 2): Genferseegebiet, Rheinbecken und Schaffhauser Region (ohne Randen); westliches Mittelland; östliches Mittelland.

3.3 Alpennordflanke

Die Auswertungen von Fauna und Flora führen zu sehr konvergierenden Ergebnissen und die für diese Region gewählten Grenzen der faunistischen Gliederung stimmen weitgehend mit jenen von WOHLGEMUTH (1996: Niveau von 11 Regionen) überein, mit Ausnahme der Bündner Nordtäler (siehe weiter unten).

Gemäss den Auswertungen von Fauna und Flora ist eine Nord-Süd-Unterteilung dieser grossen Region durchaus denkbar. Die in jüngeren biogeographischen Arbeiten häufig vorgeschlagene Ost-West-Unterteilung hingegen lässt sich durch keine der durchgeführten Auswertungen rechtfertigen.

3.4 Westliche Zentralalpen

Die Auswertungen von Fauna und Flora lassen klar erkennen, dass sich das Zentralwallis wesentlich von den anderen Regionen der Schweiz unterscheidet, doch je nach Auswertung ergeben sich unterschiedliche Grenzen. Die letztendlich gewählten Grenzen (Zentralwallis und seitliche Hochtäler) ergeben sich aus der Auswertung der Fauna (Niveau von 11 Regionen). Diese Wahl wurde hauptsächlich aufgrund der ersten weiter oben aufgestellten These getroffen. Es sei darauf hingewiesen, dass diese Grenzen ebenfalls auf dem Niveau von 19 Regionen nach WOHLGEMUTH (1996) auftreten.

Die für die Fauna gewonnen Ergebnisse rechtfertigen eine Unterteilung zweiter Ordnung der westlichen Zentralalpen nicht.

3.5 Östliche Zentralalpen

Die Auswertungen von Fauna und Flora decken sich in einem wichtigen Punkt: Das Engadin und die meisten höheren Täler des Graubündens haben erhebliche Ähnlichkeiten miteinander und unterscheiden sich erst sehr spät (z.B. auf dem Niveau von 30 Regionen bei WOHLGEMUTH (1996)). Auf der Grundlage der verfügbaren Daten kann das Engadin nicht als eigene biogeographische Region bezeichnet werden.

Die Grenzen für die Region «Graubünden» (der gesamte Kanton mit Ausnahme des Prättigau und des Rheintals zwischen Chur und Sargans) wurden aufgrund folgender Feststellungen gewählt:

- nach WOHLGEMUTH (1996), auf dem Niveau von 5 Regionen, gehören der Vorderrhein, das Domleschg und das tiefere Prättigau zur Region «Alpennordflanke»; in einem Grossteil Graubündens hat die Flora somit Ähnlichkeiten mit jener der Alpennordflanke;
- auf dem Niveau von 11 Regionen gehören nach allen faunistischen Auswertungen der Vorderrhein und das Domleschg zum Engadin; die Unterschiede zwischen den meisten Bündner Tälern und den Regionen der Alpennordflanke werden durch die Teilauswertung der betreffenden Kartierflächen noch bekräftigt, da sich herausstellt, dass sich die Fauna der Bündner Täler deutlich von der Fauna der Alpennordflanke unterscheidet;
- die Auswertungen von Fauna und Flora (auf dem Niveau von 11 Regionen) stimmen darin überein, dass Fauna und Flora des unteren Vorderrheins (Chur–Sargans) und des unteren Prättigaus Ähnlichkeiten aufweisen mit den Regionen der Alpennordflanke. Daher wurden das untere Prättigau und das Rheintal zwischen Chur und Sargans der Region «Alpennordflanke» zugeordnet.

Aufgrund der faunistischen Ergebnisse lässt sich eine Unterteilung zweiter Ordnung der Bündner Region nicht rechtfertigen.

3.6 Alpensüdflanke

Die Auswertungen von Fauna und Flora heben den grundlegenden Unterschied zwischen den Südalpen und den übrigen Regionen der Schweiz deutlich hervor, weichen jedoch hinsichtlich der Grenzen voneinander ab. Die letztendlich gewählten Grenzen (Tessin, Mesolcina, Val Bregaglia und Val Poschiavo) ergeben sich aus der Auswertung der Fauna (auf dem Niveau von 11 Regionen). Diese Wahl wurde hauptsächlich aufgrund der ersten weiter oben aufgestellten These getroffen, sowie aufgrund der Tatsache, dass diese Grenzen ebenfalls auf dem Niveau von 19 Regionen nach WOHLGEMUTH (1996) auftreten.

Anhand der Auswertung von Fauna und Flora ist eine Unterteilung der Alpensüdflanke in zwei getrennte Regionen durchaus denkbar (Sottoceneri, Centovalli und mittlerer Teil der Seitentäler einerseits; höhere Täler, Val Bregaglia und Val Poschiavo andererseits).

3.7 Vorläufige Einteilung

(gemäss Kartierflächen nach Welten & Sutter 1982) Fig. 4

Die Einteilung in sieben Regionen, die sich aus dem Vergleich der floristischen und faunistischen Daten ergibt, nähert sich sowohl den «natürlichen Regionen» der zweiten Ordnung nach GUTERSOHN (1974) als auch den grossen zoogeographischen Regionen nach SAUTER (1975). Der wesentliche Unterschied zu GUTERSOHN besteht jedoch in der sehr frühen Unterscheidung von Wallis und Graubünden, zu SAUTER durch die Beibehaltung einer einzigen Einheit für den Norden des Graubündens und des Engadins. Diese hohe Konkordanz betont den Konsenscharakter der vorgeschlagenen Lösung.

Mit zunehmender Verfeinerung der Einteilung nehmen allerdings auch die Abweichungen zu. Dies liegt im Hinblick auf die Ergebnisse der faunistischen und floristischen Auswertungen zum einen an der Gliederungsmethodik und zum anderen an der Tatsache, dass Tiere und Pflanzen eine unterschiedliche Ausbreitungsstrategie besitzen bzw. auf abiotische Faktoren (Boden, Klima) unterschiedlich reagieren. Sollte sich diese Hypothese anhand ergänzender Auswertungen bestätigen (d.h. wenn mehr konsistentere Verbreitungsdaten vorliegen), wird man sich fragen müssen, ob eine einzige Einteilung für Fauna und Flora beibehalten werden kann.

4 Die biogeographischen Regionen

4.1 Endgültige Einteilung erster Ordnung

(Gemeindegrenzen) Fig. 5

Auf Wunsch des BUWAL wurde eine kohärente und gleichzeitig für die Praxis geeignete biogeographische Gliederung der Schweiz vorgenommen. Die Übernahme der Gemeindegrenzen wird den praktischen Anforderungen gerecht und stellt keine wesentliche Beeinträchtigung der biogeographischen Kohärenz der vorgeschlagenen Lösung dar, und zwar aus folgenden Gründen:

- die Gemeindegrenzen stimmen häufig mit natürlichen Ausbreitungshindernissen überein (Bergkämme, Flüsse...);
- der Unterschied zwischen zwei biogeographischen Regionen tritt nicht in Form einer abrupten Abgrenzung auf (die sich im Feld durch eine sehr enge und präzise Linie abzeichnen würde) sondern vielmehr durch einen je nach Betrachtungsmassstab fliessenden Übergang in der Zusammensetzung von Fauna und Flora; die Festlegung einer klaren Grenze zwischen zwei Regionen kann in vielen Fällen plausibel sein, letztlich ist sie aber willkürlich;
- selbst ohne Verwendung eines GIS ist es möglich, die Daten der einen oder anderen grossen biogeographischen Region zuzuordnen, vorausgesetzt diese Daten werden den Gemeinden zugeordnet, in denen sie erhoben wurden.

Die Festlegung der Grenzen für die endgültige thematische Karte erfolgte auf der Grundlage der Gemeindegrenzen (GG25, L+T 2000), wobei die Abgrenzungen der «vorläufigen Einteilung» (Grenzen der Kartierflächen nach WELTEN & SUTTER 1982) möglichst genau eingehalten wurden. Mit dem Übergang zu politischen Grenzen können die Hochgebirgszonen oberhalb der Waldgrenze natürlich nicht mehr als unabhängige Einheit bestehen bleiben. Statt sieben sind es somit nur noch sechs biogeographische Grundregionen: Jura (1), Mittelland (2), Alpennordflanke (3), Westliche Zentralalpen (4), Östliche Zentralalpen (5), Alpensüdflanke (6).

Die Biogeographie ist eine Wissenschaft welche per Definition in grösseren Räumen (Biome, Kontinente, Länder) arbeitet. Ihre Auflösungsgenauigkeit liegt im Bereich von 1:100'000 bis 1:100'000'000. Das Hauptproblem bei der Verwendung des Datensatzes der «biogeographischen Regionen» wird immer wieder in der unterschiedlichen Präzision im Vergleich zu den reellen Daten (Felddaten) liegen; diese bewegen sich in Massstäben zwischen 1:10'000 und 1:50'000, während die «biogeographischen Regionen» im besten Fall im Massstab 1:1'000'000 verwendet werden. Dieser Massstab steht zudem in keinem Zusammenhang mit dem Massstab (1:25'000) der für die Festlegung verwendeten Gemeindegrenzen.

Für sinnvolle Analysen im Bereich der Regionsgrenzen müssen diese Tatsachen berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck schlagen die Autoren folgende Vorgehensweise vor:

- Zuweisung einer biogeographischen Region auf jeden der 42'000 km^2 der Schweiz durch Verschnitt mit dem Datensatz der biogeographischen Regionen. Die Bestimmung der Zugehörigkeit eines km-Quadrats zu einer Gemeinde er-

folgt auf der Basis des unteren linken Eckpunktes jedes km-Quadrats. Jedes Quadrat wird so einer einzigen biogeographischen Region zugewiesen;

- Eingabe der Resultate in eine Tabelle der Form: cy, cy, biogeographische Region;
- Umwandeln dieser Tabelle in einen Datensatz welcher einen Bezug zu den Daten der Beobachtungen der Arten herstellt;
- Für die Gemeinden, welche als Ausnahme in 2 Regionen liegen, Neuzuteilung des Quadrates auf die Nachbarregion, sofern dieses Quadrat vollständig darin enthalten ist.

4.2 Einteilung zweiter Ordnung

(Gemeindegrenzen) Fig. 6

Die Einteilung in sechs biogeographische Regionen ist eine Konsenslösung aufgrund der meist übereinstimmenden Ergebnisse der Auswertungen von Fauna und Flora. Wie bereits erwähnt wurde, ist eine Unterteilung zweiter Ordnung dieser sechs Grundregionen insofern problematischer, als mit steigender Anzahl der in Betracht gezogenen Unterteilungen die Ergebnisse der Auswertungen von Fauna und Flora immer mehr voneinander abweichen. Dennoch könnte sich für gewisse Arbeiten eine feinere Unterteilung als sinnvoll erweisen. Die thematische Karte bietet daher die Möglichkeit zehn Unterregionen zu verwenden. Hauptkriterien für diese Unterteilung sind die hohe Konvergenz der Ergebnisse der Auswertungen von Fauna und Flora und die geologischen und floristischen Eigenschaften der jeweiligen Region.

4.2.1 Konvergenzen

Die Ergebnisse der Auswertungen von Fauna und Flora führen zu einer Unterteilung von zwei biogeographischen Regionen erster Ordnung: der Alpennord- und der Alpensüdflanke.

Bezüglich der Alpennordflanke gibt es deutliche Unterschiede zwischen der Region der Voralpen (31: Napf, Toggenburg...) und den höher gelegenen Gebirgsketten der Nordalpen (32). Die Region der Voralpen umfasst im wesentlichen die ausseralpinen Molasseformationen des Tertiärs. Aus faunistischer und floristischer Sicht unterscheidet sich diese Einheit von den Nordalpen durch die Abwesenheit bzw. das geringe Vorkommen von Gebirgsarten, insbesondere der subalpinen und alpinen Bergstufen.

Bezüglich der Alpensüdflanke gibt es deutliche Unterschiede zwischen der Region des *südlichen Tessin* (62) – mit dem Sottoceneri, dem Centovalli, dem mittleren Teil der Seitentäler des Tessin und der Mesolcina – und den *Südalpen* (61), zu denen die höheren Täler des Tessin, die obere Mesolcina sowie Val Bregaglia und Val Poschiavo gehören. Die Region des südlichen Tessin wird vor allem durch das häufige Vorkommen ausseralpiner Elemente mediterranen oder submediterranen Ursprungs geprägt.

4.2.2 Eigenschaften der Regionen

Das Mittelland unterscheidet sich von allen anderen Regionen hauptsächlich durch seine mittlere Höhe und den recht geringen Höhenunterschied zwischen den niedrigsten (Rheintal, 260 m) und den höchsten Gegenden (Bantiger, 960 m z.B.). Somit hat die geringe Variabilität der Meereshöhe (und die damit verbundenen Faktoren) im Mittelland einen geringeren Einfluss auf Zusammensetzung und Verbreitung von Fauna und Flora als in den übrigen Gegenden. Von diesen unterscheidet sich das Mittelland, mit Ausnahme von einigen Reliktarten, vor allem durch das Fehlen von Gebirgsarten. Die Auswertungen der Flora zeigen jedoch eindeutig, dass das Schweizer Mittelland keineswegs eine homogene biogeographische Einheit darstellt. Das *Hochrhein- und Genferseegebiet* (21) unterscheidet sich deutlich vom übrigen Mittelland durch das häufige Vorkommen von Elementen (sub)mediterranen Ursprungs und/oder Elementen, die eng mit dem westeuropäischen Tiefland verbunden sind. Darüber hinaus zeigen floristische Unterschiede eine weitere Unterteilung des Mittellandes in eine westliche *(westliches Mittelland* 22) und eine östliche Einheit (*östliches Mittelland* 23). Das östliche Mittelland ist geprägt durch das häufigere Auftreten von Flachmoorarten.

4.2.3 Die Höhenzonen: ein zusätzlicher Gliederungsfaktor

Charakteristisch für den Jura sowie für die westlichen und östlichen Zentralalpen, zu denen auch die Nord- und Südalpen gezählt werden können, sind vor allem die grossen Höhenunterschiede (Zonencharakter). In gewissen Regionen wird die durch die Höhenlage bedingte klimatische Variabilität (Temperaturunterschiede, Sonneneinstrahlung, Niederschlag) ausserdem durch andere Faktoren verstärkt: Föhneinwirkung in den Tälern der Zentral- und Nordalpen oder z.B. der (sub)kontinentale Charakter der Zentralalpen. Die Karte der Wärmestufen der Schweiz (SCHREIBER et al. 1977) liefert eine sehr präzise Darstellung dieser Verhältnisse.

Die Variabilität der Bedingungen spiegelt sich natürlich auch in der Zusammensetzung von Fauna und Flora wider, die im Flachland (Hügel- bis Bergstufe) stark von den Gebirgstälern (montane bis nivale Stufe) abweicht. Da die Übergänge aber fliessend sind und die Höhenlage der Zonierungen am Alpenrand und im Alpeninnern unterschiedlich ist, wurde dieser Gliederungsfaktor nicht speziell berücksichtigt. Aus diesem Grunde wird keine weitere diesbezügliche Unterteilung der Regionen vorgeschlagen. Dennoch können die vorgeschlagenen Regionen durch ihre höchste Höhenzone charakterisiert werden: Jura mit subalpiner Stufe; Mittelland mit montaner Stufe; Voralpen mit subalpiner Stufe; Nord-, Zentral- und Südalpen mit nivaler Stufe, südl. Tessin mit subalpiner Stufe (ALDINGER & al. 1998).

4.3 Digitale Daten

Um zudem der stetig wachsenden Bedeutung von Geographischen Informationssystemen Rechnung zu tragen wurden die biogeographischen Regionen gleichzeitig als digitaler Datensatz aufbereitet. Die Bearbeitung erfolgte in ArcInfo, wobei die einzelnen Regionen in einem ersten Schritt auf der Basis der Kartierflächen von WELTEN und SUTTER (1982) ausgeschieden wurden. Für eine praxisgerechte Verwendung wurden diese Abgrenzungen an die offiziellen Gemeindegrenzen angepasst. Verwendet wurde das Cover GG25 (Bundesamt für Landestopographie), Stand 2000. Die innerhalb der Regionen liegenden Gemeindegrenzen wurden mittels dem Befehl «Dissolve» eliminiert. Alle im Cover GG25 ausgeschiedenen Seeflächen wurden jeweils entsprechenden Regionen zugeteilt. Aufgrund der faunistischen und floristischen Grundlagen musste in drei Fällen vom Prinzip der Anpassung an die Gemeindegrenzen abgewichen werden. Die Gemeinden Leukerbad, Mesocco und das Bergell (Gemeinden Stampa, Bivio und Soglio) wurden innerhalb der Gemeindegrenzen aufgeteilt und zwei Regionen zugeschlagen.

Les régions biogéographiques de la Suisse

1 Introduction

Un espace naturel résulte de l'action combinée de nombreux facteurs géographiques. Plusieurs définitions de divisions spatiales de la Suisse ont été proposées ces dernières décennies par différents auteurs et pour les besoins les plus divers. Mais en règle générale, elles n'ont pas répondu aux besoins très complexes de la protection de la nature.

Le présent travail, confié au CSCF par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, avait pour but de combler cette lacune. La division biogéographique de la Suisse présentée ici se base très largement sur des données statistiques tenant compte des réalités faunistiques et floristiques du pays. La division de base en six régions répond aux besoins de l'OFEFP pour la mise en œuvre de projets actuels ou à venir qui, dans le domaine de la protection de la nature, intéressent l'ensemble de la Suisse. Pour des besoins particuliers, une approche plus fine est proposée sous forme d'une division en dix régions. La division en six régions biogéographiques est une solution de consensus basée sur les résultats généralement concordants d'exploitations de données sur la faune et la flore. Une division plus fine implique évidemment des écarts plus considérables.

Pour mieux répondre aux exigences pratiques, les limites des régions ont été reportées sur les frontières politiques les plus proches. La carte thématique qui en résulte est donc basée sur le plan de découpage des frontières communales (GG 25–2000) de l'Office fédéral de la topographie. Les limites initiales découlant de l'étude ont été respectées avec le plus de précision possible (secteurs cartographiques de WELTEN & SUTTER 1982). Le choix des frontières communales répond mieux aux exigences pratiques et ne représente généralement pas une baisse sensible de la cohérence biogéographique. Dans de rares cas (exceptions justifiées de Loèche-les-Bains, de Mesocco et du val Bregaglia), il a fallu choisir des limites topographiques et non des frontières communales.

Il a en outre été tenu compte de l'importance croissante des systèmes d'information géographique: ainsi, les « régions biogéographiques » sont disponibles sous la forme de données vectorielles dans le système ArcInfo. La distribution est assurée par le service GEOSTAT de l'Office fédéral de la statistique, comme pour les inventaires fédéraux.

Selon l'échelle des observations, il est possible de distinguer des espaces naturels par des limites définies ou non. Pour beaucoup de travaux, nous sommes contraints de fixer des limites précises, qui comportent toujours une part de subjectivité. L'option ne porte pas à conséquence dans la mesure où toutes les décisions sont claires et compréhensibles. La marche suivie pour fixer les limites est par conséquent décrite ici avec précision.

2 Contexte et méthode

La communauté d'organismes vivants présente sur un territoire donné est le reflet de l'action conjuguée de très nombreux facteurs. Si certains sont d'ordre écologique – pouvoir de dispersion des différentes espèces, leurs relations de concurrence et leurs réactions face aux conditions géologiques, géomorphologiques et climatiques du milieu – d'autres sont d'ordre historique – aire de distribution des espèces avant et pendant les dernières glaciations, dynamique de leur expansion postglaciaire notamment (DE LATTIN, 1967). Ces derniers sont particulièrement importants pour la Suisse, puisque les trois quarts du territoire national étaient recouverts par les glaciers, il y a 15'000 ans environ. A ces nombreux facteurs se sont ajoutés les effets de l'évolution démographique et technologique des sociétés humaines dont l'influence sur la faune et la flore n'a cessé de se renforcer et de s'étendre avec le temps.

Ces différents facteurs ont pour conséquence que la distribution actuelle des espèces animales et végétales sur le territoire suisse n'est pas homogène. Certaines régions sont plus riches que d'autres en fonction, notamment, de leurs relations avec les grands axes de migration européens (bassins du Rhône, du Rhin, du Danube et du Po) et des conditions climatiques différentes qui y règnent. Le bassin lémanique, le Valais et le Tessin sont ainsi intrinsèquement plus riches en espèces d'origine méridionales que le versant nord des Alpes, le Plateau ou le Jura par exemple. Cette constatation a des implications très claires dans différents domaines, notamment en écologie appliquée: évaluation de la biodiversité (respectivement de l'évolution de la biodiversité) de régions données, estimation de la qualité relative de milieux identiques situés dans des régions différentes, évaluation du statut de liste rouge des espèces par région pour n'en citer que quelques uns. Une évaluation de ces facteurs qui ne tiendrait pas compte de ces particularités régionales aurait invariablement pour conséquence de privilégier les milieux ou les localités situés dans les régions les plus riches au détriment des autres.

En d'autres termes, dans une optique très pratique, la région biogéographique représente un facteur de stratification important de toute stratégie nationale d'échantillonnage et de toute analyse postérieure des résultats obtenus. Pour cette raison, il est important de proposer un découpage du territoire national utilisable aussi bien pour la flore que pour la faune.

Deux documents ont servi de base à cette réflexion: le travail de SANSONNENS (1996), qui propose une synthèse des divers découpages biogéographiques proposés en Suisse durant ces dernières décennies et les travaux de WOHLGEMUTH (1996) qui, sur la base d'une analyse statistique détaillée des données recueillies pour l'Atlas des phanérogammes et des ptéridophytes de Suisse (WELTEN & SUTTER 1982), propose un découpage de la Suisse en 5, 11, 19 et 30 régions phytogéographiques différentes.

La confrontation des solutions les plus proches, mais aussi les plus réalistes pour la pratique, développées dans ces deux documents (respectivement 10 et 11 régions) a mis en exergue certaines différences nettes et posé certaines questions auxquelles

seule une analyse complémentaire était susceptible de répondre. Après un entretien avec T. WOHLGEMUTH, il a donc été décidé de tenter une analyse statistique identique sur les données faunistiques du CSCF, afin de pouvoir comparer des résultats obtenus par une même procédure.

2.1 Choix des taxons

Le CSCF dispose d'un nombre important de données faunistiques inégalement réparties dans une quinzaine de groupes taxinomiques. Pour diminuer au maximum l'hétérogénéité des données analysées et viser un maximum d'analogie des approches floristiques et faunistiques, les critères suivants ont été pris en compte pour choisir les groupes utilisables:

- la couverture nationale du groupe concerné doit être la plus homogène possible
- le nombre moyen de données disponibles par espèces doit être suffisant
- les espèces concernées colonisent des milieux terrestres ou paludéens.

Les groupes suivants ont été finalement retenus: Gastéropodes [*Mollusca*], Diplopodes [*Diplopoda*], Orthoptères [*Orthoptera*], Lépidoptères diurnes [*Rhopalocera*], Macrolépidoptères [*Lepidoptera* p.p.], Carabidés [*Coleoptera Carabidae*], soit quelques 437'000 occurences réparties sur 1410 espèces.

Toutes les données disponibles pour ces différents groupes ont été retenues et ceci indépendamment de leur date de récolte (les données les plus anciennes datent de 1850 environ) ou de leur précision géographique puisque des données de faible précision géographique (région de Frauenfeld, du Simplon, de Lugano par exemple) restent pertinentes pour une analyse biogéographique à l'échelle nationale basée sur les secteurs WELTEN & SUTTER).

2.2 Traitement préliminaire de l'information

Les étapes suivantes ont été réalisées pour préparer l'information de base:

- extraction des données indispensables (espèces et coordonnées géographiques) de la BdD ORACLE par questionnement interactif;
- transformation des données extraites en couche thématique (points) par le biais de la procédure GENERATE du logiciel ARCINFO;
- attribution des observations ponctuelles aux différents secteurs WELTEN & SUTTER (couche thématique polygone) par le biais de la procédure IDENTITY du logiciel ARCINFO;
- extraction des données ainsi obtenues (espèces, identifieurs des secteurs) dans un fichier texte;
- chargement de ce fichier dans EXCEL et création d'une matrice espèces/secteurs (1410 lignes, 579 colonnes)
- construction d'un fichier de données selon le format du programme d'analyse statistique

2.3 Analyse statistique

Le programme MULVA-5 (WILDI & ORLÒCI 1996) a été utilisé pour traiter l'information de base: détermination de l'affinité respective des différents secteurs pour lesquels de l'information faunistique est disponible et répartition de ces secteurs en 5, respectivement 11 et 19 régions différentes.

Parmi les analyses réalisées, les suivantes ont apporté les résultats les plus probants:

- analyse de toutes les données disponibles pour tous les secteurs sans aucune restriction (niveaux 11 et 19 régions)
- analyse des données disponibles pour les secteurs présentant plus de 50 espèces (avec élimination des secteurs particulièrement mal échantillonnés)
- analyse des données disponibles pour les secteurs de basse et moyenne altitude et présentant plus de 50 espèces (élimination des secteurs de l'étage alpin et/ou particulièrement mal échantillonnés ainsi que des secteurs lacustres; les secteurs utilisés sont alors ceux retenus par WOHLGEMUTH [1996])
- analyse partielle des secteurs du Plateau et des Alpes orientales présentant plus de 50 espèces.

Les analyses statistiques ont été effectuées de façon conforme à celles de WOHLGEMUTH (1996), à savoir:

- lecture du fichier total (579 relevés, 1300 espèces)
- création de fichiers de données partiels (procédure GROUPS de MULVA 5)
- initialisation de fichier pour les calculs (procédure OPEN de MULVA 5: présence/absence, normation à 1 des vecteurs «secteurs»)
- calcul de la matrice de ressemblance (procédure RESEMB de MULVA 5: corrélations entre objets «secteurs»)
- calcul de groupement (procédure CLUSTER de MULVA 5: variance minimale, formation du nombre de secteurs souhaités)
- de façon optionnelle, les espèces les plus discriminantes pour le nombre de groupes calculé ont été listées de manière à faciliter l'interprétation des groupes «secteurs» (procédure DISCRIM de MULVA 5).

2.4 Représentation cartographique des résultats

Les résultats des analyses ont été extraits de MULVA 5 (fichiers textes), mis en forme dans EXCEL (transposition) et injectés dans une table ORACLE par l'intermédiaire de l'utilitaire SQL$LOAD.

La représentation cartographique de l'information a alors pu être réalisée par le biais d'une macro (AML) assurant l'interface ORACLE / ARCINFO. Ainsi les secteurs WELTEN & SUTTER qui ont le plus d'affinités, qui appartiennent ainsi à un même groupe de relevés, sont attribués à la même entité.

2.5 Présentation des résultats

Les analyses réalisées n'avaient pas pour but de proposer un découpage biogéographique totalement nouveau de la Suisse mais de tenter de répondre à l'aide de données faunistiques à quelques questions précises générées par la confrontation des solutions proposées dans les deux documents mentionnés en introduction (niveau 11 régions):

2.5.1 Quelles sont les limites et les affinités de la région jurassienne ?

Dans WOHLGEMUTH (1996; fig. 2) au niveau 11 régions, le «Jura» recouvre la chaîne montagneuses allant du massif de la Dôle au sud ouest à la région du Fricktal (Jura tabulaire) au nord est; il englobe le pied sud du Jura (étage collinéen, éléments subméditerrannéens) et une partie de l'Ajoie. Il exclu le bassin genevois, la vallée du Rhin près de Bâle et les Randen (SH).

Les analyses réalisées avec la faune (fig. 3) soulignent les faits suivants:

- le Jura se dissocie très nettement du Plateau, du bassin genevois, de la région bâloise et de la vallée du Rhin;
- les secteurs montagneux des Randen (SH) et l'Ajoie font partie de la région jurassienne;
  la faune jurassienne a des affinités avec celle de certains secteurs du versant nord des Alpes; comme ces affinités s'estompent lorsque les secteurs de haute altitude et les secteurs peu échantillonnés sont exclus de l'analyse, elles sont assurément dues à leurs éléments orophiles.

2.5.2 Quelles sont les limites du Plateau Suisse ?

Dans WOHLGEMUTH (1996), le «Plateau» se divise en trois régions:

1. l'arc lémanique, la vallée du Rhin, la partie orientale du Jura tabulaire et quelques éléments collinéens séparés de la chaîne jurassienne proprement dite (Lägern, Randen, Seerücken Thurgovien par ex.);
2. le Plateau occidental, limité au sud par les préalpes fribourgeoises, l'Emmental et le Napf;
3. le Plateau oriental, limité à l'ouest par la Suhr et au sud par les préalpes de Suisse centrale, le Toggenburg et les montagnes appenzelloises.

Les différentes analyses réalisées avec la faune soulignent les faits suivants:

- les limites du Plateau et du versant Nord des Alpes répondent assez bien aux limites de WOHLGEMUTH (1996);
- les secteurs montagneux des Randen (SH) et la partie orientale de l'Ajoie appartiennent au Jura;
- si la régionsde Bâle et le bassin genevois restent systématiquement associés dans les différentes analyses aucune limite nette ne ressort pour le Plateau (la faune du plateau thurgovien a des affinités avec celle de certains secteurs du Plateau occidental par ex.).

2.5.3 Quelles sont les limites du Versant nord des Alpes ?

Dans WOHLGEMUTH (1996) le Versant nord des Alpes regroupe une vaste région allant du Chablais valaisan et vaudois à l'ouest aux préalpes St. galloises à l'est. Il englobe les bas massifs des préalpes (Napf, Toggenburg....) ainsi que le Vorderrhein, le Prättigau et l'Oberhalbstein (GR).

Les résultats des différentes analyses réalisées avec la faune correspondent grossièrement à ceux obtenus avec la flore. Une différence notoire apparaît toutefois: les secteurs des Grisons et de l'Engadine ont plus d'affinités entre eux qu'avec la plupart de ceux des autres régions.

2.5.4 Quelles sont les limites des Alpes centrales et méridionales ?

Dans WOHLGEMUTH (1996), 4 grandes régions apparaissent:

- les hautes vallées valaisannes, tessinoises, le Val Bregaglia et le Val Poschiavo, le haut Vorderrhein (Ilanz–Disentis), ainsi que les vallées menant au Gotthard (UR) et au Grimsel (BE);
- le Valais central;
- le Tessin central et méridional;
- l'Hinterrhein, l'Engadine, l'Oberhalbstein, la haute vallée de la Landwasser et le haut Prättigau.

Les résultats des différentes analyses réalisées avec la faune soulignent les points suivants:

- les secteurs des hautes vallées valaisannes ont, à une exception près, des affinités très nettes avec les autres secteurs du Valais central;
- les secteurs des hautes vallées tessinoises (+ Mesolcina), ainsi que le Val Poschiavo et le Val Bregaglia ont des affinités très nettes avec les secteurs du Tessin méridional;
- les secteurs de la partie nord des Grisons et de l'Engadine restent associés dans toutes les analyses réalisées; les secteurs de la partie nord des Grisons se différencient nettement des secteurs du Versant nord des Alpes.

2.5.5 Existe-t-il une régionalisation des secteurs de haute altitude pour lesquels de l'information «suffisante» est disponible ?

Les quelques résultats disponibles pour la faune soulignent que la répartition des secteurs de haute altitude (étages subalpin à alpin) ne répond pas au même schéma que celle des secteurs d'altitude plus basse: aucune régionalisation nord–sud; aucune régionalisation est–ouest.

3 Discussion des résultats et solutions proposées

La définition de zones biogéographiques doit par définition tenir compte aussi bien de la faune que de la flore. Les solutions proposées sont donc étayées aussi bien sur les résultats présentés dans la thèse de WOHLGEMUTH (1996) que sur ceux obtenus par l'analyse des données du CSCF. Compte tenu des différences relativement importantes existant entre les solutions floristiques et faunistiques de niveau 11, la solution définitive ne peut être envisagée qu'avec un nombre de régions compris entre 6 (Hauptregionen WOHLGEMUTH [1996] fig. 1) et 11. L'ensemble du raisonnement réalisé est basé sur les postulats suivants:

1. Les espèces discrimantes sont en majorité des espèces dont l'amplitude altitudinale est faible (caractéristiques de basse et moyenne altitude). Pour ces espèces, les régions de très haute altitude (étage alpin) représentent des barrières quasi infranchissables à toute expansion territoriale. Cette dernière est toutefois continue (colonisation de la plupart des régions disponibles et en conséquence, apparition dans les vallées latérales par ex.) tant que ces barrières ne sont pas atteintes. Ces faits sont particulièrement évidents pour la faune invertébrée, espèces migratrices ou ectoparasites de vertébrés exceptés.
2. Les axes préférentiels de pénétration de la Suisse sont les vallées des bassins versants du Rhin (ouverture nord orientale), du Rhône (ouverture sud occidentale), du Danube (ouverture orientale) et du Pô (ouverture méridionale). Si le bassin du Pô est totalement isolé par de hauts massifs montagneux, ceux du Rhin et du Rhône entrent en contact entre les Vosges et le Jura (territoire de Belfort, près de l'Ajoie et de la région bâloise), alors que les bassins du Rhin et du Danube entrent en contact dans le Jura souabe et la Forêt Noire (Schaffhouse–lac de Constance).
3. Les espèces discriminantes ont une distribution limitée. A l'échelle nationale, elles sont donc plus rares (moins d'observations disponibles) que les espèces à large distribution. Les espèces rares n'ont pas été éliminées de l'analyse des données faunistiques.

Les deux solutions proposées correspondent respectivement à sept (limites secteurs WELTEN & SUTTER, fig. 4) ou six (limites communales, fig. 5) régions biogéographiques de premier niveau. La première se distingue de la seconde par l'isolement d'une région englobant toutes les surfaces de haute altitude de l'Arc alpin.

3.1 Jura

La solution proposée englobe toute la chaîne jurassienne entre la Dôle (Jura plissé) à l'ouest et le Fricktal (Jura tabulaire) à l'est (concordance faune–flore); elle recouvre en outre toute l'Ajoie et les secteurs montagneux des Randen (divergences faune–flore). Les raisons suivantes ont légitimé ce choix:

- toutes les analyses effectuées pour la faune (niveaux 5, 11 et 19 régions) associent les Randen et l'Ajoie à la région jurassienne;
- dans WOHLGEMUTH (1996), aux niveaux 11 et 19 régions, la partie orientale de l'Ajoie a plus d'affinité avec le Plateau occidental (dont elle est séparée par une chaîne de montagne culminant à plus de 1600 m.), qu'avec la région bâloise avec

laquelle elle est en contact (par le biais du fossé rhénan); d'un point de vue zoogéographique (axes préférentiels ou au contraire barrières de migration, cf. postulats 1 et 2 ci-dessus) ce fait est illogique. Une seule alternative persistait donc: associer l'Ajoie à une région bâloise autonome (proposition SANSONNENS op. cit.) sur la base d'affinités faunistiques décisives ou maintenir l'Ajoie entière dans la région jurassienne; comme aucun élément faunistique décisif n'a été mis en évidence pour étayer le premier terme de cette alternative, c'est le second qui a été retenu (il n'est toutefois pas exclu qu'une amélioration de l'état de nos connaissances sur la flore et la faune de cette région plaide à terme pour son rattachement à la région bâloise, certains indices plaidant déjà pour cette solution);

- le caractère orophile de la faune des secteurs montagneux des Randen est mis en évidence au niveau 5 régions déjà où l'ensemble des secteurs jurassiens et ceux du Versant nord des Alpes sont associés et nettement différenciés de ceux du Plateau.

3.2 Plateau

Les limites du Plateau qui ont été retenues sont très proches de celles émanant de l'analyse des données floristiques et faunistiques de niveau 5 régions. La possibilité d'une subdivision de premier niveau de cette région en sous-unités distinctes a été écartée car les résultats des analyses floristiques et faunistiques sont trop divergents au niveau 11 régions.

Les résultats obtenus pour la faune sont trop hétérogènes pour permettre d'étayer une subdivision de second niveau du Plateau. Cette dernière ne peut donc être envisagée qu'en retenant les résultats obtenus par WOHLGEMUTH (1996) soit 3 sous-régions (voir fig. 2): arc lémanique, bassin rhénan et région de Schaffhouse (sans les Randen); plateau ouest; plateau est.

3.3 Versant nord des Alpes

Les résultats des analyses faunistiques et floristiques sont très convergents et les limites choisies pour cette région correspondent grossièrement à celles définies dans WOHLGEMUTH (1996: niveau 11 régions), exception faite de la région du nord des Grisons (voir plus bas).

Sur la base des analyses faunistiques et floristiques réalisées une subdivision nord–sud de cette vaste région est envisageable; une subdivision est–ouest, souvent proposée dans les travaux biogéographiques récents, n'est par contre étayée par aucune des analyses réalisées.

3.4 Alpes centrales occidentales

Les analyses faunistiques et floristiques marquent très bien la différence fondamentale existant entre le Valais central et les autres régions de Suisse, elles divergent toutefois quant aux limites à lui apporter. Celles qui ont été retenues (Valais central et hautes vallées latérales) sont celles qui émanent de l'analyse faunistique (niveau 11 régions). Ce choix est surtout basé sur le premier postulat mentionné plus haut. Soulignons que ces limites ressortent au niveau 19 régions dans WOHLGEMUTH (1996).

Les résultats obtenus pour la faune ne permettent pas d'étayer une quelconque subdivision de second niveau des Alpes internes occidentales.

3.5 Alpes centrales orientales

Les analyses floristiques et faunistiques sont convergentes sur un point important: l'Engadine et la plupart des hautes vallées grisonnes ont de très fortes affinités et ne se dissocient que très tardivement (niveau 30 régions dans WOHLGEMUTH (1996) par ex.). L'individualisation de la seule Engadine en une région biogéographique distincte n'est donc pas justifiée sur la base des données disponibles.

Le choix des limites adoptées pour la région «Grisons» (tout le canton sauf le bas Prättigau et la vallée du Rhin entre Coire et Sargans) est basé sur les constatations suivantes:

- dans WOHLGEMUTH (1996), au niveau 5 régions, le Vorderrhein, le Domleschg et le bas Prättigau sont associés à la région «Versant nord des Alpes»; la flore d'une partie importante des Grisons a donc des affinités avec la flore du Versant nord des Alpes;
- au niveau 11 régions, dans toutes les analyses faunistiques réalisées, le Vorderrhein et le Domleschg restent associés à l'Engadine; les différences existant entre la plupart des vallées grisonnes et les régions du Versant nord des Alpes sont encore accusées par l'analyse partielle des secteurs concernés qui montre que la faune des vallées grisonnes se différencie nettement de celle du Versant nord des Alpes;
- les analyses faunistiques et floristiques (niveau 11 régions) sont convergentes en ce qui concernent les affinités existant entre la faune et la flore du bas Vorderrhein (Coire–Sargans) et du bas Prättigau et celles des régions du Versant nord des Alpes; ainsi, le bas Prättigau et la vallée du Rhin, entre Coire et Sargans, ont été regroupés à la région «Versant nord des Alpes».

Les résultats obtenus pour la faune ne permettent pas d'étayer une quelconque subdivision de second niveau des Grisons.

3.6 Versant sud des Alpes

Les analyses faunistiques et floristiques marquent très bien la différence fondamentale existant entre le Sud des Alpes et les autres régions de Suisse, elles divergent toutefois quant aux limites à lui apporter. Celles qui ont été retenues (Tessin, Mesolcina, Val Bregaglia et Val Poschiavo) sont celles qui émanent de l'analyse faunistique (niveau 11 régions). Ce choix est basé sur le premier et le second postulat mentionnés plus haut et sur le fait que ces limites ressortent nettement au niveau 19 régions dans WOHLGEMUTH (1996).

Sur la base des analyses faunistiques et floristiques réalisées, une subdivision du Sud des Alpes en deux régions distinctes (Sottoceneri, Centovalli et partie moyenne des vallées latérales d'une part; hautes vallées, Val Bregaglia et Val Poschiavo d'autre part) est envisageable.

3.7 Découpage préliminaire

(selon secteurs WELTEN & SUTTER) fig. 4

Le découpage en sept régions qui résulte de la confrontation des données floristiques et faunistiques se rapproche aussi bien des «régions naturelles» de second ordre de GUTERSOHN (1974) que des grandes régions zoogéographiques proposées par SAUTER (1975). Il se distingue toutefois du premier par la très rapide individualisation du Valais et des Grisons et du second, par le maintien de la partie nord des Grisons et de l'Engadine en une seule et même unité. Cette forte concordance souligne le caractère consensuel de la solution proposée.

Les divergences s'accentuent toutefois quand la finesse du découpage augmente. En ce qui concerne les résultats obtenus par les analyses floristiques et faunistiques WOHLGEMUTH estime que ce fait est dû d'une part à des problèmes méthodologiques (Gliederungmethodik) et d'autre part à des différences de stratégies de dispersion ou de réactions aux facteurs abiotiques (type de sol, climat) entre la faune et la flore. Si cette hypothèse devait se confirmer à la suite d'analyses complémentaires (quand les informations faunistiques et floristiques disponibles seront plus nombreuses et plus homogènes), la question de savoir si un seul découpage doit être retenu pour la flore et la faune devra être posée.

4 Les régions biogéographiques

4.1 Découpage définitif de premier niveau

(limites communales) fig. 5

Ce choix a été réalisé à la demande de l'OFEFP afin d'obtenir un découpage biogéographique de la Suisse cohérent, mais d'emploi pratique. Les raisons suivantes permettent d'affirmer que le passage aux limites communales ne nuit pas fondamentalement à la cohérence biogéographique de la solution proposée, tout en répondant à cet objectif pratique:

- les limites communales correspondent souvent à des obstacles naturels (lignes de crêtes, rivières, fleuves...) pouvant représenter autant d'obstacle à la migration des espèces animales;
- deux régions biogéographiques ne se différencient pas par une modification brusque (qui se traduirait par une ligne très étroite et très précise sur le terrain), mais au contraire graduelle des composantes de leur flore ou de leur faune; le choix d'une frontière nette entre deux régions est donc par essence arbitraire;
- l'attribution de données à l'une ou l'autre des grandes régions biogéographiques retenues est possible sans utilisation d'un SIG, pour peu que les données sources soient attribuées aux communes dans lesquelles elles ont été récoltées.

Les limites adoptées pour le plan thématique définitif ont été tracées sur la base de frontières communales (GG25; Office fédéral de topographie) en suivant le plus précisément possible les limites des régions biogéographiques du découpage préliminaire (limites des secteurs WELTEN & SUTTER). Le passage à des limites politiques interdit bien entendu le maintien des zones de hautes altitudes en une entité indépendante. Le nombre de régions biogéographiques de base passe donc de sept à six: Jura (1), Plateau (2), Versant nord des Alpes (3), Alpes centrales occidentales (4), Alpes centrales orientales (5), Versant sud des Alpes (6).

La biogéographie est une discipline qui, par définition, travaille à l'échelle de grand espaces (biomes, continent, pays). Sa finesse de perception oscille ainsi entre une précision de l'ordre du 1:1'000'000 au 1 :100'000'000. Le problème majeure auquel on va systématiquement être confronté avec ce cover régions biogéographiques est celui de la confrontation de données réelles (observation de terrain), de précision oscillant entre le 1:10'000 et le 1:50'000, à un cover régions biogéographiques dont la précision des limites est au mieux au 1:1'000'000. La précision des limites biogéographiques n'a rien à voir avec la précision de l'échelle (1:25'000) du cover des communes de Suisse qui a été utilisé pour les tracer.

Pour des analyses judicieuses dans les régions frontières, il faut donc tenir compte de ce problème. A cette fin, les auteurs proposent une méthode travaillant par étape:

- attribution d'une région biogéographique à chacun des 42'000 km^2 de la Suisse par interface avec le cover régions biogéographiques. Détermination de l'appartenance d'un km^2 à une commune sur la base des coordonnées du coin inférieur gauche de chaque km^2. Chaque km^2 ne peut donc être attribué qu'à une seule région biogéographique;

- extraction du résultat de cette interface dans un fichier de forme cx, cy, région biogéographique;
- injection de cette matrice dans un fichier tabulaire permettant de faire le lien avec les tables renfermant les observations des espèces;
- pour des communes à cheval entre deux régions uniquement, réattribution des km^2 à la région voisine quand ces km^2 y sont entièrement inclus.

4.2 Découpage de second niveau

(limites communales) fig. 6

Le découpage en six régions biogéographiques est une solution consensuelle entre les résultats, le plus souvent convergents, des analyses faunistiques et floristiques. Il a été mentionné qu'un découpage de second niveau de ces 6 régions de base était plus problématique dans la mesure où les divergences des résultats des analyses floristiques et faunistiques s'accentuaient avec l'augmentation du nombre de subdivisions envisagées. Il n'en demeure pas moins que pour certains travaux, le recours à un découpage plus fin pourrait s'avérer utile. C'est pourquoi, le plan thématique réalisé offre la possibilité de travailler sur une base de 10 subdivisions. Une bonne convergence des résultats obtenus par les analyses faunistiques et floristiques, le caractère de la région concernée et de forts arguments floristiques sont les principaux critères appliqués pour les définir.

4.2.1 Convergences

Les résultats des analyses faunistiques et floristiques convergent pour une subdivision de deux régions biogéographiques de premier niveau: les versants nord et sud des Alpes.

En ce qui concerne le Versant nord des Alpes, la région des Préalpes (31: Napf, Toggenburg...) se différencie nettement des massifs plus élevés des Alpes du nord (32). Elle regroupe essentiellement les massifs molassiques du Tertiaire extra alpin. D'un point de vue faunistique et floristique, cette unité se distingue de la région des Alpes du nord par l'absence ou la faible fréquence des espèces de haute altitude (étages subalpins et alpins notamment).

En ce qui concerne le versant sud des Alpes, la région *Tessin méridional* (62) qui recouvre le Sottoceneri, les Centovalli et la partie moyenne des vallées latérales du Tessin et du Mesolcina se distingue nettement des *Alpes du sud* (61) qui regroupent les hautes vallées tessinoises, le haut Mesolcina et les Vals Bregaglia et Poschiavo. Elle se caractérise surtout par la haute fréquence d'éléments extra alpins d'origine (sub)méditerranéenne.

4.2.2 Caractère de la région considérée

Le Plateau se distingue de toutes les autres régions de Suisse par son altitude moyenne assez faible et par le gradient altitudinal modéré qui existe entre ses parties les plus basses (bassin rhénan, 260 m) et les plus hautes (Bantiger, 960 m par ex.). Pour le Plateau, l'influence de l'altitude (et des facteurs qui en découlent) est donc moindre sur la composition et la distribution de la flore et de la faune que dans les autres régions. Il s'en distingue ainsi par l'absence quasi complète de toute espèce strictement orophile. Les analyses floristiques démontrent toutefois clairement que le Plateau suisse n'est pas une unité biogéographique homogène. Les bassins rhénan et lémanique (21) se distinguent nettement du reste du Plateau par la fréquence élevée d'éléments d'origine (sub)méditerranéenne et/ou strictement liés à la basse plaine d'Europe occidentale. Ce fait est aussi bien étayé par la flore que par la faune. D'autre part des arguments floristiques très forts plaident pour une subdivision supplémentaire du Plateau en une entité occidentale (Plateau occidental 22) et orientale (Plateau oriental 23), cette dernière étant notamment caractérisée par une fréquence beaucoup plus élevée d'espèces de milieux humides (bas marais par ex.).

4.2.3 L'altitude: un facteur complémentaire de stratification

Le Jura, les Alpes internes occidentales, les Alpes internes orientales, auxquelles les Alpes du nord et du sud peuvent être associées, se caractérisent par un fort gradient altitudinal (caractère zonal). Dans certaines régions, les variations des conditions climatiques dues à ce seul gradient (variations de température, d'ensoleillement et de précipitations) sont encore renforcées par d'autres facteurs: l'effet foehn des vallées des Alpes internes et septentrionales; la (sub)continentalité des Alpes internes notamment. La carte des niveaux thermiques de la Suisse (SCHREIBER & al. 1977) offre une représentation cartographique très concrète de cet état de fait.

La variabilité de ces conditions se traduit évidemment par de fortes modifications des composantes de la faune et de la flore entre les vallées (étages collinéen à montagnard) et les régions de haute montagne (étages montagnard supérieur à nival). Comme ces modifications sont progressives et comme l'altitude moyenne des étages de végétation varie entre les régions intra- et extraalpines, ce facteur de zonation n'a toutefois pas été retenu. C'est pourquoi, aucune subdivision altitudinale n'est proposée pour ces régions. Il n'en demeure pas moins qu'elles peuvent être caractérisées par leur étage de végétation le plus élevé: le Jura par son étage subalpin; le Plateau par son étage montagnard; les Préalpes par leur étage subalpin; les Alpes du nord, centrales occidentales, centrales orientales et méridionales par leur étage nival et le Tessin méridional par son étage subalpin (Aldinger & al., 1998).

4.3 Les données numérisées

Afin de tenir compte de l'importance croissante des systèmes d'information géographique, les régions biogéographiques de la Suisse sont simultanément proposées sous une forme digitalisée (système ArcInfo). Dans un premier temps, chaque région a été délimitée sur la base des secteurs cartographiques de WELTEN et SUTTER (1982). Pour en faciliter l'utilisation, les limites ont été reportées sur les frontières communales les plus proches, sur la base du plan officiel Cover GG25 de l'Office fédéral de topographie (état 2000). Les frontières communales situées à l'intérieur des régions ont été effacées au moyen de la commande « Dissolve ». Toutes les surfaces lacustres délimitées par le plan Cover GG25 ont été attribuées aux régions correspondantes. Dans trois cas cependant, il a fallu renoncer au principe du report des limites sur les frontières communales, afin de respecter les données faunistiques et floristiques: dans les communes de Loèche-les-Bains et de Mesocco, ainsi qu'au Val Bregaglia (communes de Stampa, Bivio et Soglio). Les parties de ces communes ont donc été attribuées à deux régions différentes.

Literatur
Bibliographie

ALDINGER, E.; HÜBNER, W.; MICHIELS, H.-G.; MÜHLHAÜSSER, G.; SCHREINER, M.; WIEBEL, M. (1998). Überarbeitung der Standortskundlichen regionalen Gliederung im Südwestdeutschen Standortskundlichen Verfahren. Mitt. des Vereins Forstliche Standortskunde und Fortpflanzenzüchtung 39: 5–71

DE LATTIN, G. (1967). Grundriss der Zoogeographie. Stuttgart. 602 pp.

GUTERSOHN, H. (1975). Régions naturelles. *In* IMHOF, E. Atlas de la Suisse. Office fédéral de topographie, Wabern-Berne.

SANSONNENS, B. (1996). Approche biogéographique in GONSETH & MULHAUSER, Bioindication et surfaces de compensation écologique. Cahier de l'environnement no 261: 20–36, OFEFP, Berne.

SAUTER, W. (1975). Zoogéographie. *In* IMHOF, E. Atlas de la Suisse. Office fédéral de topographie, Wabern-Berne.

SCHREIBER, K.F.; KUHN, N.; HUG, C.; HÄBERLI, R.; SCHREIBER, C. (1977). Niveaux thermiques de la Suisse. Département de justice et police, Berne 69 pp., 4 cartes 1:200'000 et 1 carte 1:500'000.

WELTEN, M. & SUTTER (1982). Atlas de distribution des ptéridophytes et des phanérogammes de la Suisse. Vol. 1 et 2, Basel: 716 et 698 pp.

WILDI, O. & ORLÒCI, L. (1996). Numerical exploration of community patterns. 2 ed. SPB Academic Publishing, The Hague. 171 pp.

WOHLGEMUTH, T. (1996). Ein floristischer Ansatz zur biogeographischen Gliederung der Schweiz. Bot. Helv. 106: 227–260, (http://www.wsl.ch/land/products/webflora)

Anhang / Annexe

Anhang 1:
Annexe 1:

Die biogeographischen Regionen nach WOHLGEMUTH (1996)
Les régions biogéographiques selon WOHLGEMUTH (1996)

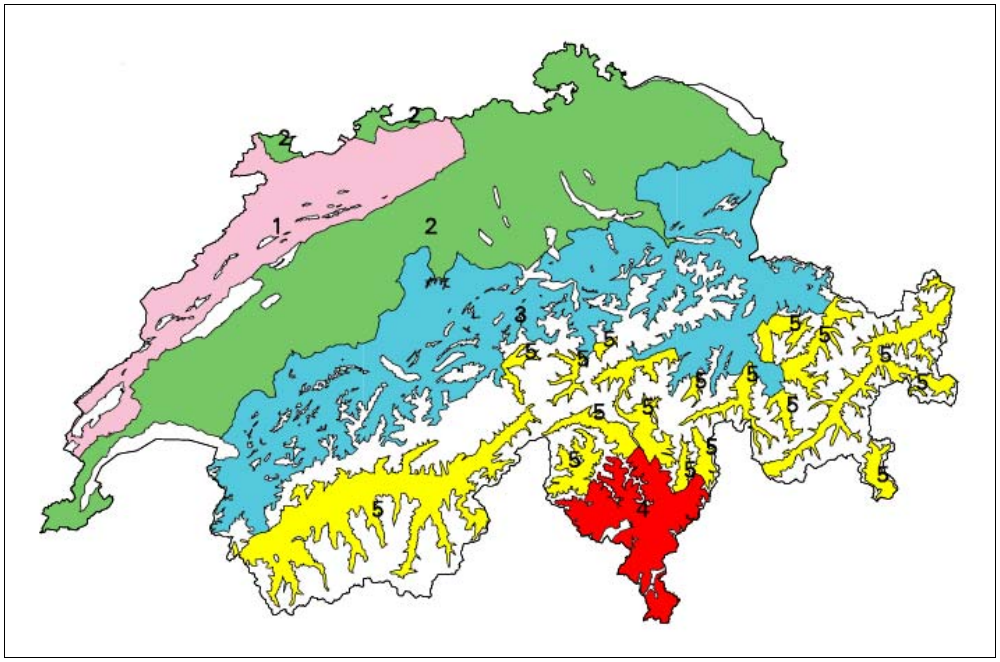


Abbildung 1: Die fünf Hauptregionen nach WOHLGEMUTH

Figure 1: Les cinq régions principales selon WOHLGEMUTH

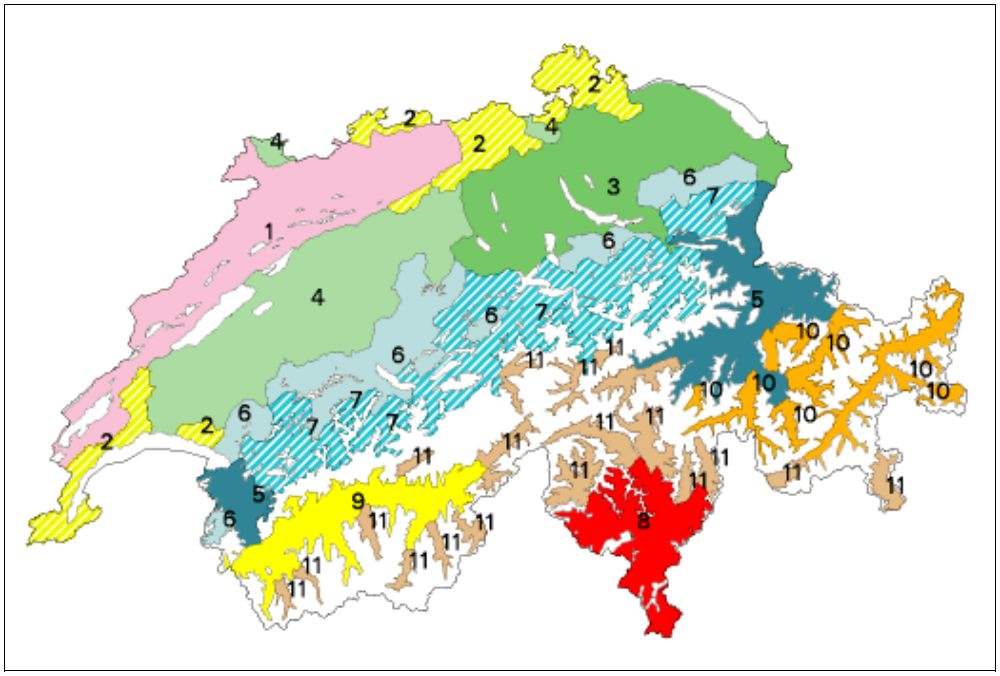


Abbildung 2: Die 11 Regionen nach WOHLGEMUTH

Figure 2: Les 11 régions selon WOHLGEMUTH

Anhang 2:
Annexe 2:

Die faunistischen und floristischen Ansätze
Découpages faunistiques et floristiques

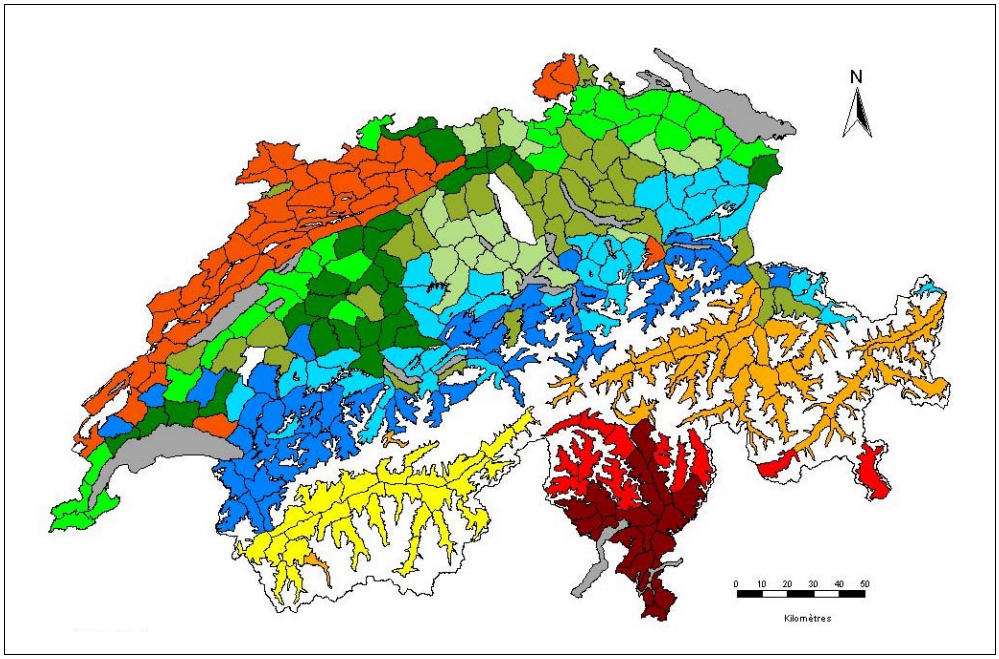


Abbildung 3: Faunistische Auswertung

Figure 3: Les analyses réalisées avec la faune

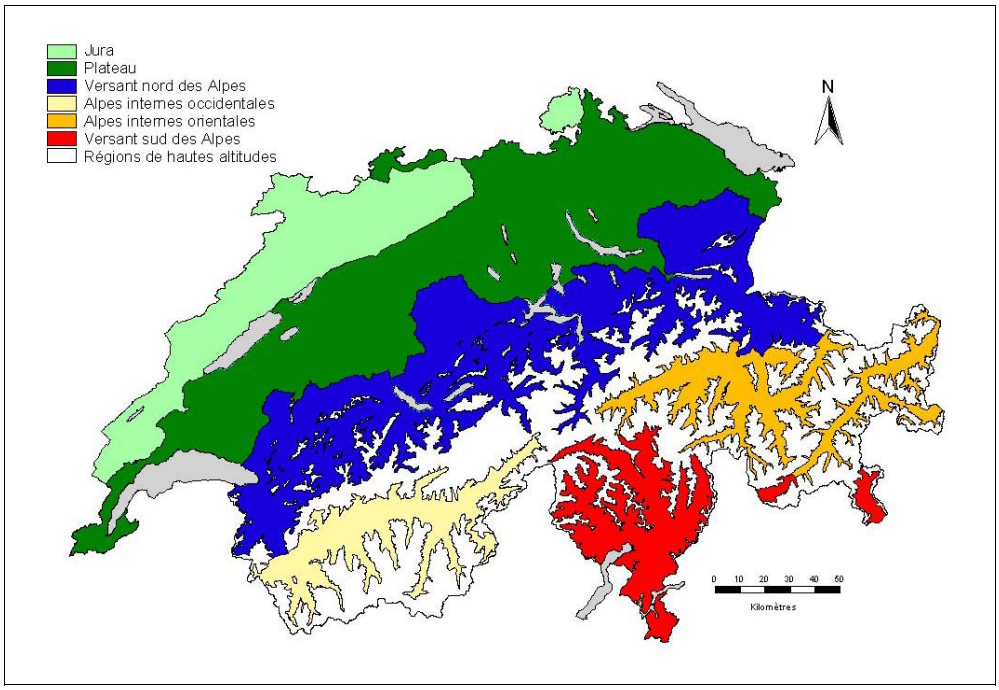


Abbildung 4: Grenzen nach WELTEN & SUTTER (1982)

Figure 4: Les secteurs selon WELTEN & SUTTER (1982)

Anhang 3: Annexe 3:

Die biogeographischen Regionen der Schweiz
Les régions biogéographiques de la Suisse

A. Grundeinteilung / division principale / divisione principale

C_6	R_6	Deutsch	Français	Italiano
1	JU	Jura	Jura	Giura
2	MP	Mittelland	Plateau	Altipiano
3	NA	Alpennordflanke	Versant nord des Alpes	Versante nord delle Alpi
4	WA	Westliche Zentralalpen	Alpes centrales occidentales	Alpi centrali occidentali
5	EA	Östliche Zentralalpen	Alpes centrales orientales	Alpi centrali orientali
6	SA	Alpensüdflanke	Versant sud des Alpes	Versante sud delle Alpi

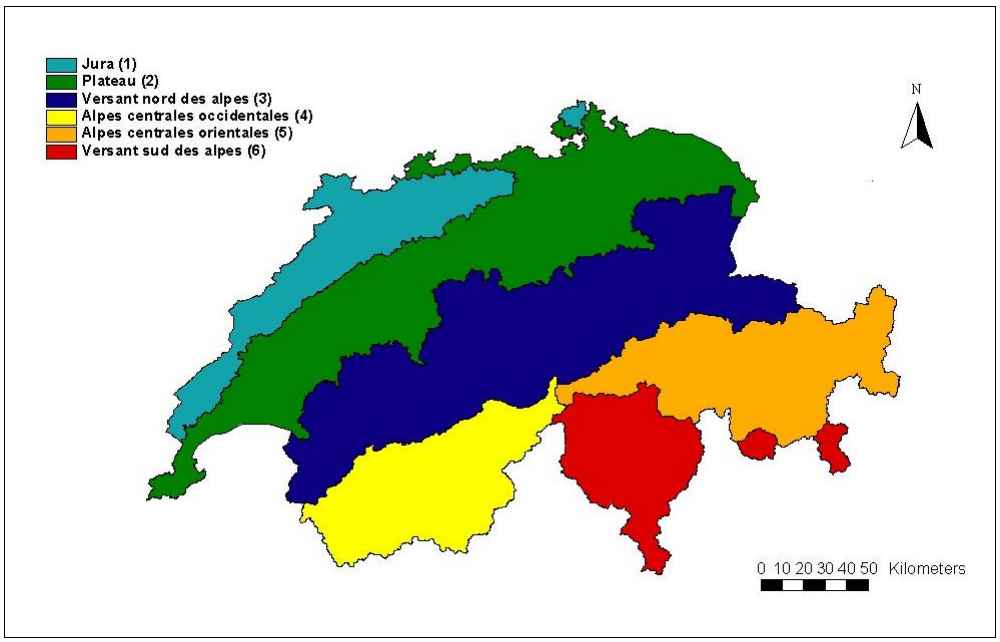


Abbildung 5: Endgültige Einteilung erster Ordnung (Gemeindegrenzen)

Figure 5: Découpage définitif de premier niveau (limites communales)

B. Unterregionen / subdivisions / subdivisioni

C_10	R_10	Deutsch	Français	Italiano
11	JU1	Jura und Randen	Jura et Randen	Giura e Randen
21	MP1	Hochrhein- und Genferseegebiet	Bassin lémanique et rhénan	Regione del Lemano e dell'Alto Reno
22	MP2	Westliches Mittelland	Plateau occidental	Altipiano occidentale
23	MP3	Östliches Mittelland	Plateau oriental	Altipiano orientale
31	NA1	Voralpen	Préalpes	Prealpi
32	NA2	Nordalpen	Alpes septentrionales	Alpi settentrionali
41	WA1	Westliche Zentralalpen	Alpes centrales occidentales	Alpi centrali occidentali
51	EA1	Östliche Zentralalpen	Alpes centrales orientales	Alpi centrali orientali
61	SA1	Südalpen	Alpes méridionales	Alpi meridionali
62	SA2	Südlicher Tessin	Tessin méridional	Ticino meridionale

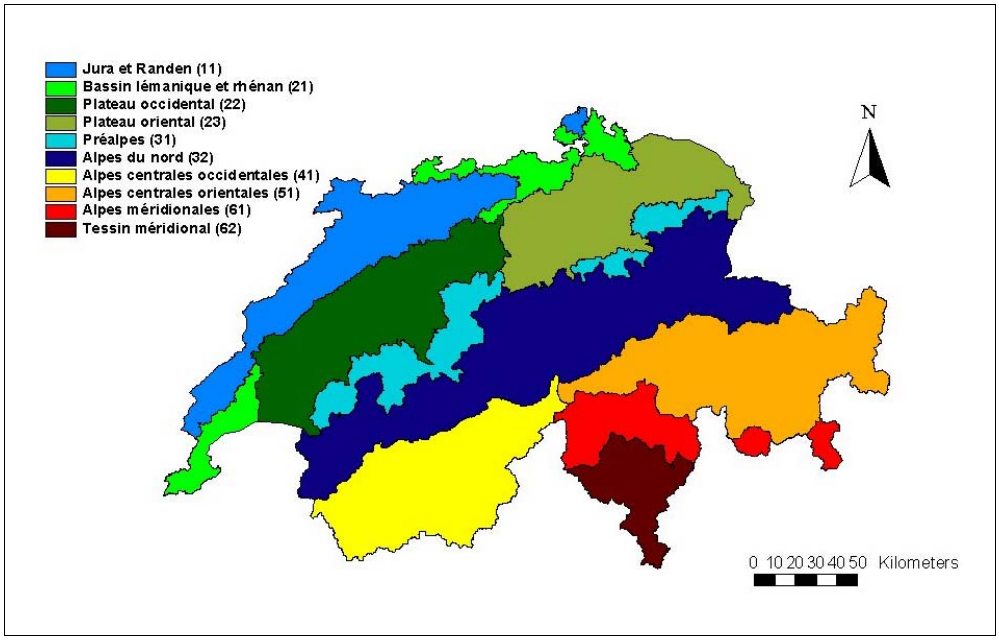


Abbildung 6: Einteilung zweiter Ordnung (Gemeindegrenzen)

Figure 6: Découpage de second niveau (limites communales)

Anhang 4: Digitale Daten

Erhebungs-/ Erfassungsmethode: Die biogeographischen Regionen der Schweiz (in sechs oder zehn Klassen) beruhen auf einem rein statistischen Gliederungsansatz auf der Basis der Resultate der Kartierung der schweizerischen Flora des SZKF und den faunistischen Daten des SZKF. Für eine bessere Verwendung in der Praxis wurden die ermittelten Regionsgrenzen an die offiziellen Gemeindegrenze 2000 (Bundesamt für Landestopographie, GG25) angepasst. Innerhalb der Regionen liegende Gemeindegrenzen wurden mittels Dissolve eliminiert. Die Gemeinden Leukerbad, Mesocco und das Bergell (Gemeinden Stampa, Bivio und Soglio) wurden als Ausnahmen innerhalb der Gemeindegrenzen aufgeteilt und zwei Regionen zugeschlagen.

Bearbeitung: Schweizerisches Zentrum für die kartographische Erfassung der Fauna (SZKF), Neuchâtel

Grundlagen:
- Kartierung der Schweizer Flora inkl . Ergänzungsmeldungen
- Faunistische Daten des SZKF
- Statistische Analysen der WSL und des SZKF

Erhebungszeitpunkt der Grundlagendaten: 1997
2000 Gemeindegrenzen (GG25, L+T)

Erhebungsgebiet: Schweiz

Datenstruktur: Polygondatensatz 1:25'000

Layerbeschreibung
Covername/Layername: BIOGREG

ITEM NAME	WDTH	OPUT	TYP	Kurzbeschreibung
AREA	8	18	F	
PERIMETER	8	18	F	
BIOGREG#	4	5	B	
BIOGREG_ID	4	5	B	
BIOGREG_C6	2	2	I	Nummer Region
BIOGREG_R6	35	35	C	Name Region
BIOGREG_C10	2	2	I	Nummer Unterregion
BIOGREG_R10	35	35	C	Name Unterregion

Nachführung: offen

Rechtsverbindlichkeit: -

Datenherr: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Abteilung Natur

Bedingungen beim Bezug der Daten:
- korrekte Angabe des Datenherrn bei Veröffentlichungen
- Datenabgabe und Lizenzbedingungen gemäss Handbuch GEOSTAT

Quellen-/ Grundlagenvermerk: BFS GEOSTAT / BUWAL

Bezugsquelle: Bundesamt für Statistik BFS, Servicestelle GEOSTAT, 2010 Neuchâtel

Annexe 4: Données numérisées

Méthode de relevé / de saisie: Les régions biogéographiques de la Suisse (au nombre de six ou de dix) sont établies sur la base de données purement statistiques et reposent sur des résultats de la Cartographie de la flore suisse du CRFS et des données faunistiques du CSCF. Pour faciliter l'utilisation de cette division biogéographique, les limites des régions ont été reportées sur les frontières communales les plus proches selon le découpage officiel de l'Office fédéral de la statistique (GG25, état 2000). Les frontières communales situées à l'intérieur des régions ont été effacées au moyen de la commande « Dissolve ». Seules exceptions: les communes de Loèche-les-Bains et de Mesocco, ainsi que le val Bregaglia (communes de Stampa, Bivio et Soglio), qui ont dû être divisés en dehors des frontières communales. Les parties de ces communes ont donc été attribuées à deux régions différentes.

Traitement: Centre suisse de cartographie de la faune (CSCF), Neuchâtel

Bases du relevé:
- Cartographie de la flore suisse avec observations complémentaires.
- Données faunistiques du CSCF
- Analyses statistiques du FNP et du CSCF

Date du relevé des données du base: 1997
2000 Limites des communes (GG25, L+T)

Portée du relevé: Suisse

Structure des données (géométrie): Enregistrement des polygons au 1:25’000

Description des couches
Covername/Layername: BIOGREG

ITEM NAME	WDTH	OPUT	TYP	Brève description
AREA	8	18	F	
PERIMETER	8	18	F	
BIOGREG#	4	5	B	
BIOGREG_ID	4	5	B	
BIOGREG_C6	2	2	I	Numéro de la division principale
BIOGREG_R6	35	35	C	Nom de la division principale
BIOGREG_C10	2	2	I	Numéro de la subdivision
BIOGREG_R10	35	35	C	Nom de la subdivision

Mise à jour: ouvert

Obligation légale: -

Propriétaire des données: Office fédéral de l’environnement, des forêts et du paysage, Division nature

Conditions pour la remise des données:
- Indication correcte du propriétaire des données sur les publications
- Livraison des données et conditions d’exploitation selon manuel GEOSTAT

Mention des sources / des données de base: OFS GEOSTAT / OFEFP

Commande: Office fédéral de la statistique OFS, GEOSTAT, 2010 Neuchâtel