

Aquatische Ökoregionen und
Fließgewässer-Bioregionen
Österreichs





WASSERWIRTSCHAFTSKATASTER

Aquatische Ökoregionen und Fließgewässer-Bioregionen Österreichs

**- eine Gliederung nach geoökologischen
Milieufaktoren und Makrozoobenthos-Zönosen**

Auftraggeber, Herausgeber und Verleger:
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft,
Wasserwirtschaftskataster

Wien, 2001

Projektleitung: Univ. Prof. Dr. Otto Moog (Universität für Bodenkultur)

Autoren: Otto Moog (Universität für Bodenkultur)
Astrid Schmidt-Kloiber (Universität für Bodenkultur)
Thomas Ofenböck (Universität für Bodenkultur)
Jeroen Gerritsen (Tetra Tech Inc.)

Impressum:

Medieninhaber und Herausgeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1010 Wien

ISBN: 3-85 174-043-2

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	5
2	METHODEN	8
2.1	METHODIK DER "A PRIORI" GRENZZIEHUNG DER ÖKOREGIONEN ÖSTERREICHS AUF BASIS GEOÖKOLOGISCHER MILIEUFAKTOREN.....	8
2.2	METHODIK DER "A POSTERIORI" AUSWEISUNG DER ÖKOREGIONEN UND BIOREGIONEN ÖSTERREICHS AUF BASIS MAKROZOOBENTHISCHER ZÖNOSEN.....	8
2.2.1	<i>Nicht-metrische multidimensionale Skalierung</i>	9
2.2.2	<i>Datensatz für die Analyse der Öko- und Bioregionen</i>	10
2.2.3	<i>Vorgangsweise der Auswertungen</i>	12
3	DIE ÖKOREGIONEN ÖSTERREICHS	16
3.1	DIE ZOOGEOGRAFISCHEN REGIONEN EUROPAS NACH ILLIES (1978).....	16
3.2	PRÄZISIERUNG VON ÖSTERREICHS ANTEIL AN DEN EUROPÄISCHEN ÖKOREGIONEN AUF DER BASIS GEOÖKOLOGISCHER MILIEUFAKTOREN	21
3.3	MULTIVARIATE AUSWERTUNG DER MAKROZOOBENTHOS-ZÖNOSEN DER ÖKOREGIONEN ÖSTERREICHS.....	26
3.4	KARTE DER ÖKOREGIONEN ÖSTERREICHS	32
4	DIE FLIEßGEWÄSSER-NATURRÄUME ÖSTERREICHS	33
5	DIE FLIEßGEWÄSSER-GRUNDTYPEN	36
6	DIE FLIEßGEWÄSSER-BIOREGIONEN ÖSTERREICHS	38
6.1	GRUNDSÄTZLICHE ANMERKUNGEN ZUR ANALYSE DER BIOREGIONEN.....	38
6.1.1	<i>Räumliche Bezugsebenen und Referenzstellen</i>	38
6.1.2	<i>Präzisierung der NMS-Analysen</i>	39
6.1.3	<i>Absicherung der bioregionalen Klassifizierung</i>	44
6.2	ERGEBNISSE DER MULTIVARIATEN NMS-ANALYSE	49
6.2.1	<i>Die Bioregionen der Ökoregion "Alpen"</i>	49
6.2.2	<i>Die Bioregionen der Ökoregion "Zentrales Mittelgebirge"</i>	64
6.2.3	<i>Die Bioregionen der Ökoregion "Ungarische Tiefebene"</i>	69
6.2.4	<i>Die Bioregionen der Ökoregion "Dinarischer Westbalkan"</i>	71
6.2.5	<i>Grosse Flüsse</i>	74
6.3	ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG UND GEOGRAFISCHE UMGRENZUNG DER FLIEßGEWÄSSER-BIOREGIONEN ÖSTERREICHS.....	80
7	ZUSAMMENFASSUNG	100
8	LITERATURVERZEICHNIS	103
9	DANK	106

1 Einleitung

Seit dem Jahr 2000 bildet die "Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik", kurz EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL; RAT DER EUROPÄISCHEN UNION 2000), das legislative Gerüst der europäischen Wasserpolitik. Die künftige Gewässerüberwachung in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union baut auf einem Referenzbedingungsprinzip auf. Mit dem Schwergewicht auf biologischen Indikatoren (Phytobenthos, Makrophyten, Makrozoobenthos und Fische) wird der "ökologische Zustand" von Gewässern anhand ausgewählter biologischer Kenngrößen ermittelt. Vergleichbar dem österreichischen Ansatz zur Beurteilung der ökologischen Funktionsfähigkeit (CHOVANEK et al. 1994) ist die Beurteilung der Gewässerqualität an einem möglichst naturnahen Leitbild sehr guten ökologischen Zustandes ausgerichtet (KOLLER-KREIMEL & CHOVANEK 1999). Die biologischen Leitbilder werden typbezogen formuliert.

Die höchste Hierarchieebene für die Ausweisung von Gewässertypen nach dem System A in Anhang II der WRRL stellt die Zugehörigkeit zu einer Ökoregion dar (Tabelle 1). In einer früheren Version der WRRL wurden sogenannte "Ökotypen" als weiterführende räumliche Ebenen typologischer Eingrenzung genannt. Bei Fließgewässern sind anschließend die Höhenlage, die Einzugsgebietsgröße und die Grobgeologie für die Typenfindung heranzuziehen. System B ist ein erweiterter Ansatz, bei dem zusätzlich zu den im System A festgelegten Kriterien auch andere, das Gewässer und seine Lebensgemeinschaften prägende Faktoren für die Typenbildung verwendet werden können.

Feststehende Typologie	Deskriptoren
Ökoregion	Ökoregion nach Karte A in Anhang XI
Typ	Höhenlage
	höhere Lage: > 800 m
	mittlere Lage: 200 bis 800 m
	Tiefland: < 200 m
	Größe (auf der Grundlage des Einzugsgebiets)
	klein: 10 bis 100 km ²
	mittelgroß: > 100 bis 1000 km ²
	groß: > 1000 bis 10000 km ²
	sehr groß: > 10000 km ²
	Geologie
	kalkig
	silikatisch
	organisch

Tabelle 1: Gewässertypologische Kriterien der Wasserrahmenrichtlinie nach System A

Alternative Beschreibung	Physikalische und chemische Faktoren, die die Eigenschaften des Flusses oder Flussabschnittes und somit die Struktur und Zusammensetzung der Biozöosen bestimmen
Obligatorische Faktoren	Höhe
	geographische Breite
	geographische Länge
	Geologie
	Größe
Optionale Faktoren	Entfernung von der Quelle des Flusses
	Strömungsenergie (Funktion von Strömung und Gefälle)
	durchschnittliche Wasserbreite
	durchschnittliche Wassertiefe
	durchschnittliches Wassergefälle
	Form und Gestalt des Hauptflussbettes
	Flussabfluss-(Durchfluss-)Klasse
	Talform
	Feststofffracht
	Säurebindungsvermögen
	durchschnittliche Zusammensetzung des Substrates
	Chlorid
	Schwankungsbereiche der Lufttemperatur
	durchschnittliche Lufttemperatur
	Niederschlag

Tabelle 2: Gewässertypologische Kriterien der Wasserrahmenrichtlinie nach System B

Im Anhang II der WRRL wird wörtlich festgehalten:

"In jeder Kategorie von Oberflächengewässern sind die betreffenden Oberflächenwasserkörper innerhalb der Flussgebietseinheit nach Typen zu unterscheiden. Diese Typen sind diejenigen, die entweder nach "System A" oder "System B" gemäß Abschnitt 1.2 definiert werden. Wird System A angewendet, so sind die Oberflächenwasserkörper innerhalb der Flussgebietseinheit zunächst nach den entsprechenden Ökoregionen in Einklang mit den in Abschnitt 1.2 angegebenen und in der betreffenden Karte in Anhang XI dargestellten geographischen Gebieten zu unterscheiden. Die Wasserkörper innerhalb jeder Ökoregion sind dann nach Arten von Oberflächenwasserkörpern entsprechend den in den Tabellen des Systems A angegebenen Deskriptoren zu unterscheiden. Wird System B angewendet, so müssen die Mitgliedstaaten zu einer mindestens ebenso feinen Unterscheidung gelangen, wie es nach System A der Fall wäre. Dementsprechend ist eine Unterscheidung der Oberflächenwasserkörper innerhalb der Flussgebietseinheit zu treffen, und zwar anhand der obligatorischen Deskriptoren sowie der optionalen Deskriptoren oder Deskriptorenkombinationen, die erforderlich sind, um sicherzustellen, dass typspezifische biologische Referenzbedingungen zuverlässig abgeleitet werden können".

Ziel der vorliegenden Publikation ist es, die räumliche Unterteilung Österreichs in Anlehnung an die WRRL in nachvollziehbarer Weise nach objektivierbaren wissenschaftlichen Kriterien vorzunehmen. Ausgehend von Ökoregionen und Fließgewässer-Typregionen bzw. Fließgewässer-Naturräumen werden aquatische Bioregionen ausgewiesen. Der Anspruch an die Bioregionen ist, dass sie von typischen Biozönosen besiedelt werden, deren Zusammensetzung und funktionelle Struktur innerhalb einer Bioregion mehr Ähnlichkeit ausweist als zwischen den Bioregionen.

Während die Adaptation des Ökoregionskonzeptes und die Ausweisung von Fließgewässer-Naturräumen bzw. Fließgewässer-Typregionen nach dem "a priori"-Prinzip durch das "Verschneiden" von geoökologischen und anderen Themen(karten) im Expertenkonsens vorgenommen wurde, erfolgt die biologische Überprüfung der Gültigkeit dieser Regionen und Naturräume durch multivariate "a posteriori"-Analysen der makrozoobenthischen Gemeinschaften dieser Landschaftsgebiete. Als Endprodukt dieser kombinierten "top-down" und "bottom-up" Techniken werden auf Basis des Makrozoobenthos die aquatischen Bioregionen Österreichs ausgewiesen, kartographisch dargestellt und geografisch skizziert.

2 Methoden

2.1 *Methodik der "a priori" Grenzziehung der Ökoregionen Österreichs auf Basis geoökologischer Milieufaktoren*

Die Übertragung der in sehr grobem Maßstab skizzierten Ökoregions-Grenzen auf die Gegebenheiten der österreichischen Naturlandschaften erfolgt durch Expertenkonsens vergleichbar dem in der amerikanischen Fachliteratur beschriebenen "a priori-approach" (BARBOUR et al. 1999). Die Festlegung der Grenzverläufe erfolgt durch das "Verschneiden" von Themenkarten und die Auswahl der im Einzelfall als repräsentativ angesehenen Themenkomplexe. Als besonders aussagekräftige Entscheidungshilfe für die Detailausführung wird die Höhenstufenkarte (GRABHERR et al. 1998) herangezogen, da die Übergangszone des kollinen zum submontanen Bereich eine empirisch gut belegte Verbreitungsgrenze vieler makrozoobenthischer Arten ist (BAUERNFEIND & MOOG 2000). Die zur Entscheidungsfindung verwendeten Kriterien und Themenkarten sind nachstehend angeführt.

- Geologische Übersichtskarte von Österreich, BECK-MANAGETTA (1963)
- Klimatypenkarte von BOBEK et al. (1971)
- Hydrologie: Flussgebietsgrenzen, Jahresabfluss und Abflussziffern aus diversen Hydrografischen Jahrbüchern Österreichs
- Abflussregimetypen nach MADER et al. (1996)
- Geografische Karten (ÖK 1:50.000)
- Böden- und Standortsbeurteilung nach FINK et al. (1979)
- Höhenstufenkarte (Vegetationszonen) nach GRABHERR et al. (1998)
- Fließgewässer-Naturräume nach FINK et al. (2000)
- Zoogeografische Regionen nach ILLIES (1978)

2.2 *Methodik der "a posteriori" Ausweisung der Ökoregionen und Bioregionen Österreichs auf Basis makrozoobenthischer Zönosen*

"A priori"-Systeme definieren zunächst Landschaftstypen auf Grund von ökologisch relevanten Umweltbedingungen. Die methodische Weiterentwicklung besteht in einer Verschneidung der "a priori" entwickelten Ökoregionen bzw. Fließgewässer-Naturräume oder Fließgewässer-Typregionen mit der durch "a posteriori"-Analysen erhaltenen Information zoozönotisch ähnlicher Landschaftsteile.

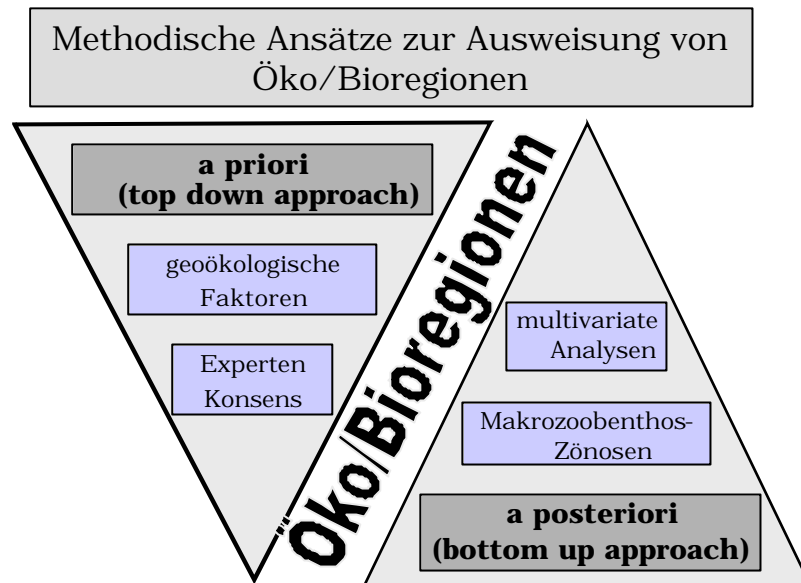


Abbildung 1: Vorgehensweise der "a priori" bzw. "a posteriori" Ausweisung von Landschaftsteilen

2.2.1 Nicht-metrische multidimensionale Skalierung

Die multivariaten Auswertungen werden mit NMS (nicht-metrische multidimensionale Skalierung) durchgeführt, ein strukturenentdeckendes Verfahren, das zur Feststellung von Zusammenhängen zwischen Variablen oder zwischen Objekten eingesetzt wird (BACKHAUS et al. 1996). NMS wird in der Ökologie dann angewandt, wenn ein Datensatz nicht normalverteilt ist oder wenn die Daten in einer willkürlichen, unzusammenhängenden Skalierung vorliegen und zwischen den Variablen kein linearer Zusammenhang besteht (McCUNE & MEFFORD 1999). NMS ist ein "Ordinationsverfahren", bei dem Objekte entlang von Achsen entsprechend ihrer Ähnlichkeiten (Unähnlichkeiten) angeordnet werden. Im vorliegenden Fall ist das Ziel der Ordination, die Punkte so zu arrangieren, dass Punkte, die nahe beisammen liegen jene Untersuchungsstellen kennzeichnen, die in ihrer Artenzusammensetzung ähnlich sind. Punkte, die auseinander liegen, entsprechen Untersuchungsstellen, die in ihrer Artenzusammensetzung sehr unähnlich sind. Für vorliegende Auswertungen wird als Distanzmaß zwischen den Makrozoobenthos-Gemeinschaften von Fließgewässern die Soerensen-Distanz verwendet.

2.2.2 **Datensatz für die Analyse der Öko- und Bioregionen**

Die statistischen Auswertungen berücksichtigen ausschließlich das Makrozoobenthos von 582 österreichischen Fließgewässerstrecken.

Die Makrozoobenthosdaten entstammen:

- Untersuchungen zum bundesweiten Gewässermonitoring (Wassergüte-Erhebungs-Verordnung),
- Landesmessnetzen der österreichischen Bundesländer,
- freigegebenen Gutachten, Berichten und Fachstudien,
- Diplomarbeiten, Dissertationen und Studien der Arbeitsgruppe "Benthosökologie" der Abteilung Hydrobiologie der BOKU Wien,
- Untersuchungen im Rahmen des von der EU finanzierten Projektes AQEM ("The Development and Testing of an Integrated Assessment System for the Ecological Quality of Streams and Rivers throughout Europe using Benthic Macroinvertebrates". A project under the 5th Framework Programme Energy, Environment and Sustainable Development Key Action 1: Sustainable Management and Quality of Water; Contract No: EVK1-CT1999-00027).

Für die Verifizierung der Ökoregionen und die Analyse der österreichischen Bioregionen anhand der makrozoobenthischen Lebensgemeinschaften werden zunächst nur solche Stellen zur Auswertung herangezogen, die Referenzcharakter nach WRRL aufweisen. Alle Untersuchungsstellen wurden im Hinblick auf ihre Eignung als Referenzstelle mit Vertretern der Wasserwirtschaft und des Gewässerschutzes folgender Bundes- und Landesdienststellen diskutiert:

- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien
- Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Wassergüte, Wien
- Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, Scharfling
- Umweltbundesamt, Wien
- Amt der Burgenländischen Landesregierung, Wulkaprodersdorf
- Amt der Kärntner Landesregierung, Klagenfurt
- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten
- Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz
- Amt der Salzburger Landesregierung, Salzburg
- Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz
- Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck
- Umweltinstitut des Landes Vorarlberg, Bregenz
- Magistrat der Stadt Wien, Wien
- Niederösterreichische Umweltschutzanstalt, Maria Enzersdorf

Zusätzlich zu den Referenzstellen werden fallweise Stellen der EU-Klasse 2 (guter ökologischer Zustand) miteinbezogen, die in ihrem Faunenbestand Arten aufweisen, die hinsichtlich der ökologischen Zustandsklassen 1 oder 2 hohe bioindikatorische Aussagekraft besitzen:

- *Leuctra geniculata* (Plecoptera: Leuctridae)
- *Gomphus vulgatissimus*, *Ophiogomphus cecilia*, *Onychogomphus forcipatus* (Odonata: Gomphidae)
- *Oligoneuriella rhenana* (Ephemeroptera: Oligoneuriidae)
- *Potamanthus luteus* (Ephemeroptera: Potamanthidae)
- *Aphelocheirus aestivalis* (Heteroptera: Aphelocheiridae)

Jede zur Auswertung herangezogene Untersuchungsstelle wird mit Hilfe unten angeführter Kriterien charakterisiert. Die nach erfolgter NMS Analyse als "Overlay" verwendeten Charakteristika haben folgende Aufgaben:

- Visualisierung der zoozönotischen Gruppierungen
- Überprüfung einer möglichen Beeinflussung der Bioregions-Klassifizierung durch andere Parameter (z.B. Einfluss der Probenentnahmemethodik, Auswirkungen verschiedener qualitativer Schätzskalen etc.)

Die verwendeten Charakteristika:

- Ökoregion (nach Annex II WRRL; Karte von MOOG et al. 2001)
- Fließgewässer-Naturraum (Karte von FINK et al. 2000)
- Fließgewässer-Grundtyp (Karte von WIMMER & CHOVANEC 2000 bzw. WIMMER et al. 2000 a & b)
- Seehöhenklasse (Tabelle 3)
- Einzugsgebietsklasse (Tabelle 4)
- Flussordnungszahl (nach WIMMER & MOOG 1994)
- Abfluss-Regime-Typ nach MADER et al. (1996)
- Jahreszeit
- Codierung für qualitativ oder quantitativ besammelte Teillebensräume
- Schätzskala bei qualitativ besammelten Teillebensräumen
- Bewertungskategorie der ökologischen Zustandsklasse nach WRRL
- Taxonomisches Bestimmungsniveau (hoch, mittel, niedrig), (Tabelle 5)

Seehöhe in m	Seehöhenklasse	EU-Seehöhenklasse
< 200	1	1
≥ 200 < 500	2	2
≥ 500 < 800	3	2
≥ 800 < 1600	4	3
≥ 1600	5	3

Tabelle 3: Einteilung der Seehöhen in Seehöhenklassen modifiziert nach FINK et al. (2000) und nach EU-WRRL

Größe des Einzugsgebietes in km²	Einzugsgebietsklasse
< 10	0
≥ 10 < 100	1
≥ 100 < 1000	2
≥ 1000 < 10000	3
≥ 10000	4

Tabelle 4: Zuordnung der Einzugsgebietsgröße zu Einzugsgebietsklassen nach Annex II EU-WRRL

Taxonomisches Bestimmungsniveau	Beschreibung
hoch	Datensätze, deren Bestimmungsaufwand für jede systematische Gruppe nach dem Stand der Technik vorgenommen wurde und deren Herstellungszeitraum innerhalb des Publikationsdatums der gegenwärtig im Gebrauch befindlichen Bestimmungsschlüssel stehen
mittel	Datensätze, die grundsätzlich nach den Anforderungen des "hohen taxonomischen Bestimmungsniveaus" erstellt wurden, aber für einzelne Großgruppen Defizite aufweisen (z.B. keine Artbestimmung von Elmidae, Simuliidae, Oligochaeta etc.)
niedrig	ältere Datensätze, vor dem Erscheinen wichtiger taxonomischer Revisionen und Datensätze mit unüblich häufiger Reduktion des Bestimmungsaufwandes auf höhere systematische Einheiten

Tabelle 5: Kriterien für das taxonomische Bestimmungsniveau

2.2.3 Vorgangsweise der Auswertungen

Die Vorgangsweise richtet sich nach GERRITSEN et al. (2000). Als Arbeitshypothese werden die Fließgewässer-Naturräume nach FINK et al. (2000) bzw. die Typregionen nach WIMMER & CHOVANEC (2000) herangezogen. Mittels NMS wird überprüft, ob die taxonomische Zusammensetzung der verschiedenen Untersuchungsstellen die unterschiedlichen Naturräume widerspiegelt, d.h. es wird versucht, durch Visualisierung der Untersuchungsstellen im Ordinations-Raum Abtrennungen bzw. Überlappungen zwischen den Fließgewässer-Naturräumen/Typregionen zu diagnostizieren. Anhand dieser Ergebnisse werden die Naturräume/Typregionen entweder zusammengefasst, separat belassen oder aufgeteilt und in weiterer Folge in Bioregionen überführt.

Als Datengrundlage stehen pro Untersuchungsstelle Taxalisten mit Angaben der Häufigkeit (Zählwerte, Schätzwerte, Präsenz/Absenz-Informationen) zur Verfügung.

Berechnungsgrundlage ist eine Untersuchungsstellen/Taxa-Matrix

- auf Gattungs- bzw.
- Artniveau
- mit Häufigkeiten bzw.
- Präsenz/Absenz-Daten

Die Ergebnisse der multivariaten Ähnlichkeitsanalyse werden in Punktform dargestellt, wobei ein Punkt die Makrozoobenthos-Gemeinschaft einer Untersuchungsstelle repräsentiert (inklusive Häufigkeitsangaben oder Absenz/Präsenz-Information). Punkte, die nahe beisammen liegen, kennzeichnen Fließgewässerabschnitte mit ähnlicher Fauna. Mit zunehmender Entfernung der Punkte nimmt der Grad der Übereinstimmung der Benthosgemeinschaften ab.

Die Form der Darstellung wird anhand eines Beispiels veranschaulicht: die den Grafiken zugrundeliegende Analyse vergleicht die Fließgewässer-Zönosen der Zentralalpen & Niederen Tauern (rosa) mit jenen der Bergrückenlandschaft & Ausläufer der Zentralalpen (violett) und jenen der inneralpinen Becken (grün). Axis 1, 2 oder 3 kennzeichnen die Achsen der dreidimensionalen Darstellung.

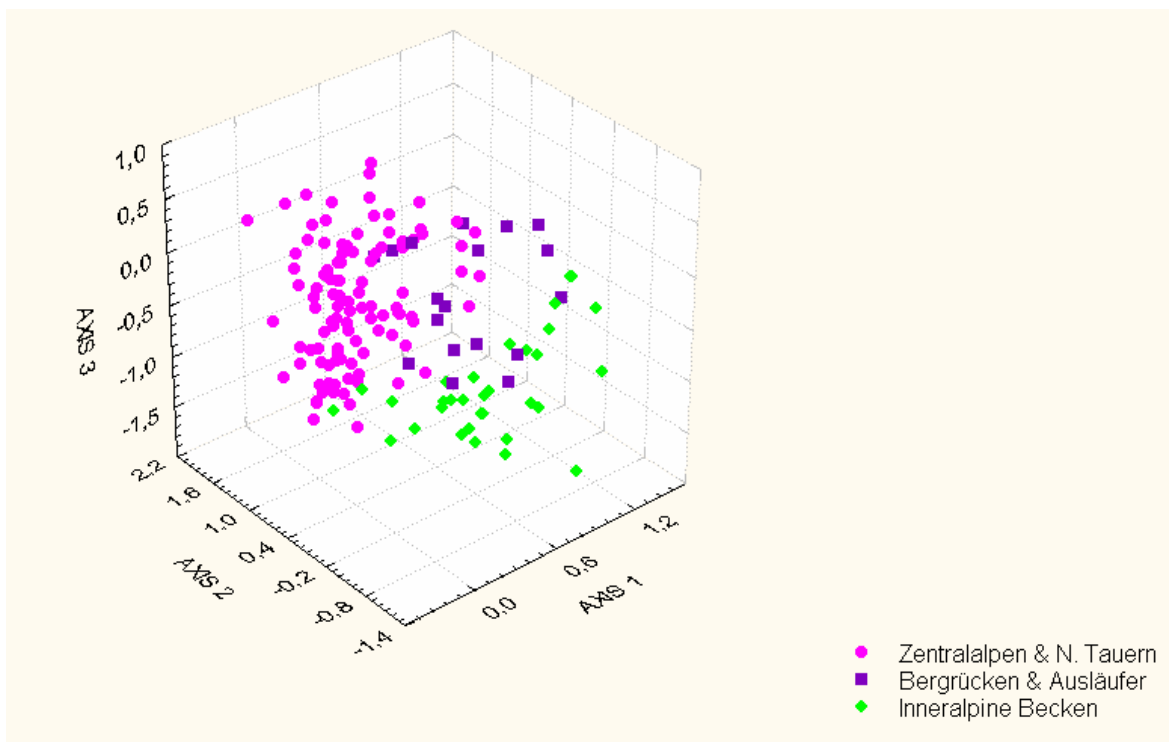


Abbildung 2: dreidimensionale Darstellung der NMS-Ergebnisse

Zur besseren Übersichtlichkeit werden in vorliegender Studie alle weiteren Grafiken in 2-dimensionaler Form dargestellt. Axis 1 und Axis 2 geben den Grundriss, Axis 1 und 3 den Aufriss und Axis 2 und 3 den Schrägriss an.

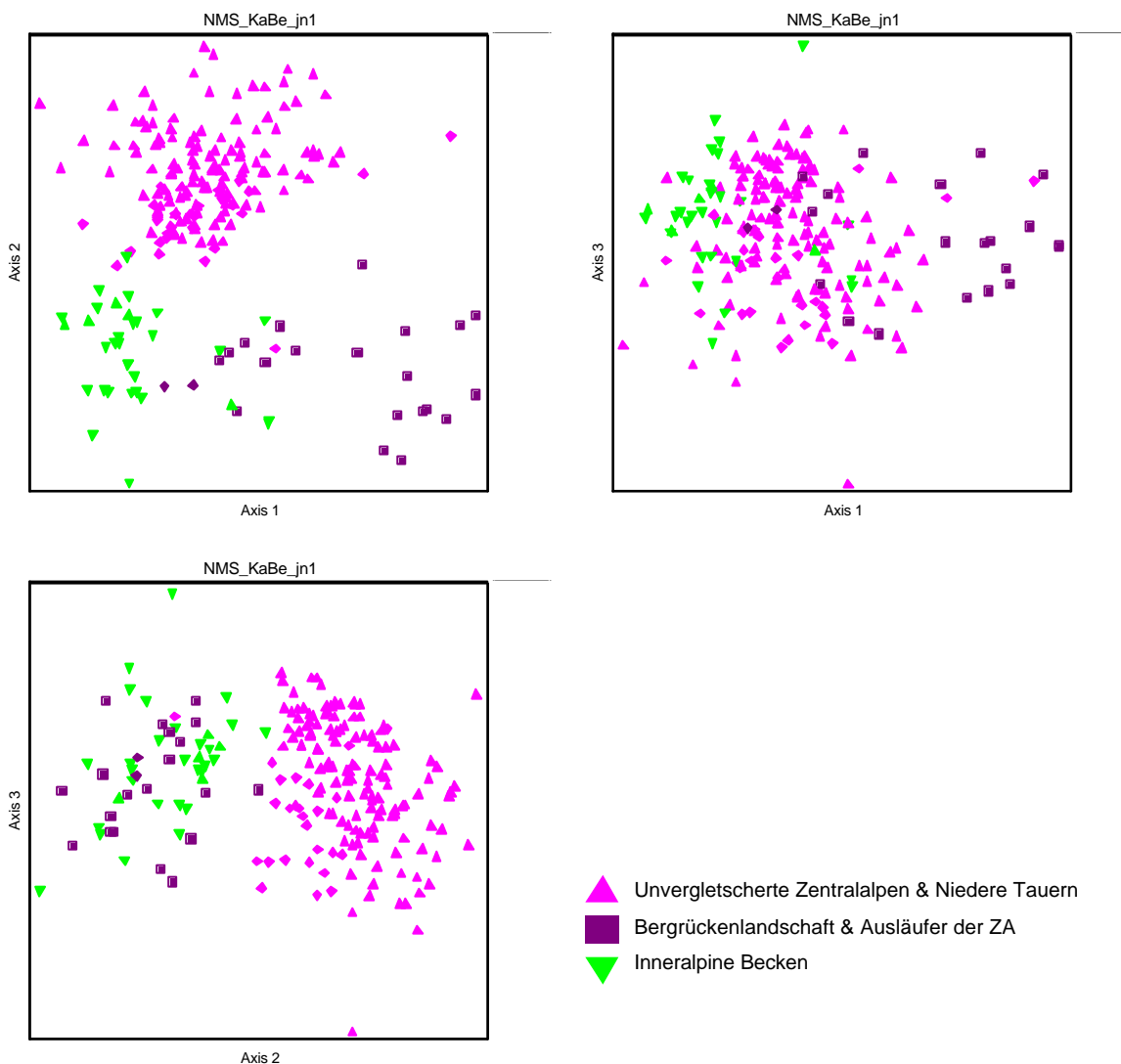


Abbildung 3: 2-dimensionale Darstellung der Ergebnisse in den verschiedenen Achsen-Ansichten

Als erste taxonomische Ebene zur Verifizierung der Ökoregionen und Analyse der Bioregionen dienen Makrozoobenthos-Gattungen. Die Gattungen werden je nach Häufigkeit ihres Auftretens und ihrer Abundanz im jeweiligen Datensatz entweder unverändert belassen oder von Hand zu Gruppen oder zur übergeordneten systematischen Einheiten zusammengefasst. Dieser "taxonomical adjustment" genannte Prozess ist für die Konsistenz des Datensatzes erforderlich und ist eine unverzichtbare methodische Grundlage für zahlreiche multivariate Auswertungen (NIJBOER & VERDONSCHOT 2000).

Bei weiterführenden Analysen, um beispielsweise einzelne Bioregionen näher zu belegen, gelangen ausschließlich Teillebensräume mit hohem taxonomischem Bestimmungsniveau (zumeist auf Art-Niveau) zur Auswertung.

Auswertung quantitativer Daten: Bei Verwendung von quantitativ besammelten Teillebensräumen werden die erhobenen Daten auf m²-Werte hochgerechnet.

Auswertung qualitativen Daten: Bei Verwendung von qualitativ besammelten Teillebensräumen werden die im Freiland geschätzten Häufigkeitsklassen entsprechend der angewandten Schätzskala in Häufigkeitswerte umgelegt.

Auswertung von Präsenz/Absenz Daten: Alle quantitativen und in Häufigkeitswerte transformierte qualitative Daten werden zusätzlich in eine Präsenz(1) - Absenz(0) - Matrix überführt.

3 Die Ökoregionen Österreichs

Die raumbezogene Ausrichtung wasserwirtschaftlicher Planung und Kontrolle auf der Ebene von Ökoregionen blickt in den Vereinigten Staaten von Amerika auf eine etwa 20 jährige Tradition zurück (OMERNIK 1987, 1995; HUGHES & LARSEN 1988; HUGHES et al. 1990). Die U.S. Ökoregionen kennzeichnen Gebiete mit vergleichsweise homogener Struktur in Bezug auf Klima, Hydrologie, Geologie, Landform, Boden, Vegetation oder andere ökologisch relevante Größen (BARBOUR et al. 1999, HUGHES & LARSEN 1988, OMERNIK 1987).

Die in der WRRL als europäische Ökoregionen ausgewiesenen Gebiete entsprechen den Regionen von ILLIES (1978). Diese in der "Limnofauna Europae" publizierten zoogeografischen Regionen wurden im Expertenkreis erstellt und richten sich nach biogeografischen, hauptsächlich zoologisch belegten Grundsätzen. Die Ökoregionen sind durch kurze geografische Angaben beschrieben und kartografisch nur skizzenhaft ausgewiesen (Abbildung 4). Für die in der künftigen Gewässerüberwachung notwendige Zuordnung einer Messstelle zu einer Ökoregion ist der in der WRRL vorgegebene ILLIES'sche Maßstab jedoch zu grob gehalten, sodass in einem ersten Schritt der genaue Gebietsanteil ausgewiesen und die Grenzziehung der aquatischen Ökoregionen für Österreich präzisiert werden musste.

Für die Zuweisung typspezifischer Biozönosen im Sinne der WRRL stellen die Ökoregionen ein zu großflächiges Element dar. Die ausgeprägte Detailstruktur der österreichischen Landschaft, ihrer Gewässertypen und vielfältigen Biozönosen erfordert eine weitere Gebietsunterteilung, der durch die Erarbeitung sogenannter Fließgewässer-Naturräume und Fließgewässer-Typregionen Rechnung getragen wurde.

3.1 Die zoogeografischen Regionen Europas nach ILLIES (1978)

ILLIES (1978) unterscheidet 25 Gebiete - in weiterer Folge Ökoregionen genannt - als zoogeografisch abgrenzbare Areale:

Gebiet 1: Iberische Halbinsel	Gebiet 14: Zentrales Flachland
Gebiet 2: Pyrenäen	Gebiet 15: Baltische Provinz
Gebiet 3: Italien	Gebiet 16: Östliches Flachland
Gebiet 4: Alpen	Gebiet 17: Irland
Gebiet 5: Dinarischer Westbalkan	Gebiet 18: England
Gebiet 6: Hellenischer Westbalkan	Gebiet 19: Island
Gebiet 7: Ostbalkan	Gebiet 20: Boreales Hochland
Gebiet 8: Westliches Mittelgebirge	Gebiet 21: Tundra
Gebiet 9: Zentrales Mittelgebirge	Gebiet 22: Nordschweden
Gebiet 10: Karpaten	Gebiet 23: Taiga
Gebiet 11: Ungarische Tiefebene	Gebiet 24: Kaukasus

Gebiet 12: Pontische Provinz	Gebiet 25: Kaspische Niederung
Gebiet 13: Westliches Flachland	

Tabelle 6: Zoogeografische Regionen nach ILLIES (1978)

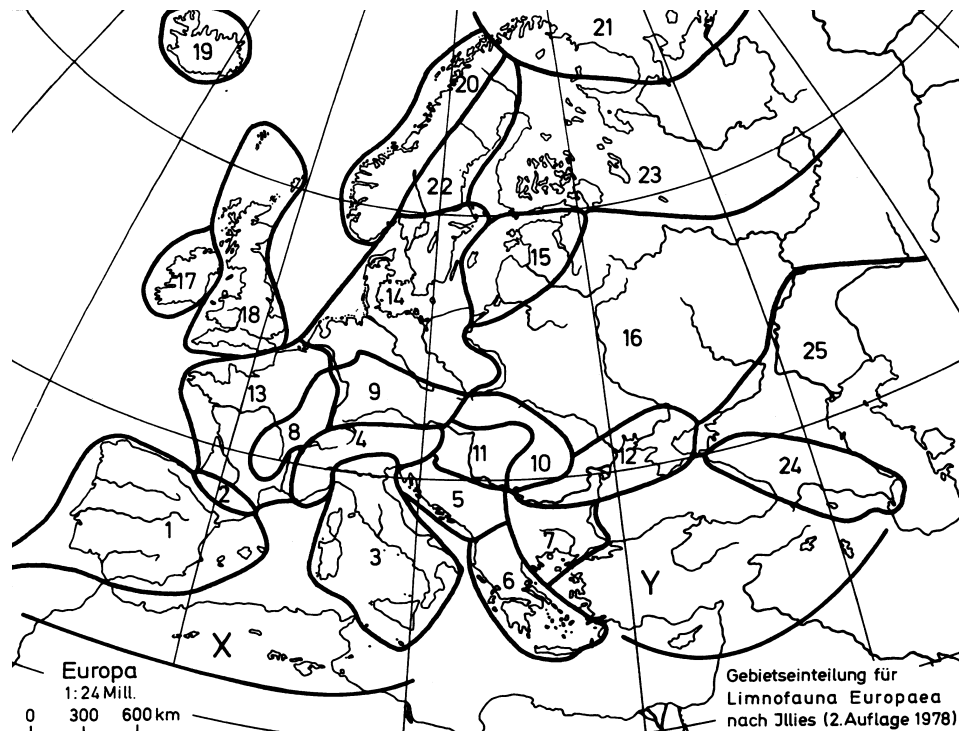


Abbildung 4: Grenzlinien der zoogeografischen Regionen Europas

ILLIES (1978) grenzt die zoogeografischen Regionen wie folgt ab (wörtliche Übernahme):

Gebiet 1 - Iberische Halbinsel: Gesamtgebiet der Iberischen Halbinsel mit den Pityusen und Balearen sowie den atlantischen Inseln der Azoren und Madeira. Nordgrenze ist die 1.000-m-Linie der Pyrenäen.

Gebiet 2 - Pyrenäen: Das Gebiet der Pyrenäen, beiderseits der Wasserscheide bis herab zur 1.000-m-Linie.

Gebiet 3 - Italien: Das Gebiet Italiens mit Korsika (Frankreich), Sardinien, Sizilien und Malta sowie den kleinen Mittelmeerinseln. Im Norden bis an die 1.000-m Linie der Alpen.

Gebiet 4 - Alpen: Grenzverlauf: 1.000-m-Linie östlich der Rhone, Genfer See (inkl.), Rhein bis Bodensee (inkl. Bodensee), Bodensee bis Wienerwald entlang der 1.000-m-Linie, von dort nach Süden zur ungarischen Staatsgrenze (Ödenburg), der österreichisch-ungarischen Staatsgrenze bis zur jugoslawischen Staatsgrenze folgend, von dort entlang der Linie Marburg-Ljubljana-Görz. Von dort nach Westen am Nordrand der Lombardischen

Tiefebene auf der 1.000-m-Linie, Westrand von Piemont, Ligurische Alpen (inkl.) bis zum Altare-Pass (Savona).

Gebiet 5 - Dinarischer Westbalkan: Grenze gegen Gebiet 4 (Alpen) siehe dort. Dalmatinische Adriaküste mit Inseln, im Süden bis zur jugoslawisch-albanischen Staatsgrenze, (Scutari-See inkl.), von dieser bis Plava in nordöstlicher Richtung bis zur Morava bis Niš. Nach Norden entlang der Morava (inkl.) - "Vardar-Linie"- bis zur Donau (exkl.), von Belgrad nach Westen entlang der Save (exkl.) bis Zagreb und von dort nach Nordosten zur jugoslawisch-ungarischen Staatsgrenze und dieser nach Westen folgend zur österreichischen Staatsgrenze. Das Gebiet umfasst also den Karst, Kroatien, Bosnien, Herzegowina, Montenegro, Teile von Serbien, sowie ganz Dalmatien sowie die Inseln.

Gebiet 6 - Hellenischer Westbalkan: Im Norden Grenze gegen Gebiet 5 (siehe dort), im Osten die "Vardar-Linie", welche entlang (inkl.) der Flüsse Morava - Ptschinja - Vardar nach Süden verläuft bis zum Golf von Saloniki. Das Gebiet umfasst Albanien, das westliche Mazedonien und Griechenland westlich der Halbinsel Chalkidike mit Pelopones, Kreta und Zykladen sowie den anderen Inseln der Region.

Gebiet 7 - Ostbalkan: Das Gebiet umfasst das Balkan- und Rhodopen-Gebirge, das östliche Mazedonien, das östliche Griechenland und die vorgelagerten Inseln der Ägäis, nicht die Inseln vor der kleinasiatischen Küste (Tenedos bis Rhodos). Westgrenze ist die "Vardar-Linie" (Morava - östliche Morava - Vardar) (alle Flüsse exkl.), Nordgrenze die Donau (exkl.) von der Morava-Mündung nach Osten bis zur bulgarischen Staatsgrenze, von dort entlang der 500-m-Linie des Balkan-Gebirges bis zur Schwarzmeerküste südlich Varna. Südostgrenze ist die Küste des Marmara-Meeress.

Gebiet 8 - Westliches Mittelgebirge: Diese Region enthält die Mittelgebirge westlich von Rhone - Aare - Rhein oberhalb der 500-m-Linie und umfasst das französische Zentralplateau (Cevennen, Auvergne), den Französischen und Schweizer Jura, die Vogesen, Lothringen, Pfalz, Eifel, Ardennen und Argonnen.

Gebiet 9 - Zentrales Mittelgebirge: Die Region umfasst das deutsche Mittelgebirge inkl. Teutoburger Wald, Wesergebirge, Harz, Erzgebirge, die Sudeten, Böhmer- und Bayerischer Wald, Mähren, Schwarzwald, Alb und schwäbisches Alpenvorland sowie den Rhein vom Bodensee (exkl.) bis nach Duisburg und die Donau von der Quelle bis nach Wien. Westgrenze: Rhein (inkl. Oberrheinische Tiefebene). Nordgrenze: 500-m-Linie des deutschen und tschechischen Mittelgebirges. Ostgrenze: Oder (bis zur 500-m-Linie inkl.), Mährische Pforte (Mährisch Ostrau), 500-m-Linie westlich der March, Donau bei Wien, Südgrenze siehe bei Gebiet 4.

Gebiet 10 - Karpaten: Die Region umfasst die Beskiden, Weiße Karpaten, Tatra, slowakische Erzgebirge, Waldkarpaten, Ostkarpaten, Südkarpaten, Banater Bergland, Siebenbürgen, Bihar-Gebirge. Grenze ist die 500-m-Linie, im Westen siehe Gebiet 9.

Gebiet 11 - Ungarische Tiefebene: Die Region umfasst das Wiener Becken, die ungarische Tiefebene, den Banat, die Niederungen von Theiss, Donau und Save, den Neusiedler- und Balaton-See, die Donau von Wien bis zur Morava-Mündung sowie die Thermen von Grasswardein. Grenze ist die 500-m-Linie am Rande der ungarischen Tiefebene: Wiener Becken, Südzipfel der Slowakei zwischen Pressburg und Gran, westliches Rumänien auf der Linie Satmar-Temeschburg, Banat, Jugoslawien nördlich der Save (inkl.) zwischen Zagreb und Belgrad.

Gebiet 12 - Pontische Provinz: Die Region umfasst die Walachei, Dobrudscha, das südliche Bessarabien, die Mündungsgebiete von Donau, Dnjestr, Bug und Dnjepr sowie die Krim bis zur Straße von Kertsch. Nordgrenze: 250-m-Linie entlang der Linie Ploesti - Buzau - Kischinew - Kirowograd - Dnjepropetrowsk - Shdanow zur Küste des Asowschen Meeres. Südgrenze s. Gebiet 7.

Gebiet 13 - Westliches Flachland: Die Region umfasst die Camargue, das französische Flachland und Flandern sowie die Kanalinseln und die französischen Inseln der Atlantik-Küste. Südgrenze: die 1.000-m-Linie der Pyrenäen.

Gebiet 14 - Zentrales Flachland: Die Region umfasst die holländische und norddeutsche Tiefebene, Dänemark, Südschweden, die Inseln der Nordsee und der westlichen Ostsee, das schlesische Becken und die oberschlesisch-polnische Platte. Westgrenze: Rhein (inkl.) nördlich der Ruhr bis zur Mündung. Nordgrenze ist der "Limes norlandicus", eine Linie vom Oslofjord (Stadt Oslo inkl.) nach Osten bis zum Dal Älv und diesem folgend zur Ostsee. Ostgrenze ist die Weichsel (exkl.), Südgrenze die 500-m-Linie des zentralen Mittelgebirges (Gebiet 9).

Gebiet 15 - Baltische Provinz: Die Region des östlichen Küstenlandes der Ostsee südlich des Finnischen Meerbusens.

Gebiet 16 - Östliches Flachland: Die Region umfasst die Weichsel (außerhalb der Karpaten) und große Abschnitte von Dnjestr, Dnjepr, Don, Wolga, die Rokitno-Sümpfe sowie die russischen und ukrainischen Hügellgebiete. Im Norden begrenzt vom Baltikum (Gebiet 15) und der Taiga (Gebiet 23), im Osten vom Ural, im Süden von Don und Wolga (exkl.).

Gebiet 17 - Irland: Das Gesamtgebiet der Insel nebst den unmittelbar in der Küstenlinie liegenden Inseln.

Gebiet 18 - England: Das Gesamtgebiet der Insel nebst den unmittelbar in der Küstenlinie liegenden Inseln und Insel Man, Hebriden, Orkneys, Shetlands und Faröer.

Gebiet 19 - Island: Das Gesamtgebiet der Insel.

Gebiet 20 - Boreales Hochland: Das skandinavische Hochgebirge von der Atlantik-Küste nach Osten bis zur norwegischen Staatsgrenze und über diese hinweg nach Schweden auf der Linie Särna - Östersund - Sorsela - Kiruna. Nordgrenze: Tromsö - Torne Älv (finnische Staatsgrenze). Hierher gehören auch die norwegischen Atlantikinseln bis zu den Lofoten.

Gebiet 21 - Tundra: Die Region umfasst die Finnmark, finnisch Lappland, die Murmansk-Küste und den größten Teil der Halbinsel Kola sowie Novaja Semlja.

Gebiet 22 - Nordschweden: Die Region umfasst das schwedische Hügelland östlich der lappländischen Seen von Dalarna bis nach Norbotten. Westgrenze ist das Gebiet 20, Südgrenze der Limes norlandicus (Gebiet 14), Nordostgrenze die finnische Staatsgrenze.

Gebiet 23 - Taiga: Die Region umfasst das finnische Seengebiet, den Ladoga-See und die nordrussische Taiga bis zum Petschora-Gebiet, also die finnische und nordrussische Nadelwaldregion. Ostgrenze ist der Ural, Südgrenze die Linie Leningrad - Molotow.

Gebiet 24 - Kaukasus: Das Gesamtgebiet des Kaukasus. Nordgrenze: Kuban bis Kropotkin, 500-m-Linie nach Osten bis zum Kaspischen Meer. Südgrenze sind die türkische und iranische Staatsgrenze.

Gebiet 25 - Kaspische Niederung: Die Region umfasst die Manytsch-Niederung, das Tiefland beiderseits des Wolga-Unterlaufes und das gesamte Tiefland nördlich des Kaspischen Meeres. Westgrenze: vom Ostufer des Asowschen Meeres Don-aufwärts bis Kalatsch, von Wolgograd entlang (inkl.) der Wolga bis Kujbyschew. Nordgrenze ist die Linie Kujbyschew (Samara) - Tschakalow.

Um im Zuge der künftigen Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie mögliche Zweifel und spätere Missinterpretationen gering zu halten, müssen die Regionsgrenzen für das österreichische Bundesgebiet wesentlich detaillierter ausgewiesen werden, als in der Karte vorgegeben. Beispielsweise reicht allein die Fläche der in der WRRL (Karte 1:24 Millionen) verwendeten Trennlinie der nördlichen Alpengrenze im österreichischen Gebietsbereich (Abbildung 4) von der Dimension der kartografischen Darstellung in der Realität über drei Bioregionen. Darüber hinaus erfordern lokale Barrieren an Flusstälern, Berggebieten oder Talschaften beispielsweise eine wesentlich detailgetreuere Grenzföhrung als die in Abbildung 4 grob skizzierten Trennungslinien.

Es sei daher nachdrücklich festgehalten, dass eine scharfe Grenzziehung dem komplexen und ständig fließenden Bild der Verbreitung von Organismen nicht entspricht. Grenzunschärfen im Verbreitungsareal einzelner Arten sind häufig, willkürliche Entscheidungen bei der Grenzziehung unvermeidbar. Vor allem für die Lineamente der Ökoregionen gilt, dass sie nicht als scharfe Trennlinien, sondern als Grenzsäume aufzufassen sind:

- Durch die Verdriftung von Organismen mit der Strömung können auch kennzeichnende Arten aus Oberliegergebieten in eine stromab gelegene Ökoregion eingeschwemmt werden.
- Durch die Öffnung einer Talschaft gegen die Ebene können klimawirksame Faktoren, die das Faunengefüge prägen, auch innerhalb einer stromauf anschließenden Ökoregion wirksam werden.

Dies bedeutet in der Praxis, dass beispielsweise Tiere aus der Region "Alpen" in die Region des "Zentralen Mittelgebirges" eindriften und dort (über)leben können, beziehungsweise die klimatischen Einflüsse der "Ungarischen Tiefebene" entlang einer Talschaft tiefer in die "Alpen" einwirken können und somit pannonischen Faunen-Elementen ein Fortkommen in der Alpenregion ermöglichen.

3.2 Präzisierung von Österreichs Anteil an den europäischen Ökoregionen auf der Basis geoökologischer Milieufaktoren

Nach der Einteilung von ILLIES (1978) hat Österreich Anteil an sechs Ökoregionen: Italien, Alpen, Dinarischer Westbalkan, Zentrales Mittelgebirge, Karpaten und Ungarische Tiefebene (MOOG & OFENBÖCK 2000, MOOG et al. 2001). Das Gebiet 7 "Ostbalkan" berührt Österreich nicht, da der zutreffende Grenzfluss "Donau ab March-Mündung" vom Ostbalkan ausgenommen wird.

Die vorgenommene Grenzföhrung richtet sich großräumig nach den von ILLIES (1978) vorgegebenen Kriterien, die für Detailfragen wichtigen Gesichtspunkte werden erörtert.

Ökoregion 3 - Italien

Die Ökoregion "Italien" erstreckt sich bis Kärnten, da ILLIES (1978) als Nordgrenze die 1000-m-Linie der Alpen anführt. In Österreich bieten sich topografisch in der Verlängerung des Pustertales und des Kanaltales zwei Übergänge an, über die postglazial ein Austausch von Faunenelementen erfolgt sein könnte (G. FALKNER, München, mündl. Mitteilung). Als rezent erhaltenes Verbreitungsareal italienischer Faunenelemente auf österreichischem Bundesgebiet sind somit die Drau ab Silian (etwa 1100 m) und die Gailitz ab Tarvis (etwa 600 m) anzusehen, welche im Bereich der Höhenangaben von ILLIES (1978) liegen. Durch die Tatsache, dass hier verkarstete Regionen vorliegen, ist

auch eine Verbindung der beiden Ökoregionen durch, von der Oberflächenform her getrennte, aber unterirdisch zusammenhängende Gewässersysteme möglich.

Diesem Umstand Rechnung tragend wird - unter Bezugnahme auf das Verbreitungsgebiet des vermutlich über den italienischen Raum eingewanderten Dohlenkrebses *Austropotamobius pallipes* (J. PETUTSCHNIG, Klagenfurt, mündl. Mitteilung) - der Anteil Österreichs an der Ökoregion Italien bloß durch eine Schraffur des Gailitz-, Gail- (Lesachtal) und oberen Drautales ausgewiesen.

Ökoregion 4 - Alpen

Die Ökoregion "Alpen" ist ein geografisch eindeutig definierter Großraum, der keiner weiteren Diskussion bedarf. FINK et al. (2000) weisen im Alpengebiet die nachstehenden Naturräume aus, die in drei Sub-Ökoregionen zusammengefasst werden können:

Nordalpen (Naturräume: Flysch- oder Sandsteinvoralpen, Kalkvoralpen, Kalkhochalpen, Helvetikum in Vorarlberg, Grauwackenzone)

Zentralalpen (Naturräume: Vergletscherte Zentralalpen, Unvergletscherte Zentralalpen, Niedere Tauern, Bergrückenlandschaft der unvergletscherten Zentralalpen, Nordost-Ausläufer der Zentralalpen)

Südalpen: ILLIES (1978) führt als Grenzverlauf der Region "Alpen" die 1000-m-Linie östlich der Rhone, Genfer See (inkl.), Rhein bis Bodensee (inkl. Bodensee), Bodensee bis Wienerwald entlang der 1000-m-Linie, von dort nach Süden zur ungarischen Staatsgrenze (Ödenburg), der österreichisch-ungarischen Staatsgrenze bis zur jugoslawischen Staatsgrenze folgend an. Die Grenzziehung der Region 9 (Zentrales Mittelgebirge) gegen die Alpen umfasst in Österreich das Rheintalalluvium sowie das Donautal von Jochenstein bis nach Wien. Aus dieser Originalbeschreibung ergibt sich mit Ausnahme der Grenze zu Ökoregion 3 (Italien) ein frei interpretierbarer Grenzsäum zwischen 500 und 1000 Meter Seehöhe.

Aus topografischen und vegetationskundlichen Überlegungen heraus wird als Westgrenze der Ökoregion Alpen das Rheintal bis zur Ill festgelegt. Im Detail wird dem Verlauf der Talbeckenform sowie den Grenzen der betreffenden Fließgewässer-Naturräume der 450-m-Linie im Osten (Untergrenze der submontanen Zone) gefolgt.

Die Nordgrenze zum Alpenvorland (Ökoregion 9) wird von den Flysch- oder Sandsteinvoralpen gebildet, die den Kalkalpen vorgelagert sind. Obwohl die Flyschzone vereinzelt bis 200 m Seehöhe hinabreicht, wird als zoogeografisch prägende Trennungslinie die Untergrenze des Submontanbereiches angesehen, die nach der

Höhenstufen-Karte in GRABHERR et al. (1998) mit 400 m angegeben wird. Hier weicht die geografische Realität, die traditionell die Flyschberge zu den Alpen zählt (M. FINK, Klosterneuburg, mündl. Mitteilung), von den Beschreibungen nach ILLIES (1978) ab, der die Donau als Grenze vorschlägt. Der Charakter der Flyschgewässer weicht aber deutlich vom Charakter der Gewässer des Alpenvorlandes ab, dass bei Verwendung der Donaugrenze keine sinnvolle Leitbildentwicklung möglich wäre. Der geologische Untergrund (Flysch versus tertiäre und quartäre Sedimente), die mit steigender Seehöhe unproportional stark zunehmende Niederschlagstätigkeit in den Flyschbergen und die dort von starken Abflussschwankungen bis hin zur Austrocknung geprägten Abflussregime erfordern eine vom Vorschlag ILLIES abweichende Grenzziehung.

Im Südosten stellt ebenfalls die Untergrenze der Submontanzzone (500-m-Linie) eine den landschaftlichen Gegebenheiten entsprechende Trennungslinie zur Ökoregion 11 (ungarische Tiefebene) dar. Im Süden überschreiten die Alpen die österreichische Staatsgrenze. Für die Abgrenzung gegenüber der entlang des Drautales einstrahlenden Ökoregion 5 stellt die Obergrenze der Submontanzzone (700-m-Linie) einen geeigneten Bezugswert dar, da dieses Lineament in guter Übereinstimmung mit der Geländeform der Beckenlandschaften steht. Allerdings ist hier bei stark geschiebeführenden Gewässern mit einer Verfrachtung alpiner Elemente unter die 700-m-Linie zu rechnen. In diesen Fällen ist eine individuelle Zuordnung einer Gewässerstrecke zur entsprechenden Ökoregion vorzunehmen (K. TRAER und M. KONAR, Klagenfurt, mündl. Mitteilung).

Ökoregion 5 - Dinarischer Westbalkan

Die Ökoregion 5 erstreckt sich westlich und östlich der zu den Alpen gehörigen Koralpe entlang der Drau und der Mur in das Alpengebiet. Als Nord- und Ost-Grenze gegen die Ökoregion 4 (Alpen) wird die Untergrenze der Submontanzzone (500-m-Linie) festgelegt. Der Angabe von ILLIES (1978) "von Zagreb nach Nordosten zur jugoslawisch-ungarischen Staatsgrenze und dieser nach Westen folgend zur österreichischen Staatsgrenze" kann nicht entsprochen werden, da die österreichische Staatsgrenze zu Ungarn und Slowenien im angesprochenen Abschnitt nur um den Bereich "Mittelburgenländische Bucht" alpinen Charakter aufweist.

Als Trennlinie im Osten zur Ökoregion 11 (Ungarische Tiefebene) kann dem Verlauf der Klimakarte nicht gefolgt werden, da aus Gründen der zoogeografischen Einwanderungsmöglichkeiten die Wasserscheide zwischen den Einzugsgebieten der Raab und der Mur als bedeutsame Scheidelinie angesehen wird.

Im Westen der Ökoregion 5 stellt die Obergrenze der Submontanzzone (700-m-Linie) einen geeigneten Bezugswert dar, da dieses Lineament gut mit der Geländeform der Kärntner

Beckenlandschaften und somit den veränderten flussmorphologischen Bedingungen übereinstimmt.

Nach FINK et al. (2000) zählen folgende Landschaftsteile zum Einflussgebiet der Ökoregion 5:

- **Südöstliches Vorland** (Naturräume: Weststeirisches Hügelland und Ostmurisches Grabenland, Grazer Feld inklusive Leibnitzer-, Murecker- und Radkersburger Feld)
- **Inneralpine Beckenlandschaften** (Naturräume: Klagenfurter Becken, Lavanttaler Becken)

Typische Faunenelemente dieser Ökoregion sind etwa die Flussmuschel *Unio crassus decurvatus* im Klagenfurter Becken. Rezent im Grazer Becken, subfossil im Klagenfurter Becken, gilt die westbalkanische Schnecke *Hollandriana hollandrii* als Element dieser Ökoregion (NESEMANN et al. 1997). Eine weitere charakteristische Art im Bereich des Grazer Beckens ist der uferbewohnende Schlundegel *Trocheta riparia*, der endemisch ein kleinräumiges Areal im ehemaligen Einzugsgebiet des pliozänen slawonischen Binnensees besiedelt (NESEMANN 1993a).

Ökoregion 9 - Zentrales Mittelgebirge

Die Ökoregion "Zentrales Mittelgebirge" findet sich in Österreich entlang der Nordgrenze der Alpen (Alpenvorland und Granit/Gneisgebiet der Böhmisches Masse) sowie im Alluvium des Rheintales bis zur III. Mit den geologisch, topografisch, klimatisch etc. sehr unterschiedlich ausgeprägten Landschaften des Alpenvorlandes und des Granit/Gneisgebietes der Böhmisches Masse sind in dieser Ökoregion zwei deutlich zu trennende Sub-Ökoregionen gegeben.

Die Ostgrenze der Ökoregion 9 verläuft im Westen Österreichs entlang der Untergrenze der Submontanzzone (450 m Seehöhe) beziehungsweise entlang der Geländeform des Rheintals. Darüber hinaus strahlt die Ökoregion 9 noch entlang des Inntales (stromaufwärts Kufstein) und des Salzachtales (Talschluss bei Golling) in die Alpen hinein. Im Inntal wird entsprechend der Angabe von ILLIES (1978) die Grenze bei der 500-Meter-Isohypse (Bereich Langkampfen) angesetzt, die seitlichen Grenzverläufe richten sich nach dem Klimatyp 23 von BOBEK et al. (1971) und der Talmorphologie. Die historischen Fischereidaten belegen für dieses Gebiet einen signifikanten Faunenschnitt (JUNGWIRTH et al. 1989). Im Salzachtal wird die 500-m-Linie bei den Salzachöfen zwar knapp nicht erreicht, der Talschluss aber aufgrund des prägnanten Überganges von Hagen- und Tennengebirge in das Vorland als natürliche Grenze angesehen. Die Ostgrenze des zentralen Mittelgebirges im Osten Österreichs ist mit der Ökoregion 11 verzahnt, wobei vorwiegend klimatische Aspekte den Ausschlag für die Grenzführung geben. Interessant

ist die Beobachtung, dass in den größeren Flusstälern die Faunenelemente der Unterliegerregionen einstrahlen.

Nach FINK et al. (2000) umfassen die klassischen Großgebiete (Sub-Ökoregionen) dieser Ökoregion die **Vorländer und randalpinen Becken** (Naturräume: Westliches Vorland, Nördliches Vorland bis zum Terrassenland des Alpenvorlandes zwischen Enns und Tullner Feld) sowie das **Granit- und Gneishochland**.

Ökoregion 10 - Karpaten

Als West-Grenze der Karpaten gibt ILLIES (1978) die 500-m-Linie zum Gebiet 9 beziehungsweise Gebiet 11 an. Österreich hat demnach keinen direkten Gebietsanteil an den Karpaten. Da Gewässer der Kleinen Karpaten nordwestlich von Bratislava in die March münden, kann die aquatische Karpatenfauna zoogeografisch nach Österreich ausstrahlen. Nach der faunistischen Fachliteratur sind hier Vertreter aus einigen Großgruppen zu erwarten, deren Nachweis für Österreich noch aussteht.

Ökoregion 11 - Ungarische Tiefebene

Die Region 11 umfasst nach ILLIES (1978) das Wiener Becken, die ungarische Tiefebene, den Neusiedler und Balaton See, sowie die Donau von Wien bis zur March-Mündung. Grenze ist die 500-m-Linie am Rande der ungarischen Tiefebene: Wiener Becken, Südzipfel der Slowakei zwischen Bratislava und Gran. Die Südwestgrenze ist für die Ökoregion 5 beschrieben (von Zagreb nach Nordosten zur jugoslawisch-ungarischen Staatsgrenze und dieser nach Westen folgend zur österreichischen Staatsgrenze).

Als Trennlinie zur Ökoregion 5 (Dinarischer Westbalkan) wird im Zuge vorliegender Arbeit die Wasserscheide zwischen den Einzugsgebieten der Raab und der Mur als zoogeografisch aussagekräftige Scheidelinie angesehen. Als Grenze gegen Gebiet 4 (Alpen) wird die Untergrenze der Submontanzzone (500-Meter-Linie) festgelegt. Die Grenzziehung zum Gebiet 9 erfolgt nach dem Auftreten pannonischer Klimaaspekte, wobei sich Region 11 im Donautal sowie Kamp- und Kremstal in das Gebiet 9 erstreckt.

Folgende Fließgewässer-Naturräume (FINK et al. 2000) fallen unter den Einflussbereich der Ökoregion 11: Östliche Gebietsteile vom Terrassenland des Alpenvorlandes zwischen Enns und Tullner Feld, Tullner Feld und Korneuburger Becken, Weinviertel und Marchland, Südliches Wiener Becken, Oststeirisches und Südburgenländisches Hügelland, Mittel- und Nordburgenländische Bucht.

Charakteristische Makrozoobenthos - Arten dieser Ökoregion in Stillgewässern und Flachlandflüssen sind beispielsweise der medizinische Blutegel *Hirudo verbana*, die

Schlundegel *Dina apathyi* und *Erpobdella testacea*, der Schneckenegel *Batracobdelloides moogi*, die Flussmuschel *Unio tumidus zelebori* und die Teichmuschel *Pseudanodonta complanata complanata* (NESEMANN 1993 a & b, NESEMANN & NEUBERT 1999).

3.3 Multivariate Auswertung der Makrozoobenthos-Zönosen der Ökoregionen Österreichs

Obwohl auch zoogeografische Kenntnisse in die auf geökologischen Kriterien beruhende Grenzziehung der Österreich betreffenden Ökoregionen einfließen, basiert die "a priori" Ausweisung überwiegend auf der Expertenanalyse von Milieufaktoren. In einem weiteren Schritt wird mittels "a posteriori"-Analysen versucht, auf Basis der Biozönosen die getroffenen Annahmen zu verifizieren oder falsifizieren (SCHMIDT-KLOIBER et al. 2001). Als multivariate Analyse-Technik wird NMS (non-metric multidimensional scaling) verwendet (siehe auch Kapitel 2.2. und 6.1).

Eine optische Auflösung der einzelnen Farbpunkte ist wegen der großen Anzahl von Untersuchungsstellen schwierig. Insgesamt wird eine Trennung von Gewässern der Alpen (blau) und der "Nicht-Alpen" (andere Farben) deutlich, wobei die rosa visualisierten Gewässer des Dinarischen Westbalkans und die grün dargestellten Gewässer der Ungarischen Tiefebene von der Anzahl der Untersuchungsstellen unterrepräsentiert sind. Die gelben Punkte der Gewässer des Zentralen Mittelgebirges bilden eine merkbar von den Alpen abzutrennende Punktewolke (Abbildung 5).

Nachdem die prinzipielle Eignung der Datensätze und der gewählten multivariaten Methode bestätigt ist, gilt es in der nächsten Auswertungsstufe die Abhängigkeit der Aussagekraft der NMS-Analysen von der Qualität der Datensätze zu beurteilen.

Die linke obere Grafik in Abbildung 5 belegt, dass die Analyse der flächenbezogenen Proben mit absoluten Angaben zur Faunendichte (Individuen pro m²) die gleichen Ergebnisse liefert wie die Analyse aller Daten mit Präsenz/Absenz-Information (übrige Grafiken in Abbildung 5).

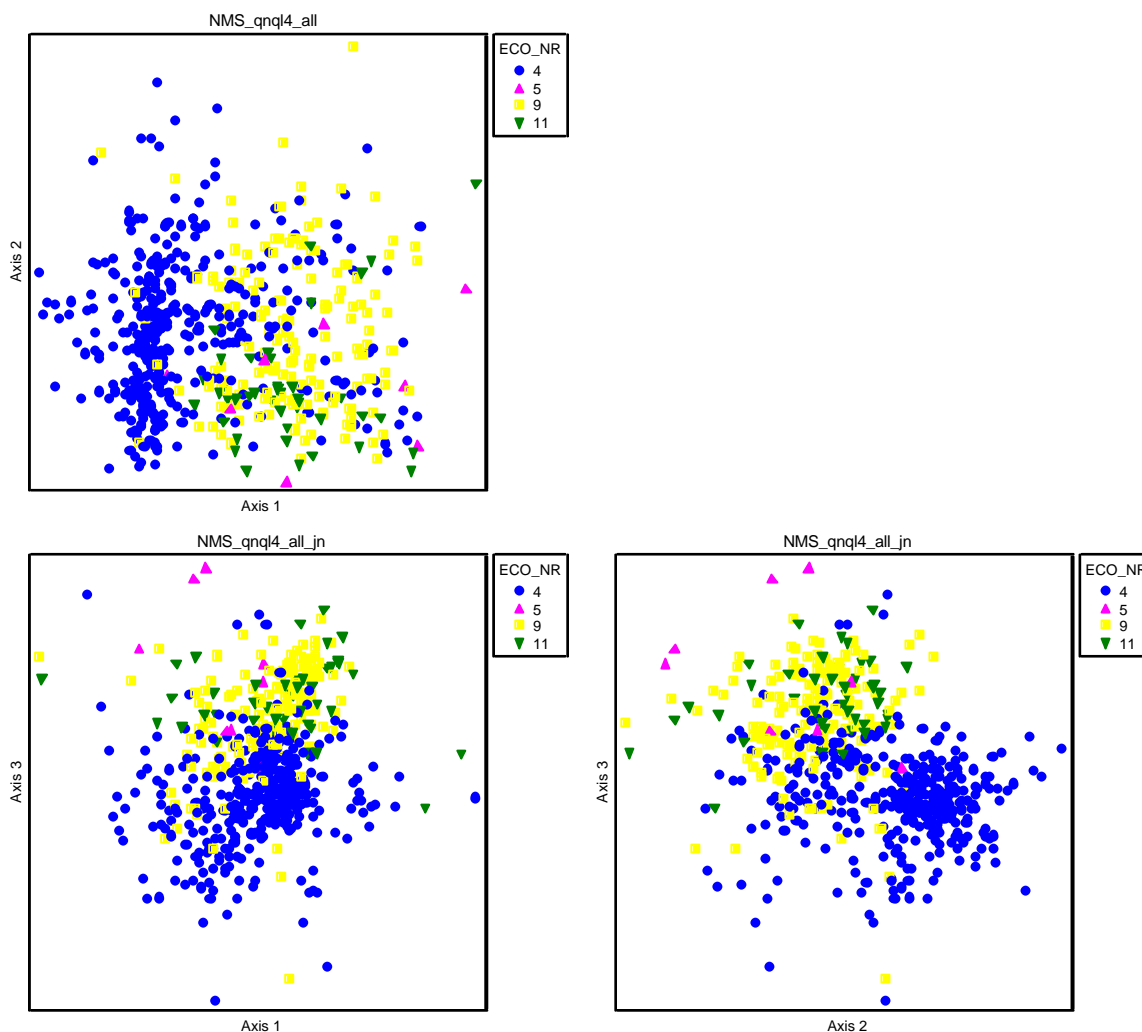


Abbildung 5: NMS-Analyse – Farboverlay "Ökoregionen"; gesamter Datensatz; links oben: mit Abundanzen; restliche Grafiken: mit Präsenz/Absenz-Daten

Die weiteren Analyseschritte zeigen, dass mit Verwendung von Datensätzen gleicher Qualität eine Präzisierung der Aussagen einhergeht (nur qualitative Daten; Abbildung 6). Werden Untersuchungsstellen mit gleicher oder ähnlicher Bearbeitungsweise analysiert, treten die Ähnlichkeiten der Faunengemeinschaften der einzelnen Ökoregionen noch deutlicher hervor. Ein Beispiel dazu gibt die Auswertung der nach gleicher Methodik bearbeiteten qualitativen Proben der Arbeitsgruppe "Benthosökologie" der Abt. Hydrobiologie der BOKU Wien (Abbildung 7).

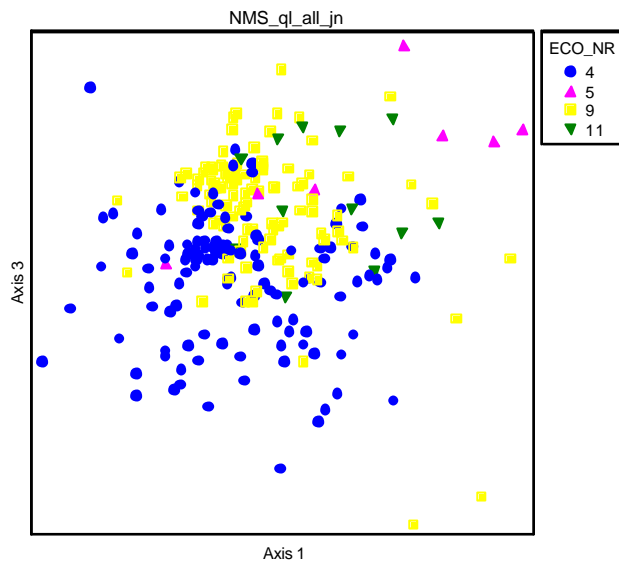


Abbildung 6: NMS-Analyse – Farboverlay "Ökoregionen"; nur qualitative Datensätze

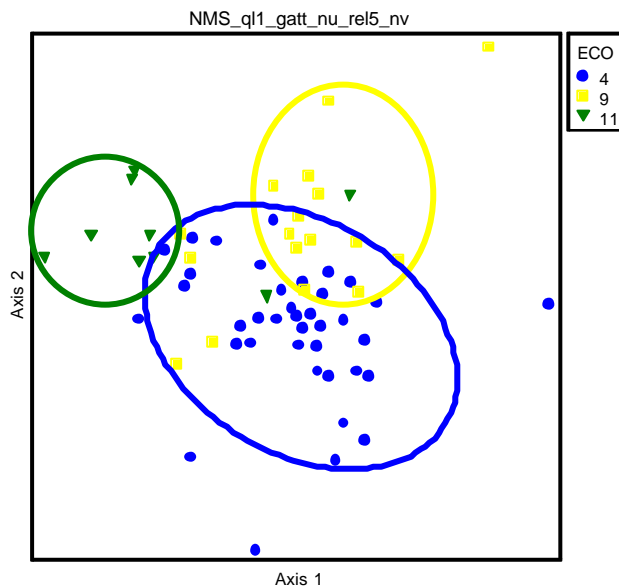


Abbildung 7: NMS-Analyse – Farboverlay "Ökoregionen"; qualitativer Datensatz – nur BOKU-Daten

Durch eine weitere Verringerung der Inhomogenität der Datensätze lassen sich noch präzisere Aussagen ableiten. Zum Beispiel werden im ausgewerteten "Landesmessnetz Oberösterreich" die Proben von einem fixen Personenkreis nach standardisiertem Sammelschema entnommen und von einem gleichbleibenden Expertenteam analysiert (Datenbasis: Gewässerschutzberichte Oberösterreich, zur Verfügung gestellt von der Unterabteilung Gewässerschutz des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung). Die sehr markante Abtrennung von Fließgewässerzönosen der Alpen und des Zentralen Mittelgebirges zeigt Abbildung 8.

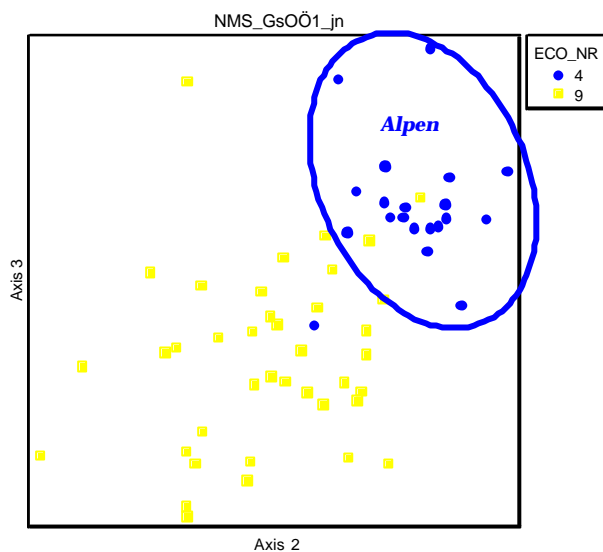


Abbildung 8: NMS-Analyse – Farboverlay "Ökoregionen"; Datensatz – Gewässerschutz Oberösterreich

Auch eine nach ähnlichen Grundsätzen der Probenentnahme und -aufarbeitung erfolgte Datenserie aus Vorarlberg (Datensatz des Landesmessnetzes, zur Verfügung gestellt vom Umweltinstitut des Landes Vorarlberg in Bregenz) zeigt die klare Abgrenzung von Gewässerfaunen der Alpen und des Zentralen Mittelgebirges (Abbildung 9).

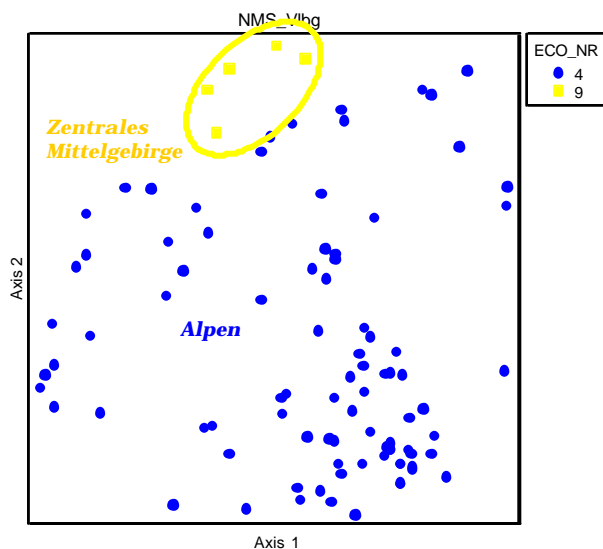


Abbildung 9: NMS-Analyse – Farboverlay "Ökoregionen"; Datensatz – Landesmessnetz Vorarlberg

Einen idealen Grad methodischer Standardisierung repräsentieren die Datensätze des AQEM-Projektes (siehe Seite 8). Obwohl in die Analyse zusätzlich zu den Referenzstellen auch Untersuchungsstellen der übrigen ökologischen Zustandsklassen eingehen, ist eine sehr deutliche Zugehörigkeit der Stellen zu drei Ökoregionen (4, 9, 11) ersichtlich

(Abbildung 10). Die methodische Präzision des AQEM-Datensatzes beruht auf standardisiert entnommenen (angelehnt an das "multi-habitat-sampling" nach BARBOUR et al. 1999) und bearbeiteten sowie auf das Artniveau bestimmten Proben.

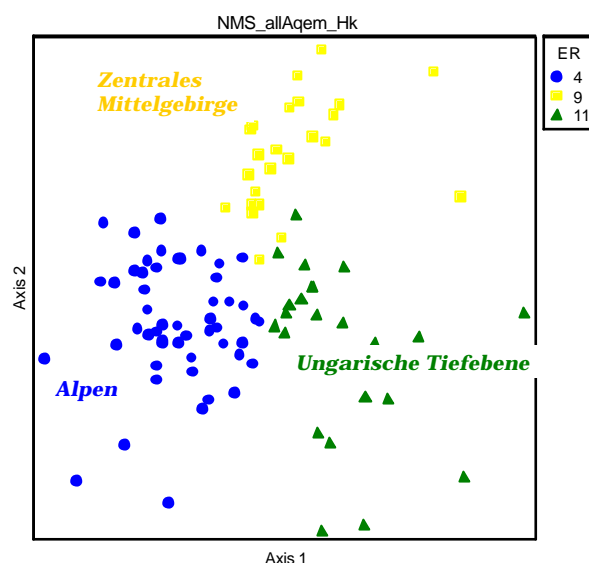


Abbildung 10: NMS-Analyse – Farboverlay "Ökoregionen"; Datensatz – AQEM

Nachdem die hohe Ähnlichkeit der Fauna von Alpengewässern und die Eigenständigkeit der Fauna von "Nicht-Alpen"-Gewässern bestätigt wird, werden in einem weiteren Schritt die unterschiedliche Ökoregionen umfassenden "Nicht-Alpen"-Gebiete Österreichs im Hinblick auf Unterschiede oder Ähnlichkeiten untersucht.

Allerdings liegen für die Charakterisierung dieser Ökoregionen weitaus weniger Datensätze vor, sodass neben Referenzstrecken auch auf anthropogen gering beeinflusste Stellen zurückgegriffen werden muss. Prinzipiell werden aber nur solche Stellen ausgewertet, die zumindest der guten ökologischen Qualität nach WRRL entsprechen.

Die Auswertung der Untersuchungsstellen aus den Ökoregionen Dinarischer Westbalkan und Ungarische Tiefebene unterstützen eindeutig eine Abgrenzung dieser im Osten, Südosten und Süden Österreichs gelegenen Gebiete (Abbildung 11).

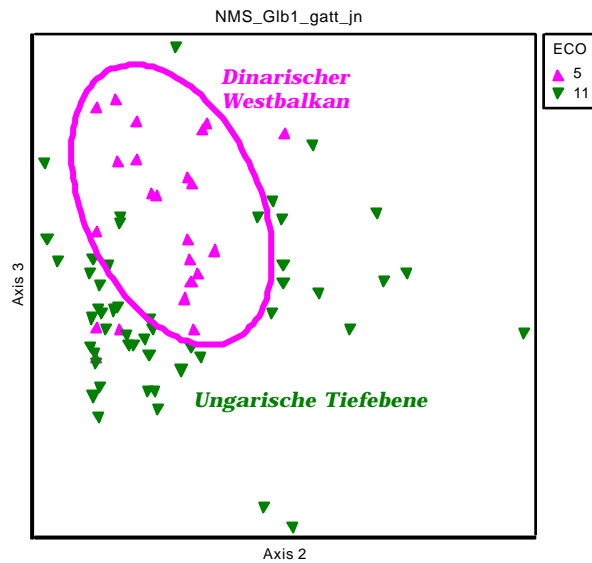


Abbildung 11: NMS-Analyse – Farboverlay "Ökoregionen"; Datensatz – Südöstliche Vorländer

Eine Analyse der Messstellen von Alpenbächen Tirols, Salzburgs, Kärntens und der Steiermark sowie Gewässer der Beckenlandschaften Kärntens erlaubt eine klare Abtrennung der zur Ökoregion Dinarischer Westbalkan gehörenden südlichen Beckenlandschaften von den in der Ökoregion Alpen gelegenen Fließgewässern (Abbildung 12).

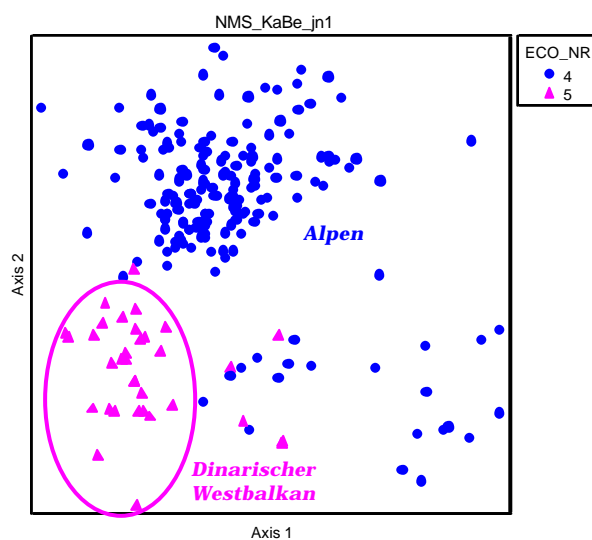


Abbildung 12: NMS-Analyse – Farboverlay "Ökoregionen"; Datensatz – Zentralalpen/Bergrückenlandschaft/südliche inneralpine Becken

3.4 Karte der Ökoregionen Österreichs

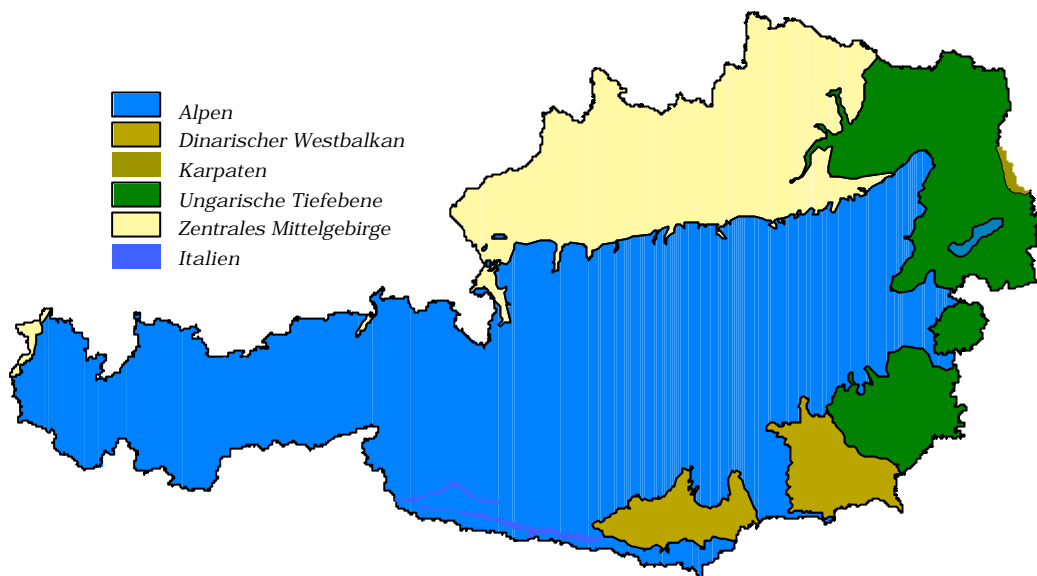


Abbildung 13: Zoogeografische Ökoregionen Österreichs nach MOOG et al. (2001)

4 Die Fließgewässer-Naturräume Österreichs

Im Zuge der Vorbereitungen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie wurde bereits sehr früh klar, dass für eine auf Biozönosen gründende Fließgewässer-Typologie die Ökoregionen zu großflächige Gebiete darstellen, um die Vielfalt der österreichischen Gewässerlandschaft adäquat zu repräsentieren. Die Einteilung der österreichischen Landschaft in Fließgewässer-Naturräume durch FINK et al. (2000) bietet eine wichtige Grundlage zur Klassifikation der Fließgewässer-Vielfalt unseres Bundesgebietes.

Unter Fließgewässer-Naturräumen werden Landschaftseinheiten subsummiert, die in Bezug auf geökologische Eigenschaften typologisch einheitliche Elemente aufweisen. Im Sinne der Vorgaben der WRRL werden die ausgewiesenen Fließgewässer-Naturräume den europäischen Ökoregionen zugeordnet.

Der Ausarbeitung der Fließgewässer-Naturräume liegt die Auswertung der im Kapitel 2.1 aufgeführten Kriterien und Themenkarten zugrunde. Insgesamt werden 40 Fließgewässer-Naturräume ausgewiesen, die sich auf folgende sechs Großgebiete (1. Unterteilungsebene nach FINK et al. 2000) verteilen:

1. Nordalpen (vorwiegend Flysch und Kalk)
2. Kristalline Zentralalpen
3. Südalpen
4. Vorländer und randalpine Becken (Alpenvorland, Pannonisch-Illyrisches Klimagebiet)
5. Granit- und Gneishochland
6. Inneralpine Beckenlandschaften

Zufolge der in FINK et al. (2000) sehr ausführlich vorgenommenen Beschreibungen werden in vorliegendem Bericht die Fließgewässer-Naturräume nicht näher ausgeführt.

Die zum Verständnis von Abbildung 14 sowie der meisten Grafiken zur Bioregions-Ausweisung in den Legenden angeführten Nummern der Fließgewässer-Naturräume sind nachstehend aufgelistet.

- 1 Nordalpen
 - 1.1 Flysch- oder Sandsteinvoralpen
 - 1.2 Kalkhochalpen
 - 1.2.1 Westliche Kalkhochalpen
 - 1.2.2 Zentrale Kalkhochalpen
 - 1.2.3 Östliche Kalkhochalpen
 - 1.3 Kalkvoralpen
 - 1.4 Helvetikum in Vorarlberg
 - 1.5 Grauwackenzone

- 2 Zentralalpen
 - 2.1 Vergletscherte Zentralalpen
 - 2.2 Unvergletscherte Zentralalpen
 - 2.2.1 Niedere Tauern
 - 2.2.2 Bergrückenlandschaft der unvergletscherten Zentralalpen
 - 2.3 Nordost-Ausläufer der Zentralalpen
- 3 Südalpen
- 4 Vorländer und randalpine Becken
 - 4.1 Westliches Vorland
 - 4.1.1 Vorlandmolasse (mittelländische Molasse)
 - 4.1.2 Alpine Molasse (subalpine Molasse)
 - 4.1.3 Rheintal mit Bodenseegebiet
 - 4.2 Nördliches Vorland
 - 4.2.1 Salzburgisches Vorland
 - 4.2.2 Innviertler und Hausruckviertler Hügelland
 - 4.2.3 Hausruck und Kobernauberwald
 - 4.2.4 Unteres Trauntal inkl. Welser Heide und Donautal bei Linz
 - 4.2.5 Traun-Enns-Platte
 - 4.2.6 Terrassenland des Alpenvorlandes zwischen Enns und Tullner Feld
 - 4.2.7 Tullner Feld und Korneuburger Becken
 - 4.3 Südliches Wiener Becken
 - 4.3.1 Kalkschotterfächer des Steinfeldes
 - 4.3.2 Feuchte Ebene
 - 4.4 Südöstliches Vorland
 - 4.4.1 Weststeirisches Hügelland und ostmurisches Grabenland
 - 4.4.2 Oststeirisches und Südburgenländisches Hügelland
 - 4.4.3 Mittelburgenländische Bucht (Oberpullendorfer Bucht)
 - 4.4.4 Nordburgenländische Bucht (Eisenstädter Bucht)
 - 4.4.5 Grazer Feld inklusive Leibnitzer, Murecker und Radkersburger Feld
 - 4.5 Weinviertel und Marchfeld
 - 4.5.1 Westliches Weinviertel
 - 4.5.2 Klippenzone
 - 4.5.3 Östliches Weinviertel und Marchfeld
- 5 Granit- und Gneishochland
 - 5.1 Böhmerwald
 - 5.2 Mühlviertler Hochland inkl. Sauwald und Kürnberger Wald
 - 5.3 Freiwald - Weinsberger Wald (Hohes Waldviertel inklusive Ostrong und Jauerling)
 - 5.4 Westliches Niederes Waldviertel, Litschauer Ländchen und Dunkelsteiner Wald
 - 5.5 Östliches Niederes Waldviertel inkl. Unteres Thayahochland, Horner Mulde und Manhartsberg
- 6 Inneralpine Beckenlandschaften
 - 6.1 Klagenfurter Becken
 - 6.2 Lavanttaler Becken

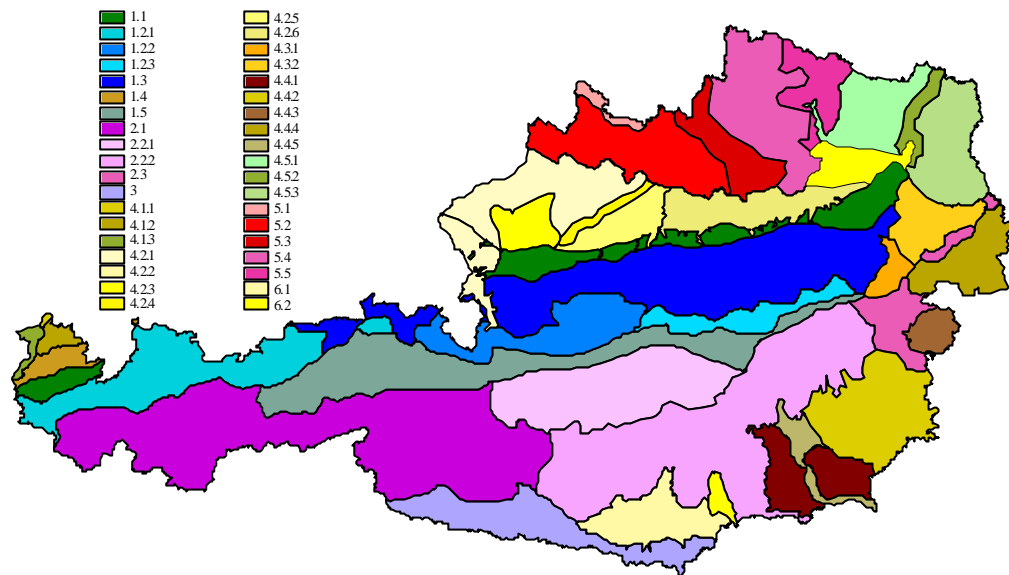


Abbildung 14: Fließgewässer-Naturräume Österreichs nach FINK et al. (2000)

5 Die Fließgewässer-Grundtypen

Aufbauend auf den Ökoregionen, Fließgewässer-Naturräumen und anderen typologischen Kriterien wurde ein Vorschlag für eine abiotische Fließgewässertypisierung gemäß den Vorgaben des Anhang II der WRRL erstellt. Dabei wurden ein Set von 17 Fließgewässer-Typregionen und 9 Sondertypen ("große Flüsse", siehe Kapitel 6.2.5) identifiziert (WIMMER & CHOVANEC 2000; WIMMER et al. 2000 a und b). Diese, rein auf abiotischen Faktoren beruhende, Typenzuordnung der österreichischen Fließgewässer bildete eine erste wesentliche Grundlage für die Umsetzung der ökologischen Bewertung gemäß WRRL. Folgende Typregionen wurden ausgewiesen:

- A Gewässer der vergletscherten Zentralalpen
- B Gewässer der unvergletscherten Zentralalpen
- C Gewässer der Südalpen
- D Gewässer der inneralpinen Beckenlandschaften
- E Gewässer des südöstlichen Vorlandes (Westteil)
- F Gewässer des südöstlichen Vorlandes (Ostteil)
- G Gewässer des südlichen Wiener Beckens
- H Gewässer der Nordost-Ausläufer der Zentralalpen
- I Gewässer des Weinviertels und Marchfeldes
- J Gewässer des nördlichen Vorlandes
- K Gewässer des Granit- und Gneishochlandes
- L Gewässer der Flysch- und Sandsteinvoralpen
- M Gewässer der Kalkvoralpen
- N Gewässer der Kalkhochalpen
- O Gewässer der Grauwackenzone
- P Gewässer des Helvetikum in Vorarlberg
- Q Gewässer der westlichen Vorländer

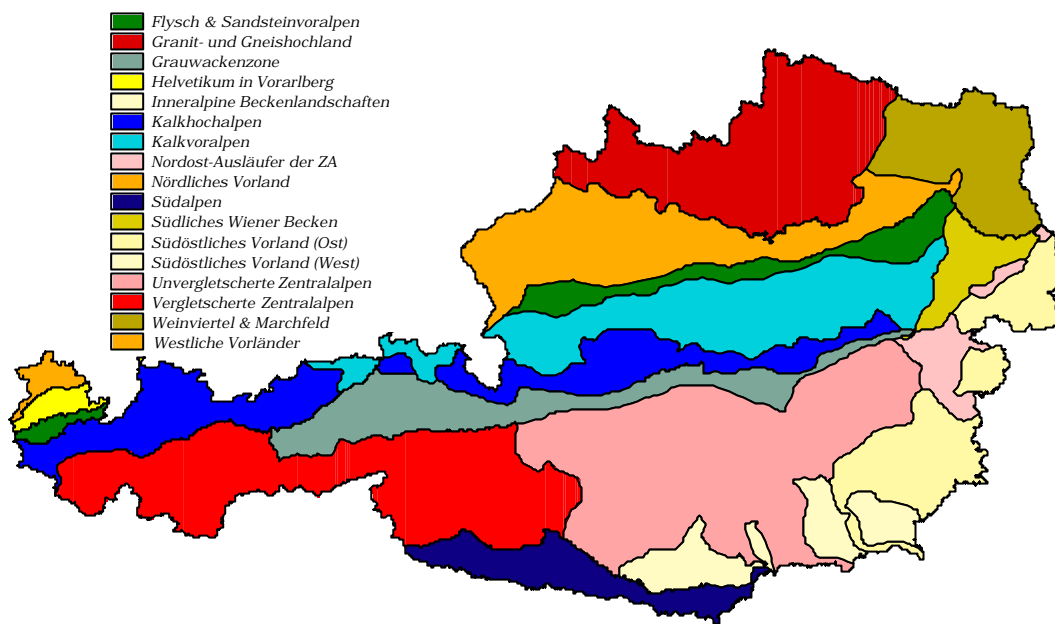


Abbildung 15: Fließgewässer-Typregionen nach WIMMER & CHOVANEC (2000) und WIMMER et al. (2000 a und b)

6 Die Fließgewässer-Bioregionen Österreichs

Bioregionen werden in vorliegender Arbeit als "in Bezug auf Milieufaktoren und Organismen relativ übereinstimmende Landschaftsräume" definiert. Eine Bioregion ist eine einzigartige und räumlich von anderen Klassen getrennte Kategorie. Jede Bioregion tritt innerhalb einer größeren Landschaft (übergeordneten Landschaftseinheit, z.B. Ökoregion) nur einmal auf. Die Gewässer innerhalb einer Bioregion sollen in Bezug auf Umweltfaktoren und Organismenstruktur homogen sein und möglichst große Unterschiede zu anderen Bioregionen aufweisen (HAWKINS & NORRIS 2000).

Bioregionen stellen ein methodisch sehr anspruchsvolles Element einer räumlichen Landschaftsgliederung dar, da die Elemente der unbelebten Systemkomponenten mit dem Informationsgehalt der Biozönosen verknüpft werden. Für die praktische Umsetzung der Gewässerbewertung auf Basis des Makrozoobenthos nach WRRL stellen die Fließgewässer-Bioregionen daher die geeignetsten flächenbezogenen typologischen Einheiten dar: Die natürliche Variabilität der auf Makrozoobenthos-Zönosen beruhenden Kennwerte (Indices, Scores, Metrics etc.) ist trotz vergleichsweise kleiner Regionenzahl gering.

6.1 Grundsätzliche Anmerkungen zur Analyse der Bioregionen

6.1.1 Räumliche Bezugsebenen und Referenzstellen

Für die Ausweisung der Bioregionen gilt: Die - durch multivariate Analysen als faunistisch "ähnlich" gekennzeichneten - Gewässerstellen werden im Hinblick auf Zugehörigkeit zu Fließgewässer-Naturräumen (nach FINK et al. 2000) und Typregionen (nach WIMMER & CHOVANEC 2000) untersucht. Eine optische Markierung der Fließgewässer-Naturräume bzw. Typregionen durch Farb- und Form-Overlays ermöglicht in weiterer Folge die Zusammenfassung von Naturräumen zu Bioregionen. Ziel dieser Vorgangsweise ist der multivariat durchgeführte Nachweis der größtmöglichen räumlichen Gebietseinheit (innerhalb der Ökoregionen), die von einer in sich ähnlichen Fauna besiedelt wird. Die gesamte Übersicht und die Nummerierungen der Fließgewässer-Naturräume und Typregionen sind in Kapitel 4 und 5 enthalten.

Die Ausweisung der Bioregionen mithilfe der Ordinationsmethode non-metric multidimensional Scaling (NMS) beruht ausschließlich auf der Analyse von Makrozoobenthosgesellschaften (Gattungen oder Arten). Andere Charakteristika (z.B. Ökoregionen) werden lediglich zur Überlagerung der Darstellung der Untersuchungsstellen im dreidimensionalen Raum verwendet (Overlay).

Der Grunddatensatz umfasst 582 Untersuchungsstellen mit folgenden Mindestqualitätskriterien:

- Referenz-Kategorie im Sinne der WRRL oder
- ökologische Zustandsklasse 2 nach WRRL: nur Untersuchungsstellen mit zumindest einem Faunenelement hoher bioindikatorischer Aussagekraft (Definition siehe Kapitel 2.2.2)
- taxonomisches Bestimmungsniveau: "hoch" oder "mittel"

6.1.2 Präzisierung der NMS-Analysen

Betrachtet man den NMS-Scatterplot mit Ökoregions-Overlay (Abbildung 16) aller 582 Untersuchungsstellen, ist trotz des umfangreichen Datensatzes ersichtlich, dass sich die Zönosen der Alpenflüsse (Ökoregion 4, blau) deutlich von jenen der restlichen Ökoregionen der "Nicht-Alpen" trennen (5 - Dinarischer Westbalkan, rosa; 9 - Zentrales Mittelgebirge, gelb; 11 - Ungarische Tiefebene, grün).

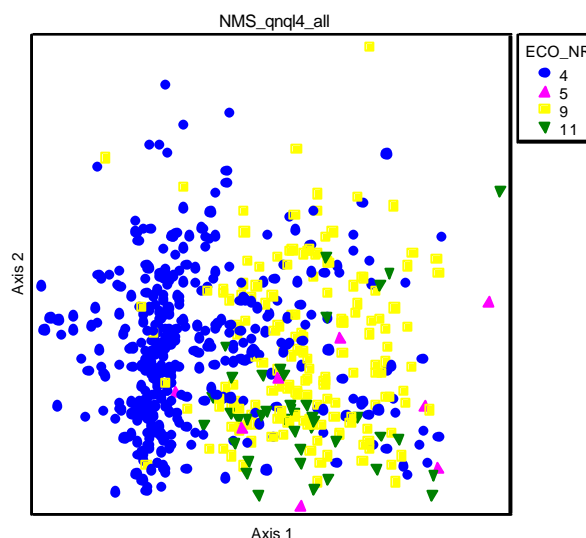


Abbildung 16: NMS-Analyse gesamter Datensatz, Farboverlay "Ökoregionen"

Versieht man den Scatterplot dieser Ähnlichkeitsanalyse (Abbildung 16) mit dem detailreicheren Farbraster der 6 Fließgewässer-Naturräume erster Ebene, geht trotz vertiefter Aussage die visualisierbare Übersichtlichkeit verloren (Abbildung 17). Geht man in der naturräumlichen Skalierung noch einen Schritt tiefer und betrachtet die gleiche Analyse mit einem Overlay der detaillierten Fließgewässer-Naturräume, erweist sich die Darstellung als wesentlich unübersichtlicher, es sind nur bedingt Cluster von Gebieten ersichtlich (Abbildung 18).

Um diese Artefakte künftig zu vermeiden werden nur mehr die minimal notwendigen Datensätze in einer NMS-Auswertung gemeinsam bearbeitet. Grundsätzlich werden die

Analysen ökoregionsbezogen durchgeführt, d.h. immer nur solche Datensätze inkludiert, die der zu analysierenden Ökoregion/Sub-Ökoregion angehören. Fallweise werden allerdings, um beispielsweise eine deutlichere Abgrenzung der Gebiete darzustellen, auch Datensätze benachbarter Ökoregionen zur NMS-Analyse herangezogen.

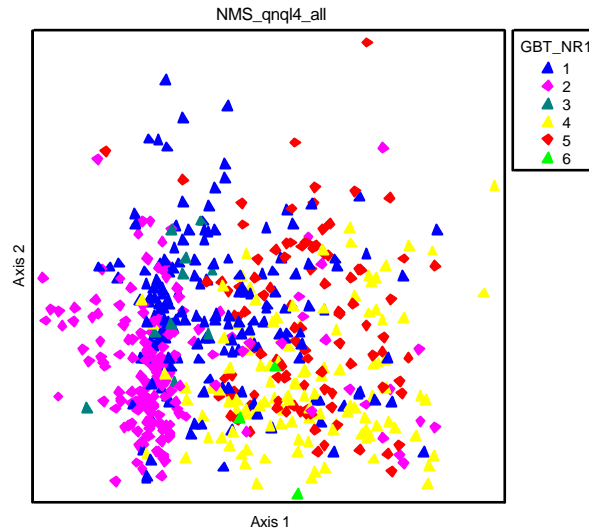


Abbildung 17: NMS-Analyse gesamter Datensatz, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume (1. Unterteilungsebene)"

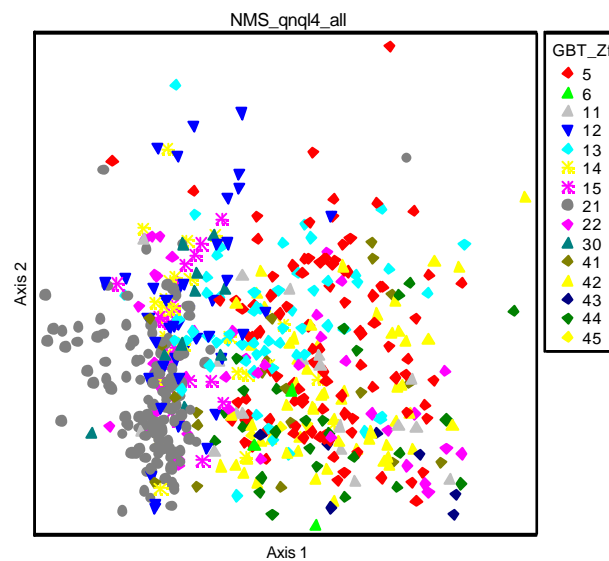


Abbildung 18: NMS-Analyse gesamter Datensatz, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume (Detailerteilung)"

Eine Präzisierung der Aussageschärfe ergibt sich, wenn die Untersuchungsstellen hinsichtlich der Probenentnahmemethodik getrennt ausgewertet werden. Die Analyse der nur qualitativ besammelten Untersuchungsstellen belegt dies beispielhaft. Es werden 249 Stellen mit folgenden Qualitätskriterien bearbeitet:

- Referenz-Kategorie im Sinne der WRRL oder

- ökologische Zustandsklasse 2 nach WRRL: nur Untersuchungsstellen mit zumindest einem Faunenelement hoher bioindikatorischer Aussagekraft (Definition siehe Kapitel 2.2.2)
- taxonomisches Bestimmungsniveau: "hoch" oder "mittel"

Zusätzlich zur bereits belegten Trennung von Alpen und "Nicht-Alpen" treten die Untersuchungsstellen in den Naturräumen des Dinarischen Westbalkans als Gruppe hervor (Abbildung 19).

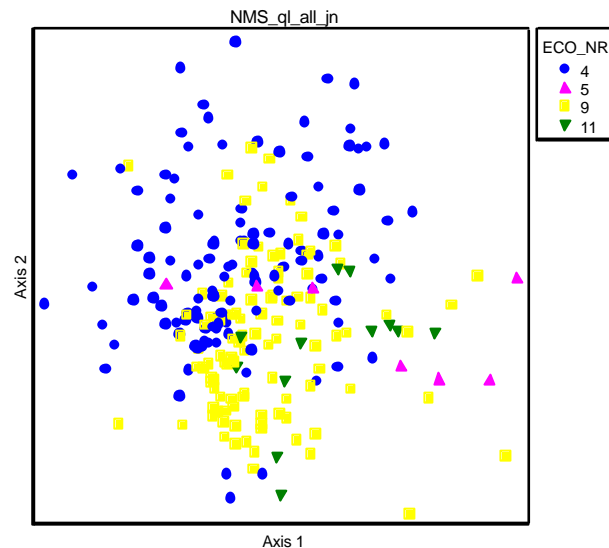


Abbildung 19: NMS-Analyse qualitativer Datensatz, Farboverlay "Ökoregionen"

Die Auswertung der 249 homogen besammelten Untersuchungsstellen liefert für die Grobeinteilung der Fließgewässer-Naturräume schärfere Ergebnisse als für den Gesamtdatensatz (Abbildung 17): es lässt sich eine mehr oder weniger deutliche Abtrennung der Gebiete 1 (Nordalpen), 2 (Zentralalpen) und 4 (Vorländer und randalpine Becken) erkennen (Abbildung 20).

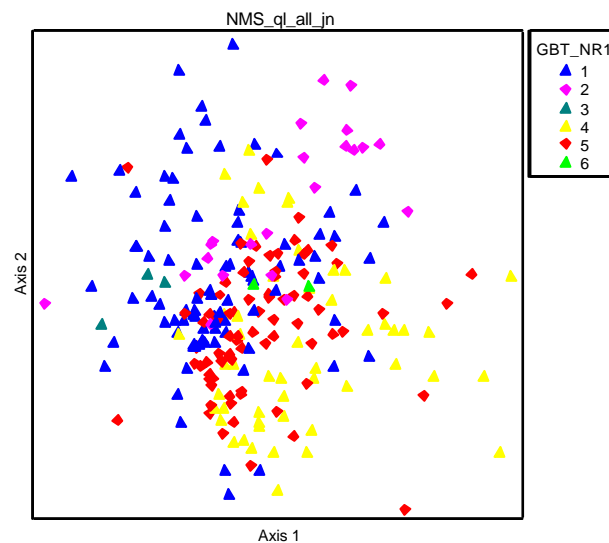


Abbildung 20: NMS-Analyse qualitativer Datensatz, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume (1. Unterteilungsebene)"

Auch die feinere Gebietsauftrennung lässt bereits deutliche Unterschiede erkennen. Beispielsweise erweisen sich die Gebiete 1.2 (Kalkhochalpen), 2.2 (unvergletscherte Zentralalpen) oder 4 (Vorländer und randalpine Becken exklusive Vorlandmolasse) als relativ eigenständig; das Granit- und Gneisgebiet (5) kann ebenfalls als eigenes Gebiet interpretiert werden (Abbildung 21).

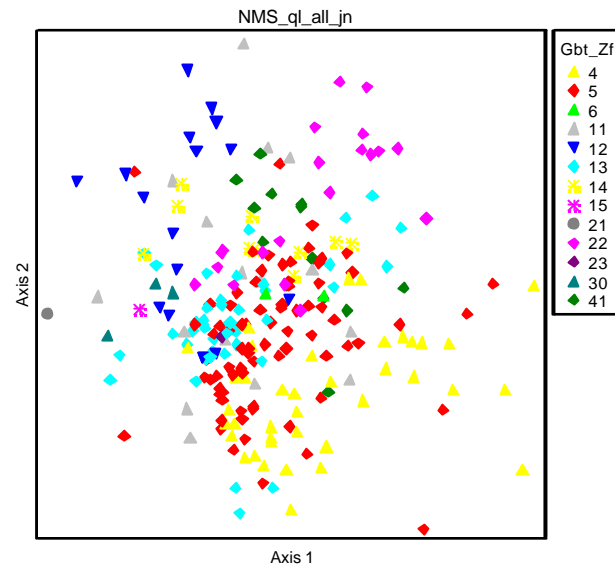


Abbildung 21: NMS-Analyse qualitativer Datensatz, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume (Detailteilung)"

Der in Abbildung 19 bis Abbildung 21 verwendete Datensatz stellt eine Kombination von Untersuchungsstellen dar, die von unterschiedlichen Institutionen mit verschiedenen Methoden und Bestimmungsniveaus bearbeitet wurden. Mögliche dadurch bedingte Fehlerquellen können vermieden werden, indem nur Datensätze einheitlicher Qualität (z.B.: gleiches Bestimmungsniveau, einheitliche Beprobungsmethode, gleiche Schätzskala bei qualitativen Proben) zur Auswertung herangezogen werden.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Schärfe der Ähnlichkeitsanalyse zunimmt, wenn die Proben standardisiert bearbeitet werden. Dieser Umstand lässt sich am Beispiel der Vorgangsweise Oberösterreichs (Datensatz der Oberösterreichischen Landesregierung, Unterabteilung Gewässerschutz) verdeutlichen. Hier werden die Proben von einem fixen Personenkreis nach standardisiertem Sammelschema entnommen und von einem gleichbleibenden Expertenteam analysiert. Im Beispiel werden 60 Datensätze mit folgenden Kriterien analysiert:

- Referenz-Kategorie im Sinne der WRRL oder
- ökologische Zustandsklasse 2 nach WRRL: nur Untersuchungsstellen mit zumindest einem Faunenelement hoher bioindikatorischer Aussagekraft (Definition siehe Kapitel 2.2.2)
- taxonomisches Bestimmungsniveau: "hoch" oder "mittel"

Die beiden Ökoregionen Oberösterreich, Alpen (4) und Zentrales Mittelgebirge (9), sind eindeutig voneinander abtrennbar.

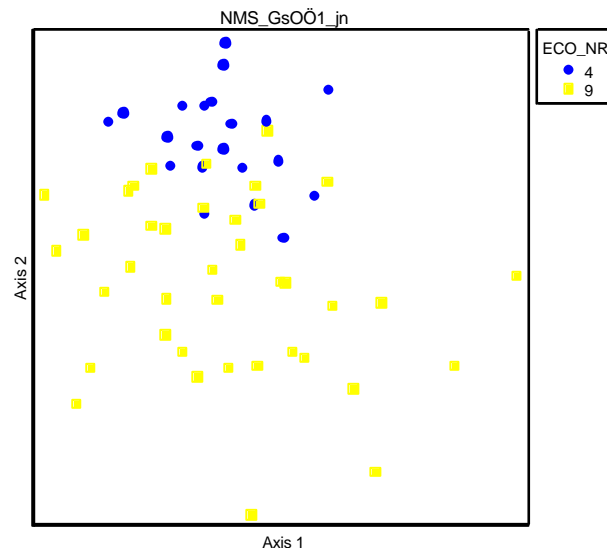


Abbildung 22: NMS-Analyse Datensatz Oberösterreich, Farboverlay "Ökoregionen"

Schlüsselt man die Ökoregionen nach den Fließgewässer-Naturräumen auf, ergibt sich folgendes Bild: Das Granit- und Gneisgebiet (alle GBT 5, rot) trennt sich deutlich von den Kalkvoralpen (GBT 1.3, hellblau) ab. Auch die Fließgewässer-Naturräume des nördlichen Vorlandes stellen ein eigenständiges Gebiet dar (alle GBT 4, gelb). Die übrigen Gebiete (GBT11, Flysch- oder Sandsteinvoralpen und GBT 122, zentrale Kalkhochalpen) entziehen sich auf Grund der dürftigen Dokumentation der Diskussion.

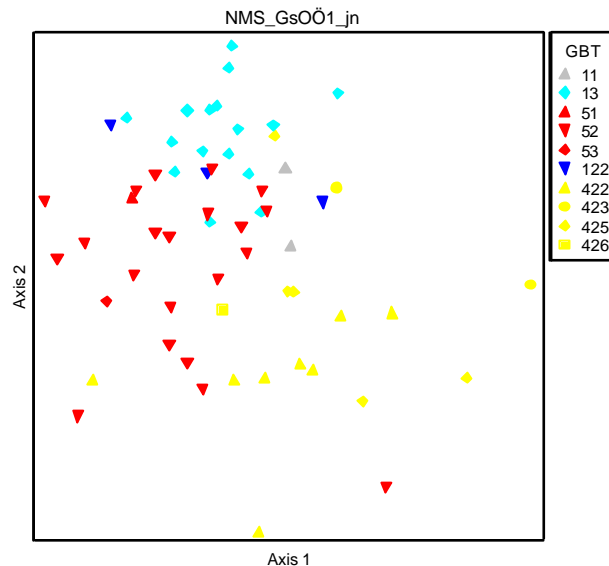


Abbildung 23: NMS-Analyse Datensatz Oberösterreich, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

6.1.3 Absicherung der bioregionalen Klassifizierung

Ein wesentliches Element der methodischen Vorgangsweise besteht in der Beweisführung (Absicherung), dass die Aussagen der bioregionalen Klassifizierung allein durch die Biozönosen und nicht durch methodisch bedingte Einflussgrößen (etwa Probenentnahmetechnik, taxonomisches Bearbeitungsniveau) beeinflusst oder gesteuert werden.

Für die nachfolgenden Grafiken werden auf Basis einer NMS-Analyse verschiedene Parameter als Overlay über den Scatterplot gelegt, um einen eventuellen Einfluss der jeweiligen Faktoren zu orten und somit eine Beeinflussung der Bioregions-Klassifizierung, beispielsweise durch das Bestimmungsniveau oder die Art der Schätzskala, zu diskutieren. Diese Methode kann aber auch dazu verwendet werden, um wichtige biozönotisch wirksame Steuergrößen (etwa Seehöhe) zu visualisieren. Als Beispiel dienen die Makrozoobenthos-Gemeinschaften von Fließgewässern der Fließgewässer-Naturräume (nach FINK et al. 2000) "vergletscherte Zentralalpen" (2.1), "Niedere Tauern" (2.2.1), "Bergrückenlandschaft" (2.2.2) mit "Ausläufern der Zentralalpen" (2.3) und die

"inneralpinen Beckenlandschaften" (6.1 - Klagenfurter Becken, 6.2 - Lavantaler Becken) (Abbildung 24).

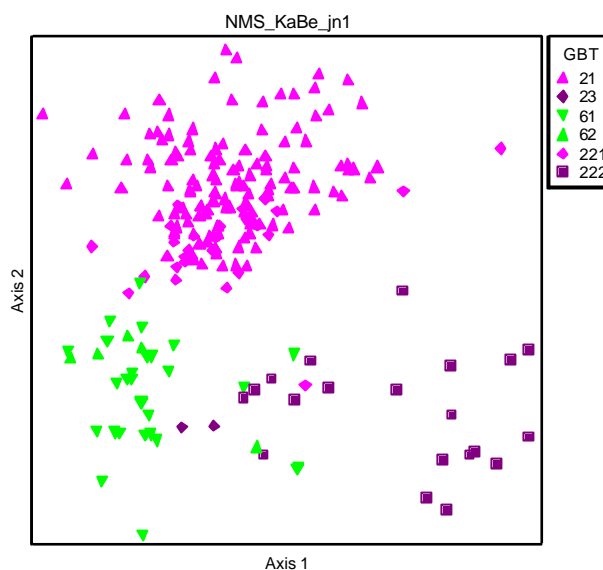


Abbildung 24: NMS-Analyse Zentralalpen/Bergrückenlandschaft/inneralpine Becken, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Methodisch bedingte Einflussgrößen

Der den Analysen zugrunde liegende Datensatz entstammt einer Vielzahl von Untersuchungen verschiedenster österreichischer Institutionen und unterliegt daher möglichen Auswirkungen durch unterschiedliche Probenentnahmetechniken

- quantitativ: verschiedene Besammlungsgeräte bzw. Besammlungsflächen
- qualitativ: verschiedene Schätzskalen im Freiland

Um eine Beeinflussung dieser methodisch bedingten Kriterien auszuschließen werden für die Analyse der Makrozoobenthosgesellschaften zumeist Datensätze mit Präsenz/Absenz-Information verwendet. Eine Ausnahme bilden die Analysen für einheitlich besammelte Gebiete.

In Abbildung 25 ist die Einteilung der Untersuchungsstellen nach ihrer voreingestuften ökologischen Zustandsklasse zu sehen. Es fällt auf, dass sich die Untersuchungsstellen der inneralpinen Becken mit ökologischer Zustandsklasse "gut" (2) abtrennen. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, dass diese Stellen aufgrund des schlechteren ökologischen Zustandes einen eigenständigen Cluster bilden. Allerdings werden nur solche Stellen mit gutem ökologischen Zustand in die Analyse integriert, an denen zumindest eine von taxonomischen Experten genannte bioindikatorisch bedeutende Art vorkommt (siehe Kapitel 2.2.2). Es liegt daher die Schlussfolgerung nahe, dass sich diese Stellen aufgrund ihrer für die Beckenlandschaften typischen Fauna unterscheiden.

Die Gültigkeit dieser Annahme wird bekräftigt, wenn man nur die Referenzstellen (1) der Zentralalpen und der Bergrückenlandschaft betrachtet. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Klassifizierung in unterschiedliche Gebiete allein auf die zoozönotischen Zusammensetzung, nicht aber auf die ökologische Zustandsklasse der Untersuchungsstellen, zurückzuführen ist.

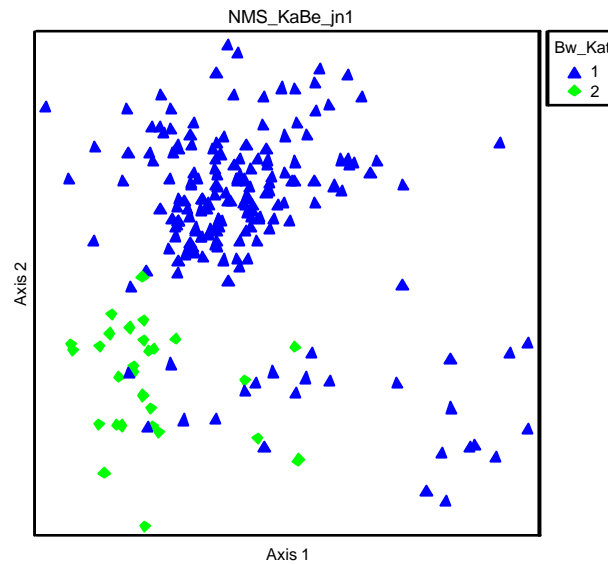


Abbildung 25: NMS-Analyse Zentralalpen/Bergrückenlandschaft/inneralpine Becken, Farboverlay "ökologische Zustandsklasse"

Analysiert man die Auswirkungen unterschiedlicher Bestimmungsniveaus der einzelnen Benthosproben auf die Ähnlichkeitsverhältnisse, so ist kein Einfluss der "hohen" (1) oder "mittleren" (2) Determinationsqualität auf die Klassifizierung der Untersuchungsstellen gegeben (Abbildung 26).

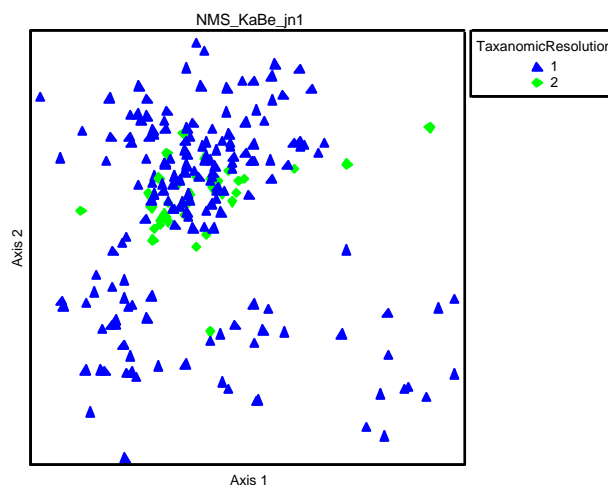


Abbildung 26: NMS-Analyse Zentralalpen/Bergrückenlandschaft/inneralpine Becken, Farboverlay "taxonomisches Bestimmungsniveau"

Fasst man die Aussagen der gezeigten Overlays zusammen, ist festzustellen, dass keiner der untersuchten methodischen Parameter die zoönotische Klassifizierung der Untersuchungsstellen in einer die bioregionale Interpretation missverständlichen Weise wesentlich beeinflusst.

Einfluss von biozönotisch wirksamer Steuergrößen

Abbildung 27 gibt die Lage der Seehöhenklassen der in Abbildung 24 ausgewerteten Fließgewässer wieder. Zwei Punktwolken sind deutlich unterscheidbar: die grau und blau unterlegten Stellen hochgelegener Seehöhenbereiche (höher als 800 m; Seehöhenklassen 4 und 5) in den Zentralalpen, sowie jene der niedrigeren Seehöhenbereiche (200 bis 800 m; Seehöhenklassen 2 und 3) in der Bergrückenlandschaft und den inneralpinen Becken. Zunächst tritt klar hervor, dass die Seehöhe grundsätzlich als Prediktor der Zönosenstruktur fungiert. Innerhalb der beiden Seehöhen-Gruppen (größer bzw. kleiner 800 m), die auch a priori bereits unterschieden wurden, ist jedoch eine homogene Mischung der Seehöhenklassen gegeben.

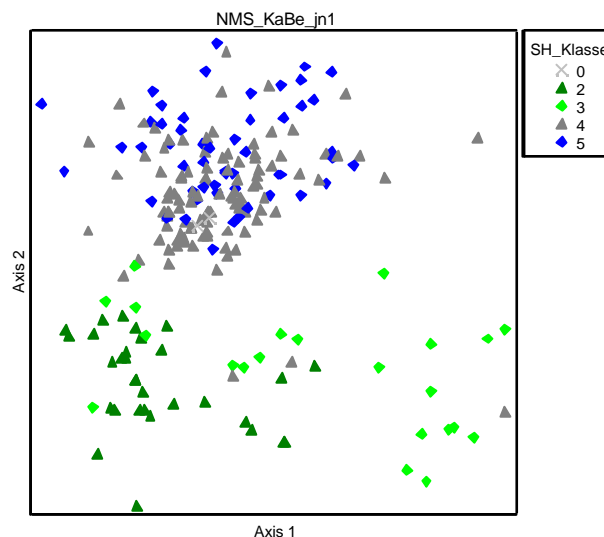


Abbildung 27: NMS-Analyse Zentralalpen/Bergrückenlandschaft/inneralpine Becken, Farboverlay "Seehöhenklassen"

In Abbildung 28 werden die Untersuchungsstellen mit einem Farboverlay zur Kennzeichnung der Einzugsgebietsklassen nach WRRL überlagert. Hier weist die Bergrückenlandschaft eine einheitliche Klasse kleinerer Einzugsgebiete (Klasse 0: < 10 km²) auf. Dies ist eine Auswirkung des Überwiegens kleinerer Referenzgewässer, da Gewässer größerer Einzugsgebiete in diesem Gebiet oftmals denaturiert sind. In der Darstellung findet man in den Zentralalpen eine unspezifische Verteilung der Einzugsgebietsklassen 0 bis 2 (bis 1000 km²), sowie 0 bis 3 (bis 10000 km²) in den

inneralpinen Becken. Diese Befunde zeigen, dass die Ähnlichkeiten der Benthosfauna dieser Gewässer von der Größe der Einzugsgebiete nicht maßgeblich beeinflusst sind.

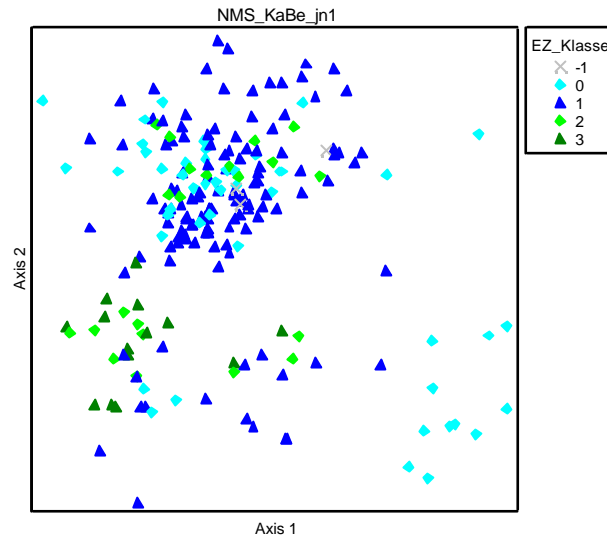


Abbildung 28: NMS-Analyse Zentralalpen/Bergrückenlandschaft/inneralpine Becken, Farboverlay "Einzugsgebietsklassen"

Eine ähnliche Aussage erbringt die Verteilung der Flussordnungszahlen, die in drei Klassen zusammengefasst werden (1 bis 3; 4 und 5; 6 und 7). Der Flussentwicklung entlang der Südabdachung der Alpen entsprechend finden sich nur in den tiefer gelegenen inneralpinen Becken Flüsse mit höheren Flussordnungszahlen (Abbildung 29). Die Anordnung der grün gekennzeichneten Flüsse höherer Ordnungszahl (6 und 7) gibt einen Hinweis auf die hohe Ähnlichkeit der Faunengemeinschaft dieser Gewässer.

Die Verteilung der übrigen Farbmarken belegt, dass die Ähnlichkeiten der Faunen in den Fließgewässer-Naturräumen von jenen Milieufaktoren, die mittels der Flussordnungszahl charakterisiert werden, nur unbedeutend beeinflusst werden.

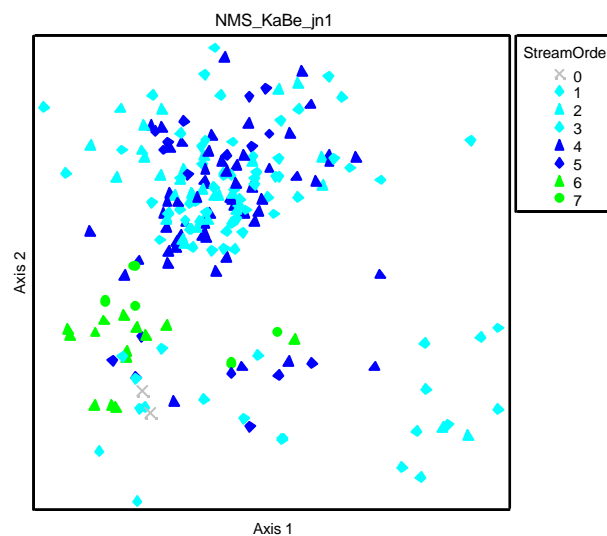


Abbildung 29: NMS-Analyse Zentralalpen/Berggrückenlandschaft/inneralpine Becken, Farboverlay "Flussordnungszahlen"

In Abbildung 30 wird die zoönotische Anordnung der Untersuchungsstellen mit einem Jahreszeiten-Overlay, in denen die Proben entnommen wurden, versehen (1=Frühling; 2=Sommer; 3=Herbst; 4=Winter). Am Beispiel der in Bezug auf die Seehöhenbereiche relativ einheitlichen Zentralalpen (Punkte innerhalb der Ellipsenmarkierung) wird ersichtlich, dass die Klassifizierung der Bioregionen nicht durch die gemeinsame Analyse von Proben zu unterschiedlichen Jahreszeiten beeinflusst wird.

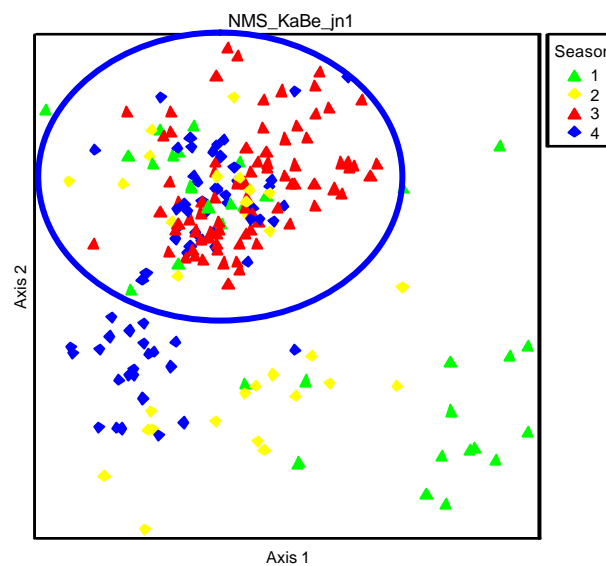


Abbildung 30: NMS-Analyse Zentralalpen/Berggrückenlandschaft/inneralpine Becken, Farboverlay der Jahreszeiten

Zusammenfassend erweist sich von den biozönotisch wirksamen Steuergrößen vor allem die Seehöhe als Einflussfaktor.

6.2 Ergebnisse der multivariaten NMS-Analyse

6.2.1 Die Bioregionen der Ökoregion "Alpen"

Innerhalb der Ökoregion Alpen ist zunächst zu klären, ob die - für das Verständnis vieler Prozesse der terrestrischen Vegetation so wichtige (NIKLFELD 1993) - Unterteilung der Alpen in Kalkalpen und kristalline Zentralalpen durch die Zusammensetzung der Makrozoobenthos-Zönosen unterstützt wird.

Im ersten Auswertungsschritt werden Untersuchungsstellen mit Präsenz/Absenz-Information von Gattungen analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass es Ähnlichkeiten der Biozönosen innerhalb der Kalkalpen (Abbildung 31: blau) und innerhalb der Zentralalpen (rosa) gibt, sodass sich diese geologischen Großgebiete eindeutig trennen lassen. Die in

der Legende zum Form- und Farbcode angeführten Zahlenkombinationen geben die Nummerierungen der Fließgewässer-Naturräume nach FINK et al. (2000) an (gesamte Legende: Kapitel 4).

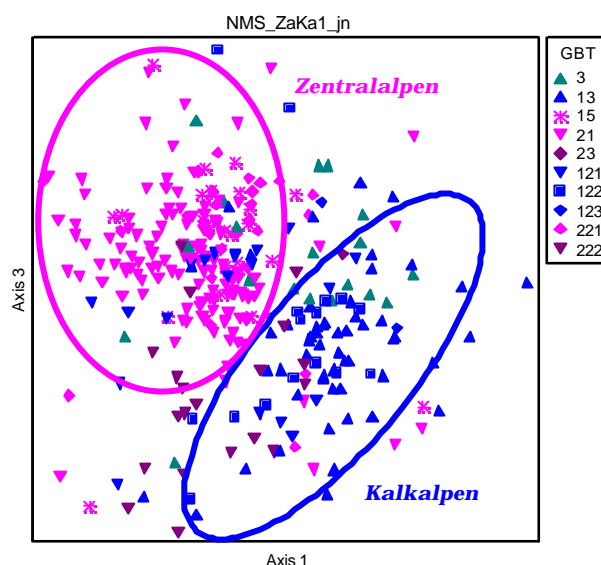


Abbildung 31: NMS-Analyse Kalkalpen/Zentralalpen

Die Eigenständigkeit der Zönosen aus Gewässern der Kalk- (blau) und Zentralalpen (rosa) ist auch bei Einschluss von beeinträchtigten Gewässerstrecken nachweisbar, wie Abbildung 32 für die im AQEM-Projekt besammelten Gewässer aller (auch der schlechteren) ökologischen Zustandsklassen belegt.

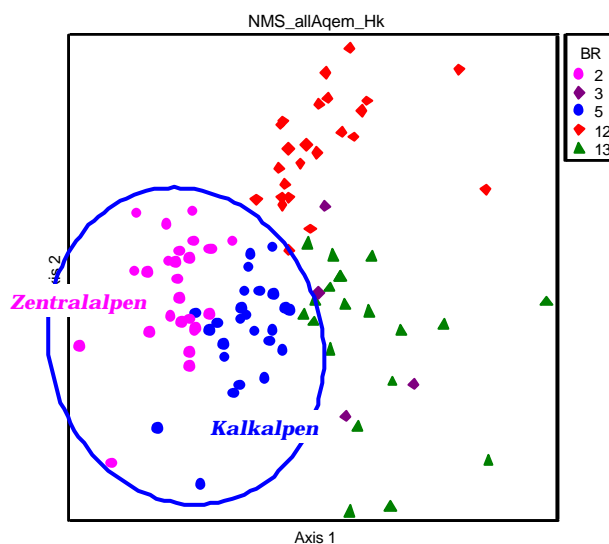


Abbildung 32: NMS-Analyse – Farboverlay "Bioregionen"; Datensatz – AQEM (Daten aller fünf ökologischen Zustandsklassen); die Zahlen in der Legende entsprechen den Bioregionsnummern

Nachdem eine Auftrennung der Zönosen in eine Fauna der Kalkalpen und eine der Zentralalpen gegeben ist, gilt es herauszufinden, ob weitere Unterteilungen für eine typologische Charakteristik der Gewässer notwendig sind.

Sub-Ökoregion: Zentralalpen

Die Gewässer der kristallin geprägten Zentralalpen gehören nachstehend ausgewiesenen Fließgewässer-Naturräumen nach FINK et al. (2000) bzw. Typregionen nach WIMMER & CHOVANEC (2000) und WIMMER et al. (2000 a und b) an. Der Buchstabe für die Typregion sowie die Ziffern der Naturräume werden als Klammerausdruck angeführt.

- Grauwackenzone (Typregion O, Fließgewässer-Naturraum 1.5)
- Vergletscherte Zentralalpen (A, 2.1)
- Unvergletscherte Zentralalpen (B)
 - × Niedere Tauern (2.2.1)
 - × Bergrückenlandschaft der unvergletscherten Zentralalpen (2.2.2)
- Nordost-Ausläufer der Zentralalpen (H, 2.3)

Zusätzlich werden die im Süden angrenzenden inneralpinen Beckenlandschaften in einige Analysen miteinbezogen.

- Inneralpine Beckenlandschaften (D)
 - × Klagenfurter Becken (6.1)
 - × Lavanttaler Becken (6.2)

In einem ersten Schritt wird mittels multivariater Analysen die These überprüft, ob die Faunengemeinschaften die Fließgewässer-Typregionen widerspiegeln, d.h. ob diese in weiterer Folge in ihrer Grenzziehung als Bioregionen übernommen werden können.

Legt man die Farboverlays der Typregionen der vergletscherten (1) und unvergletscherten Zentralalpen (2), der inneralpinen Beckenlandschaften (4) und der Nordost-Ausläufer der Zentralalpen (8) über den Scatterplot der Faunen-Analyse, ergibt sich folgendes Bild: die Makrozoobenthosgesellschaften der südlichen inneralpinen Beckenlandschaften entsprechen annähernd dieser Typregion. Bei den vergletscherten und unvergletscherten Zentralalpen sensu Typregionen wird die Notwendigkeit zur Abtrennung der Bergrückenlandschaften (rosa Rauten in der unteren rechten Hälfte) ersichtlich (Abbildung 33). Ein Beibehalten dieser Typregionen als Bioregionen wäre in Bezug auf eine weiterführende Auswertung benthischer Zönosen nicht zweckdienlich.

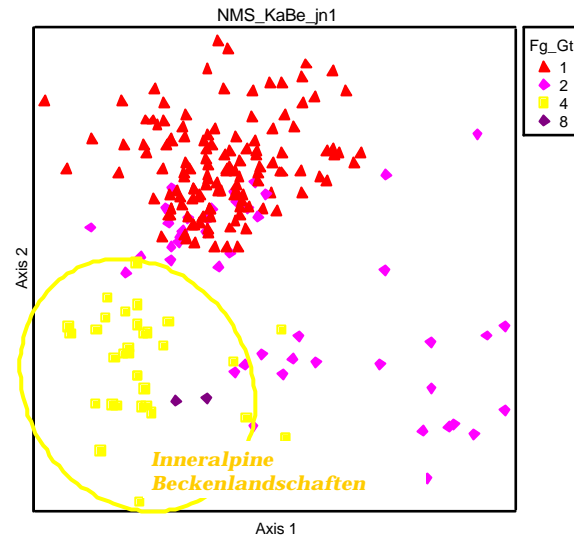


Abbildung 33: NMS-Analyse Zentralalpen/Bergrückenlandschaft/südliche inneralpine Becken, Farboverlay "Fließgewässer-Typregionen"

Ein ähnliches Bild liefert die Analyse der gleichen Untersuchungsstellen, jedoch ohne das südlich angrenzende Gebiet der inneralpiner Beckenlandschaften, aber mit Hinzunahme der im Norden situierten Grauwackenzone (15). Eine deutliche Durchmischung der Faunen der Grauwackenzone mit jenen der vergletscherten Zentralalpen ist ersichtlich. Dieser Umstand spricht für eine Verwandtschaft der Gewässerfaunen von Grauwacke und unvergletscherten Zentralalpen, die eine Ausweisung der Grauwackenzone als eigenständige Bioregion nicht erfordert (Abbildung 34).

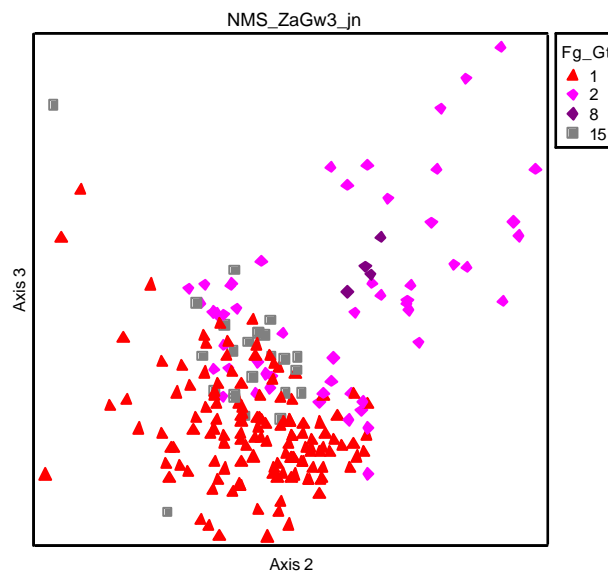


Abbildung 34: NMS-Analyse unvergletscherte/vergletscherte Zentralalpen/Bergrückenlandschaft und Ausläufer der Zentralalpen, Farboverlay "Fließgewässer-Typregionen"

Da die benthischen Fließgewässer-Zönosen dieser Gebiete die Typregionen nur unzureichend widerspiegeln, wird im nächsten Schritt versucht, eine Zusammenfassung zu Bioregionen auf Basis der detaillierteren Ebene der Fließgewässer-Naturräume zu erreichen.

Innerhalb des Fließgewässer-Naturraumes 2.1 erfolgt zusätzlich eine Auftrennung in Fließgewässer mit unmittelbarem Gletschereinfluss (in den Grafiken 211) und solche, die nicht direkt von Gletschern beeinflusst werden (in den Grafiken 210). Dazu wird die Liste der Gletscherbäche nach HASSLACHER & LANGEGER (1988) verwendet, in der Bäche ausgewiesen sind, deren vergletschertes Einzugsbereich größer als 4 ha ist.

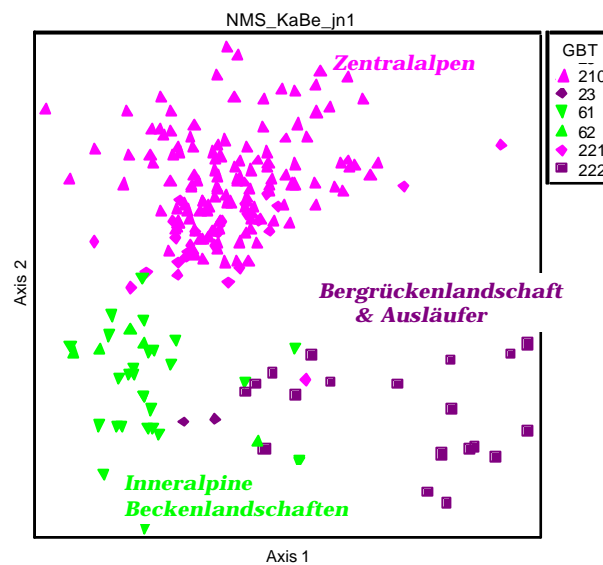


Abbildung 35: NMS-Analyse Zentralalpen/Bergrückenlandschaft/südliche inneralpine Becken, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Abbildung 35 zeigt, dass sich durch die Zusammenfassung der unvergletscherten Zentralalpen (2.1) mit den Niederen Tauern (2.2.1) bzw. der Bergrückenlandschaften (2.2.2) mit den Ausläufern der Zentralalpen (2.3) sowie der südlichen inneralpiner Beckenlandschaften (6.1 und 6.2) drei homogene Punktwolken darstellen lassen. Für die Ausweisung homogener Bioregionen erscheint in diesem Gebiet ein Abweichen von den Fließgewässer-Typregionen als zielführend (vgl. Abbildung 33).

Bei der Analyse der Grauwackenzone zeigt der Scatterplot in Abbildung 36 zwei Verteilungsschwerpunkte auf: die dunkelvioletten Gewässer der Bergrückenlandschaft und Ausläufer der Zentralalpen sowie die restlichen Untersuchungsstellen. Im unteren "Cluster" heben sich die grau gekennzeichneten Gewässer der vergletscherten Zentralalpen von den übrigen Gebieten ab, die nach der

Nomenklatur der Fließgewässer-Naturräume als Niedere Tauern (dunkelblau), Grauwackenzone (rosa Sterne) und unvergletscherte Zentralalpen (rosa) geführt werden. Die Ähnlichkeit der Gewässerfauna der Grauwackenzone mit den Stellen der unvergletscherten Zentralalpen ist nicht weiter verwunderlich, da die kristallinen Anteile der Grauwacke im Bereich der Zentralalpen - im Gegensatz zu den kalkführenden Grauwacken im Osten Österreichs (z.B. Adlitzgräben im Semmeringgebiet) - bei weitem überwiegen. Die Zugehörigkeit der kalkdominierten Grauwacken zum Kalkgebiet wird durch gut dokumentierte Faunengruppen wie zum Beispiel die Quellschnecken der Familie Hydrobiidae deutlich untermauert (FISCHER 2000). Demzufolge wird auf Basis der multivariaten Auswertungen der Fließgewässer-Naturraum Grauwacke (1.5) nicht separat geführt, sondern entsprechend dem überwiegenden geologischen Charakter den unvergletscherten Zentralalpen bzw. im Osten den Kalkvoralpen zugeschlagen.

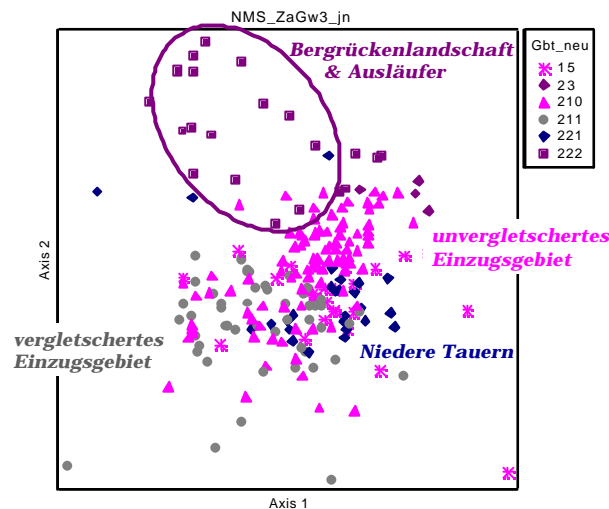


Abbildung 36: NMS-Analyse Zentralalpen/Grauwacke/Bergrückenlandschaft, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Eine detaillierte NMS-Analyse der vergletscherten und der unvergletscherten Zentralalpen zeigt aber deutlich den unterschiedlichen biozönotischen Charakter dieser beiden Gebiete auf (Abbildung 37).

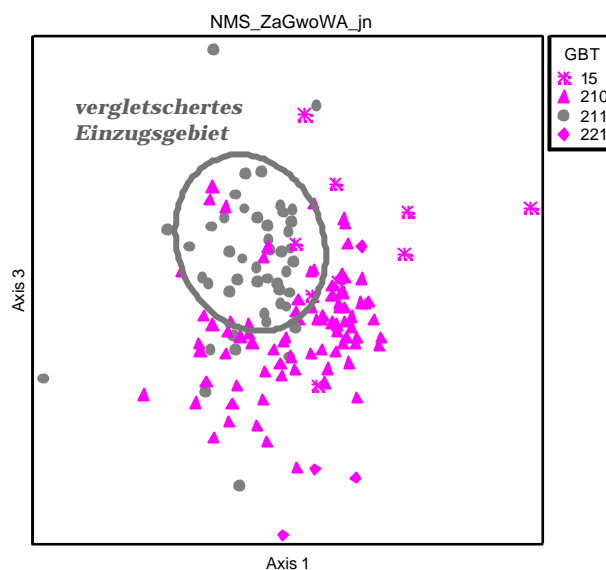


Abbildung 37: NMS-Analyse vergletscherte/unvergletscherte Zentralalpen, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Die NMS-Analysen für die Gewässer der Zentralalpen ergeben daher drei Bioregionen:

- **Bioregion 1 - "Vergletscherte Zentralalpen"**
- **Bioregion 2 - "Unvergletscherte Zentralalpen"**
- **Bioregion 3 - "Bergrückenlandschaft und Ausläufer der Zentralalpen"**

Die ausgewiesenen Bioregionen fassen mehrere Fließgewässer-Naturräume der Zentralalpen nach FINK et al. (2000) in drei Gebiete zusammen und weisen andere Ausdehnungen und Grenzverläufe als die Fließgewässer-Typregionen nach WIMMER & CHOVANEC (2000) bzw. WIMMER et al. (2000 a & b) auf. Zur Absicherung der Bioregionsausweisung werden in einem weiteren Schritt, zu einem späteren Zeitpunkt erhobene, zusätzliche Untersuchungsstellen mit Referenzcharakter (AQEM-Projekt) mit ausgewertet, deren Ergebnisse die bisherigen Befunde hervorragend bestätigen (Abbildung 38). Auffallend ist wiederum die hohe Ähnlichkeit der Untersuchungsstellen der Bergrückenlandschaften.

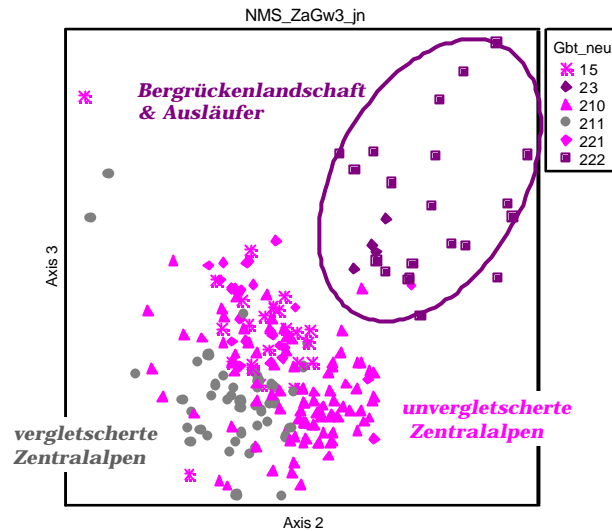


Abbildung 38: NMS-Analyse unvergletscherte/vergletscherte Zentralalpen/ Bergückenlandschaft und Ausläufer der Zentralalpen, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Eine Analyse der Abflussregimetypen (sensu MADER et al. 1996) bekräftigt die Eigenständigkeit der Bergückenlandschaften. Diese sind im Gegensatz zu den einfachen glazial und nival geprägten Regimen der unvergletscherten und vergletscherten Zentralalpen durchwegs von komplexe Abflussregimetypen geprägt (WIMMER et al. 2000 a und b), (Abbildung 39).

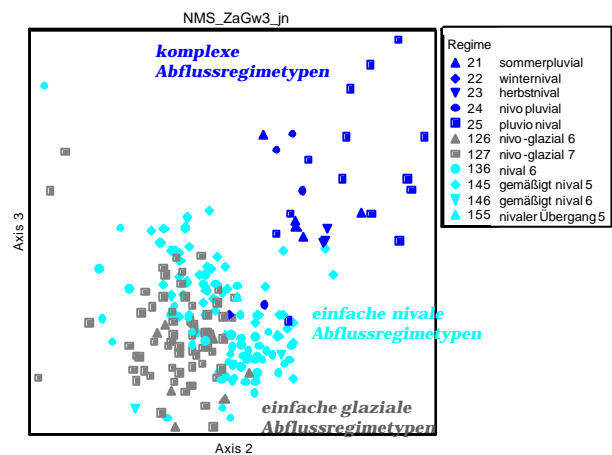


Abbildung 39: NMS-Analyse unvergletscherte/vergletscherte Zentralalpen/ Bergückenlandschaft und Ausläufer der Zentralalpen, Farboverlay "Abflussregimetypen"

Allerdings ist anzumerken, dass die Gewässer von Saualpe, Pack, Koralpe, Gleinalpe und Soboth von einer Gruppe eigenständiger Faunenelemente besiedelt werden, z.B. von den Steinfliegen *Arcynopteryx compacta*, *Leuctra istenicae* oder der Köcherfliege *Drusus franzi* (W. GRAF, WIEN, mündliche Mitteilung). Es bleibt weiteren Faunenerhebungen vorbehalten, den möglichen Status von eigenen (Sub-) Bioregionen innerhalb der Bergrückenlandschaft und den Ausläufern der Zentralalpen abzuklären.

Die Berglandschaften vom Leithagebirge bis zu den Hainburger Bergen zählen zwar aus geologisch/tektonischer und geografischer Sicht zu den Ausläufern der Zentralalpen (M. H. FINK, Klosterneuburg, mündliche Mitteilung). Die Gewässerfauna ist sehr spärlich dokumentiert, scheint jedoch nicht von alpinen Elementen geprägt, sodass diese Gebiete vorläufig zur Ökoregion Ungarische Tiefebene zugeschlagen werden (W. GRAF und B. F. U. JANECEK, beide Wien, mündliche Mitteilung).

Sub-Ökoregion: Kalkalpen

Folgende Fließgewässer-Typregionen bzw. Fließgewässer-Naturräume bilden die Grundlage zur Auswertung der kalkgeprägten Fließgewässer (Buchstabenkennung: Typregion; Gebietsnummer: Fließgewässer-Naturraum):

- Flysch- oder Sandsteinvoralpen (L; 1.1)
- Kalkhochalpen (N; 1.2)
 - × Westliche Kalkhochalpen (1.2.1)
 - × Zentrale Kalkhochalpen (1.2.2)
 - × Östliche Kalkhochalpen (1.2.3)
- Kalkvoralpen (M; 1.3)
- Südalpen (C; 3)

Die Analyse der kalkgeprägten Fließgewässer-Typregionen und Fließgewässer-Naturräume im Donaeinzugsgebiet ergibt eine Auftrennung in zwei Gruppen mit westlichen (1.2.1) und zentralen Kalkhochalpen (1.2.2) sowie östlichen Kalkhochalpen (1.2.3) und Kalkvoralpen (1.3) (Abbildung 40). Das Ergebnis erscheint logisch, da die Flüsse der östlichen Kalkhochalpen in tieferen Seehöhenbereichen liegen und somit in vielen Eigenschaften (z.B. Temperaturhaushalt, Gefälle) den Kalkvoralpengewässern ähnlicher sind, als jenen der zentralen und westlichen Kalkhochalpen. Eine Ausnahme bilden gewisse Fließgewässer Salzburgs in Klammdurchbrüchen, die den Charakter von Hochalpengewässern zeigen.

Daraus folgt eine Gebietszusammenfassung in **Bioregion 5 - "Kalkvoralpen"** und **Bioregion 6 - "Nördliche Kalkhochalpen"**. Diese Zusammenfassung weicht dahingehend von der Typregion-Einteilung ab, als die niedriger gelegenen Gebiete der Kalkhochalpen (Teile der Typregion N) zur Typregion M (Kalkvoralpen) zugeschlagen werden.

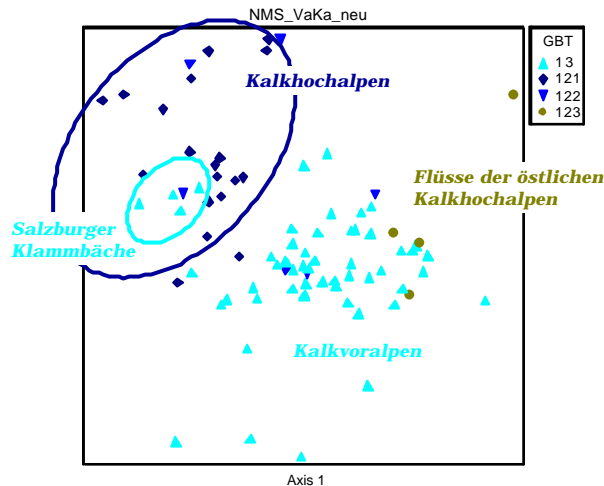


Abbildung 40: NMS-Analyse Kalkhochalpen-Kalkvoralpen, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Der nächste Schritt gilt der Zuordnung der **Südalpen**. In der Grundrissansicht der Achsen 1 und 2 sind die türkisen Punkte der Südalpenstellen zwischen den Kalkhochalpen (blau) und den Kalkvoralpen (hellblau) gelegen (Abbildung 41), die vertikale Dimension (Achsen 1 und 3) aber zeigt, dass die Fauna der Untersuchungsstellen in den Südalpen mit der Fauna der westlichen und zentralen Kalkhochalpen deutlich mehr Ähnlichkeit aufweist als mit jener der Kalkvoralpen (Abbildung 42).

Vom faunistischen Standpunkt kommt den Südalpen der Status einer eigenen Bioregion zu. Ihre Gewässer werden in ihrer zönotischen Zusammensetzung von eigenständigen Floren- und Faunenelementen besiedelt. Dazu gehören zum Beispiel der Dohlenkrebs *Austropotamobius pallipes* (J. PETUTSCHNIG, Klagenfurt, mündliche Mitteilung) oder die Köcherfliegen *Wormaldia vargai*, *Ecclisopteryx asterix*, *Conorophylax carinthiacus*, *Microptila minutissima* sowie die Steinfliege *Nemoura illiesi* (GRAF, mündliche Mitteilung).

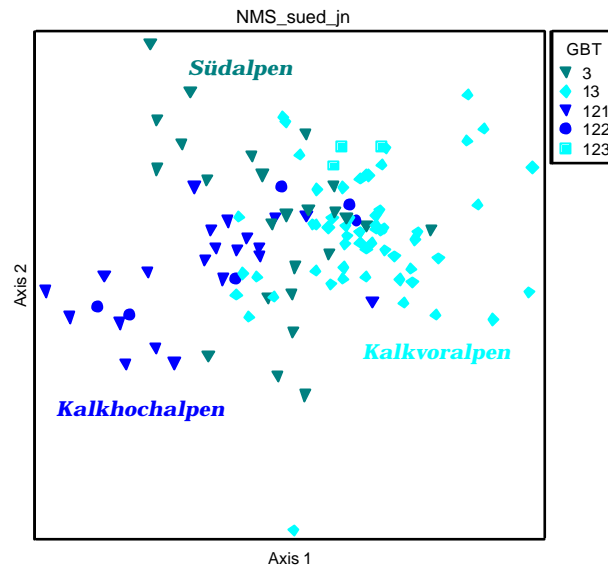


Abbildung 41: NMS-Analyse Südalpen/Kalkvoralpen/Kalkhochalpen; Achsen 1 und 2, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

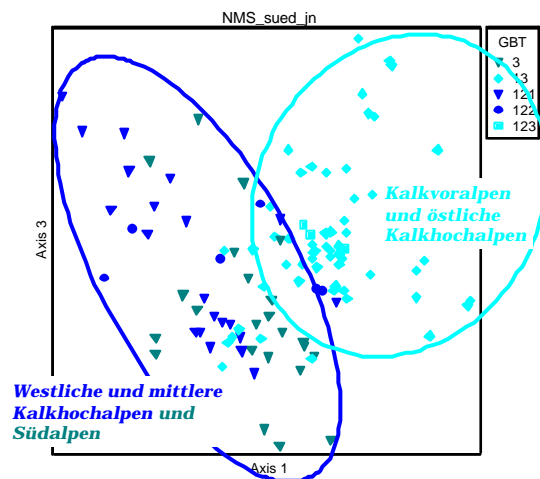


Abbildung 42: NMS-Analyse Südalpen/Kalkvoralpen/Kalkhochalpen; Achsen 1 und 3, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Für die Ermittlung biologischer Kenngrößen auf Metrics-Basis ist jedoch eine gemeinsame Auswertung mit den nördlichen Kalkhochalpen westlicher und zentraler Ausprägung denkbar. Auf die trotz der Eigenständigkeit gegebene Ähnlichkeit der Südalpen und nördlichen Kalkalpen verweist auch KRENMAYR et al. (1999).

Die Südalpen werden daher - in Übereinstimmung mit dem Fließgewässer-Grundtyp (Typregion C) und den Fließgewässer-Naturräumen (Gebietsnummer 3) - als **Bioregion 7** - "**Südalpen**" ausgewiesen.

Das nördlichste Gebiet der Alpen ist die schmale **Flyschzone** zwischen den Kalkvoralpen und dem Alpenvorland. Durch die NMS-Analyse tritt die Eigenständigkeit der Flyschstellen in Vorarlberg klar hervor (Abbildung 43). Die in der Abbildung mit einem eingekreisten Kreuz markierten Stellen kennzeichnen Flüsse, die zwar das Sandsteingebiet durchbrechen, aber in eigenen Alluvionen fließen und vom umgebenden Flysch-Untergrund nicht nachweislich beeinflusst werden. Diese Fließstrecken sind somit hinkünftig als Durchbruchsstrecken anzusehen und in faunistischer Hinsicht nicht dem Flysch, sondern dem Gebiet des Alpenvorlandes zuzurechnen. Dazu zählen die Flüsse Alm, Krems, Steyr, Enns, Ybbs, Erlauf, Pielach und Traisen, sowie zum Teil die Ausrinne von Traunsee (Traun) und Attersee (Ager), die aber von eigenständigen Seeausrinn-Zönosen besiedelt sind (MOOG 1984; MOOG & GRASSER 1992). Die Ähnlichkeit der Fließgewässerfauna der Flysch-Durchbruchsstrecken mit den Zönosen der Alpenvorlandgewässer gibt einen deutlichen Hinweis auf die Tatsache, dass diese Gewässerabschnitte von den Unterliegerstrecken geprägt werden. Diese Beobachtung lässt die für Pflanzen bestätigte Beeinflussung eines Gewässerabschnittes durch Oberliegerstrecken (z.B. Gebirgsschwemmlinge; ELLENBERG 1986) für die Fauna als nicht gültig erachten.

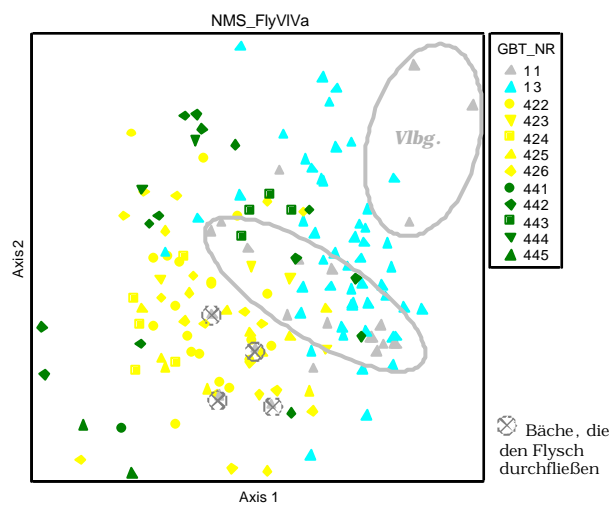


Abbildung 43: NMS-Analyse Kalkvoralpen/Flysch/Vorländer; Referenzstellen und Stellen mit Zustandsklasse 2, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Die Plots der übrigen Flyschstrecken sind zwischen Alpenvorland (gelb und dunkelgrün) und Kalkvoralpen (hellblau) angesiedelt, lassen aber in dieser Analyse keine eindeutige Aussage faunistischer Zugehörigkeit zu. Nachteilig für die Präzision der Auswertungen ist, dass kaum intakte Fließstrecken im Flysch erhalten sind und für die NMS-Analyse auch Stellen der EU-Zustandsklasse 2 einbezogen werden müssen. Um mögliche Unschärfen infolge der Berücksichtigung von Stellen ohne Referenzcharakter ausschließen zu können, wird in einem nächsten Schritt auf die sehr wenigen Stellen mit Referenzcharakter zurückgegriffen. Aus methodischen Gründen der Vergleichbarkeit der Darstellungen bleiben die Durchbruchsstrecken mit Referenzcharakter im Datensatz. Obwohl die Anzahl der zur Verfügung stehenden Flyschbäche sehr gering ist, wird die Aussagekraft schärfer. Die Biozönosen der Flyschbäche trennen sich deutlich vom Alpenvorland und den Kalkvoralpen ab. Der eigenständige Charakter der Flyschbäche Vorarlbergs, die in einem wesentlich höheren Seehöhenbereich abfließen, wird auch durch diese Analyse bestätigt. Die Benthoszönosen der "autochthonen" Flyschbäche kennzeichnen somit den Flysch als eine eigenständige Bioregion, deren Grenzverläufe wegen der Berücksichtigung der "Durchbruchflüsse" nicht im Detail mit den Karten der Fließgewässer-Grundtypen (Typregion L) und der Fließgewässer-Naturräume (1.1) übereinstimmen, **Bioregion 4 - "Flysch- oder Sandstein-Voralpen"**.

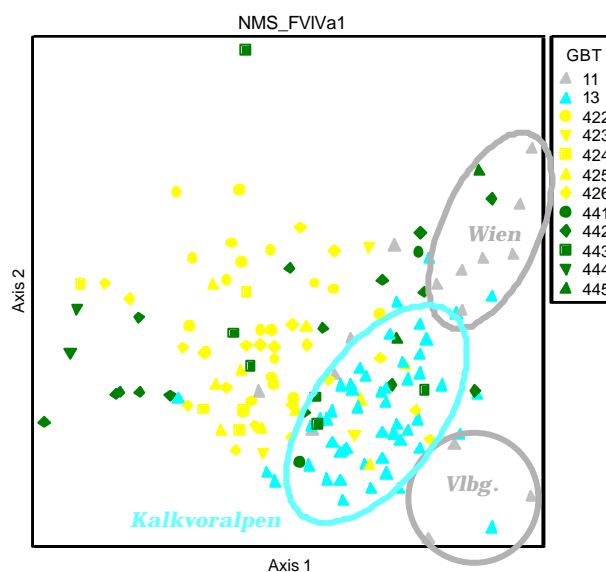


Abbildung 44: NMS-Analyse Kalkvoralpen/Flysch/Vorländer; nur Referenzstellen, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Sub-Ökoregion: Alpine Regionen im Einzugsgebiet des Rheins

Im Westen Österreichs haben zwei eigenständige alpine Regionen im Einzugsgebiet des Rheins Anteil an der Alpenzone: das eigentlich zu den Westalpen zählende "Helvetikum" und die im Nordwesten vorgelagerte "alpine (subalpine) Molasse".

- Helvetikum in Vorarlberg (Typregion P; Fließgewässer-Naturraum 1.4)
- Westliches Vorland (Teil von Typregion Q)
 - × Alpine Molasse (subalpine Molasse) (4.1.2)
 - × Vorlandmolasse (mittelländische Molasse) (4.1.1); Ökoregion Zentrales Mittelgebirge

Die NMS-Analyse der Gewässer Vorarlbergs erbringt eine sehr hohe faunistische Eigenständigkeit der Regionen. In den beiden Ansichtsebenen der Abbildung 45 und Abbildung 46 (Präsenz/Absenz-Information) fallen die rosa Dreiecke der kristallinen Zentralalpen (2.1), die dunkelblauen Quadrate der alpinen (subalpinen) Molasse (4.1.2), die moosgrünen Dreiecke der Vorlandmolasse (4.1.1), die gelben Rauten des Helvetikums (1.4) und die dunkelblauen Dreiecke der westlichen Kalkhochalpen (1.2.1) als deutlich gesonderte Einheiten auf. Die Flyschstellen (graue Dreiecke; 1.1) liegen nahe beisammen im "Kalkgesteins-Cluster", werden aber zufolge der dürftigen Repräsentanz an Referenzstellen gemeinsam mit dem österreichischen Flyschgürtel diskutiert.

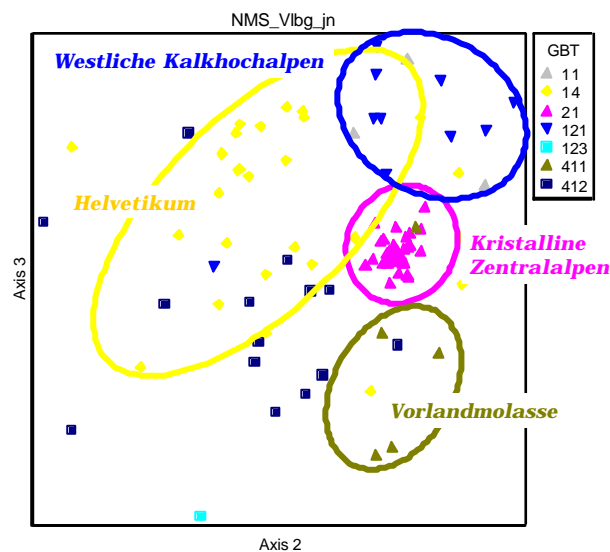


Abbildung 45: NMS-Analyse alpine Regionen im Rheineinzugsgebiet; Achsen 2 und 3, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

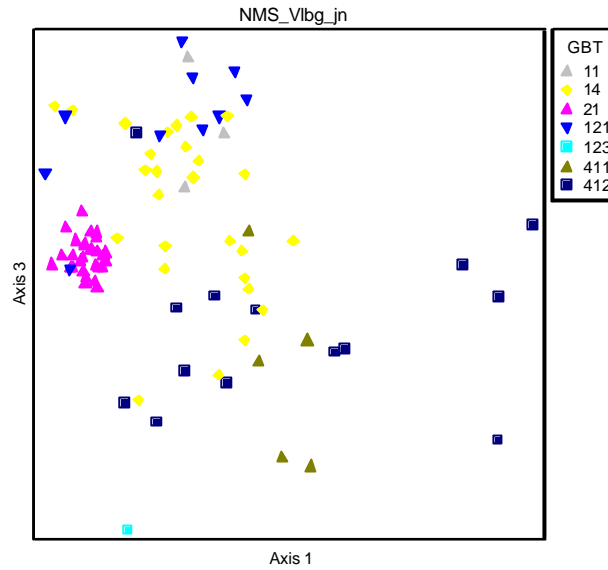


Abbildung 46: NMS-Analyse alpine Regionen im Rheineinzugsgebiet; Achsen 1 und 3, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Die Auswertung mit Einbeziehung der Abundanzen bekräftigt diesen Befund (Abbildung 47). Die Makrozoobenthosfauna der in den Fließgewässer-Typregionen in das Gebiet Q (Gewässer der westlichen Vorländer) mit einbezogenen alpinen (subalpinen) Molasse (Fließgewässer-Naturraum 4.1.2) weist auf die Eigenständigkeit dieser kleinräumig vertretenen Region hin. Sie wird als **Bioregion 9 - "Alpine Molasse"** ausgewiesen. Auf die Region Vorlandmolasse wird im Teil "Sub-Ökoregion Alpenvorland" näher eingegangen.

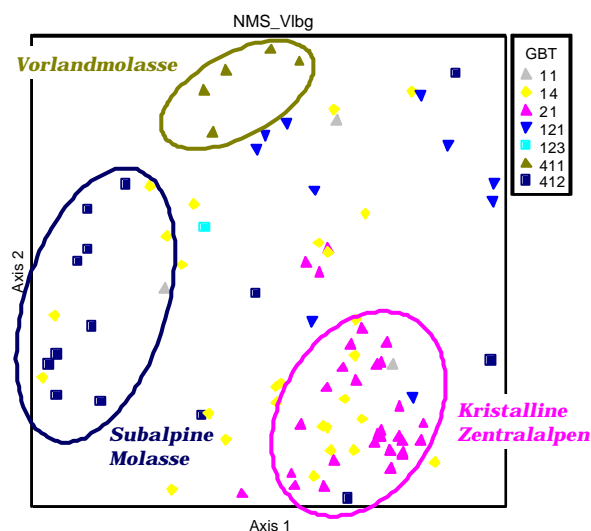


Abbildung 47: NMS-Analyse alpine Regionen im Rheineinzugsgebiet; Achsen 1 und 2, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Das Helvetikum (gelb) und die westlichen Kalkhochalpen (blau) sind trotz benachbarter Lage im Scatterplot als eigenständige Bioregionen aufzufassen, zumal das Helvetikum den Westalpen zuzurechnen ist. Die in der Schweiz mächtig entwickelte helvetische Zone mit Sedimentgesteinen eines seichten Schelfmeeres, welche im Bregenzer Wald noch breit und typisch aufgebaut ist, wird gegen Osten zusehendes schmaler und ist in komplizierter Weise mit den vorherrschenden Gesteinen verbunden. Das als eigene Typregion (P) und Fließgewässer-Naturraum (1.4) ausgewiesene Gebiet wird daher auch als **Bioregion 8 - "Helvetikum"** geführt.

6.2.2 Die Bioregionen der Ökoregion "Zentrales Mittelgebirge"

In einem ersten Analyseschritt werden die Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede der Landschaftsgebiete dieser Ökoregion im großräumigen Vergleich untersucht. Zu diesem Zwecke werden auch noch Untersuchungsstellen anderer Ökoregionen in die Auswertung miteinbezogen (Abbildung 48). Die gelb ausgewiesenen Fließgewässer des nördlichen Alpenvorlandes (Teil von Typregion J; Fließgewässer-Naturraum-Grobeinteilung 4.2) sind bereits auf der Präsenz/Absenz-Ebene von dem mit roten Rauten dargestellten Granit- & Gneisgebiet (Typregion K; Fließgewässer-Naturraum 5) und den blau eingefärbten Stellen der Kalkgebiete abtrennbar, die zur Orientierung ebenfalls in die Auswertungen integriert werden. Die Sonderstellung des mit moosgrüner Farbgebung charakterisierten Vorlandes in Vorarlberg klar ersichtlich (Typregion Q, Fließgewässer-Naturraum 4.1).

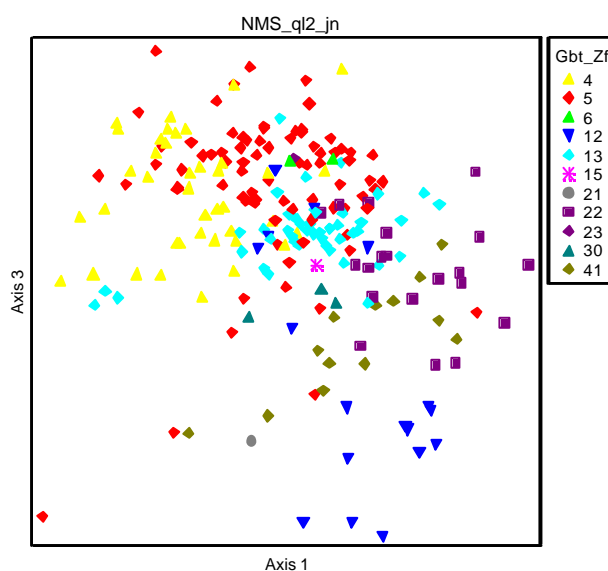


Abbildung 48: NMS-Analyse der Ökoregion "Zentrales Mittelgebirge", Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Auf die Ökoregion "Zentrales Mittelgebirge" bezogen, bedeutet dies, dass im Donau-Einzugsgebiet zumindest zwei, als Sub-Ökoregionen zu unterscheidende Landschaften gegeben sind: Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland (Vorländer) und Granit- & Gneisgebiet der Böhmisches Masse.

Sub-Ökoregion: Granit- und Gneisgebiet der Böhmisches Masse

Die "a priori"-Analyse des Granit- und Gneisgebietes (Typregion K) weist fünf Fließgewässer-Naturräume aus:

- Granit- und Gneishochland (K)
 - × Böhmerwald (5.1)
 - × Mühlviertler Hochland inkl. Sauwald und Kürnberger Wald (5.2)
 - × Freiwald - Weinsberger Wald (Hohes Waldviertel mit Ostrong und Jauerling) (5.3)
 - × Westliches Niederes Waldviertel, Litschauer Ländchen und Dunkelsteiner Wald (5.4)
 - × Östliches Niederes Waldviertel inkl. Unteres Thayahochland, Horner Mulde und Manhartsberg (5.5)

Die Auswertungen mit Präsenz/Absenz-Information (Abbildung 48) sowie mit Abundanzen (Abbildung 49) zeigen, dass die Faunen aller Untersuchungsstellen des Granit- und Gneisgebietes eine große Ähnlichkeiten aufweisen.

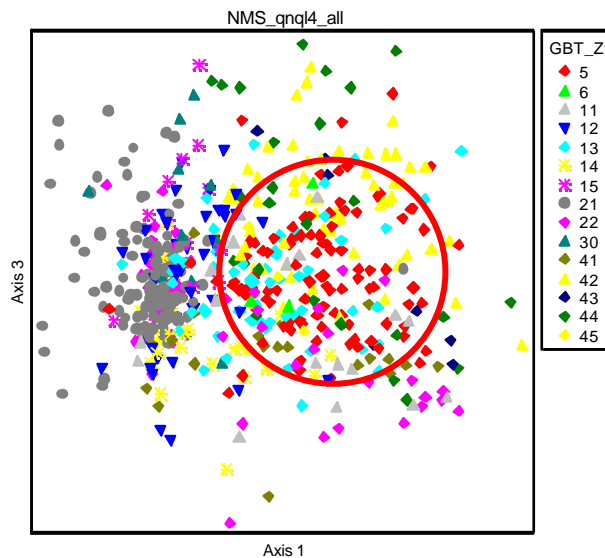


Abbildung 49: Ausweisung des Granit- und Gneisgebietes, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Grundsätzlich wird hier von einer Bioregion ausgegangen, deren Grenzverlauf mit den Karten der Fließgewässer-Grundtypen und Fließgewässer-Naturräumen mit Ausnahme der Ostgrenzen übereinstimmt, **Bioregion 12 - "(Österreichisches) Granit- und Gneisgebiet der Böhmisches Masse"**.

Die bei aller Ähnlichkeit dennoch vorhandene Trennungstendenz der blauen Rauten des "Mühlviertler Hochlandes" (5.2) von den grünen Punkten des "Westlichen Niederen Waldviertels" (5.4) legt den Schluss nahe, diese beiden Gebiete bis zum Vorliegen ausreichender Datensätze aus den übrigen Fließgewässer-Naturräumen des Granit- und Gneisgebietes als potenzielle Sub-Bioregionen in Betracht zu ziehen (Abbildung 50).

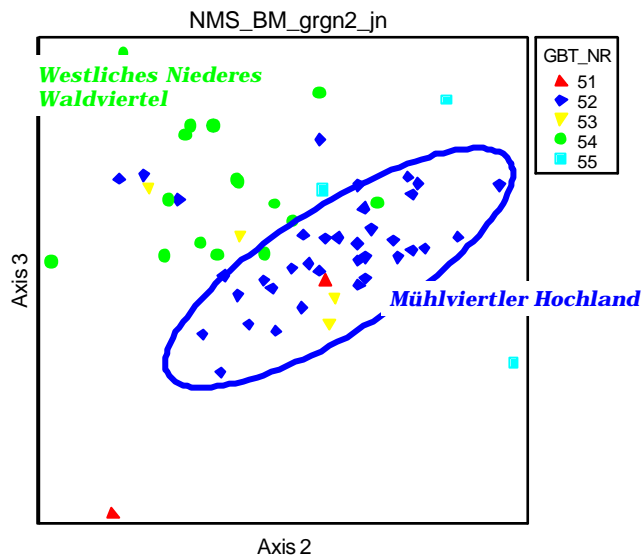


Abbildung 50: NMS-Analyse Granit- und Gneisgebiet der Böhmisches Masse, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Eine Analyse mit dem Overlay der geologischen Situation lässt keine Abhängigkeit der Gewässerfaunen der fünf Fließgewässer-Naturräume vom geologischen Untergrund erkennen (Abbildung 52).

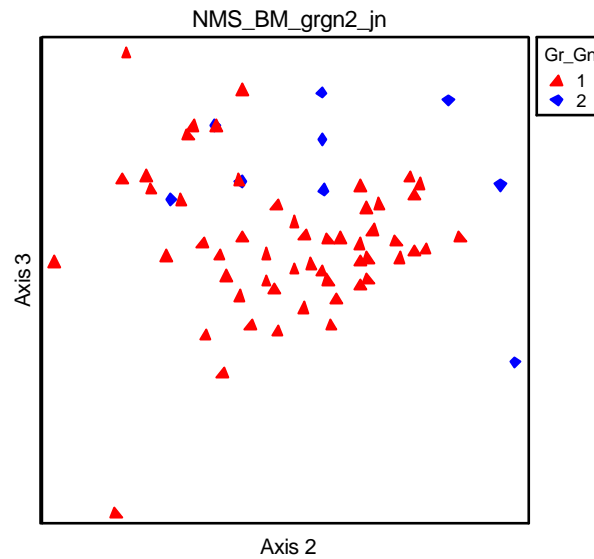


Abbildung 51: NMS-Analyse Granit- und Gneisgebiet der Böhmisches Masse, Farboverlay "Geologie"; 1=Granit, 2=Gneis

Abbildung 52 leitet zum nächsten Gebiet über und veranschaulicht noch einmal die Eigenständigkeit der Fließgewässerzönosen des *Granit- und Gneisgebietes* (rot) und ihre Abgrenzung zu den Zönosen der Vorländer (gelb und grün).

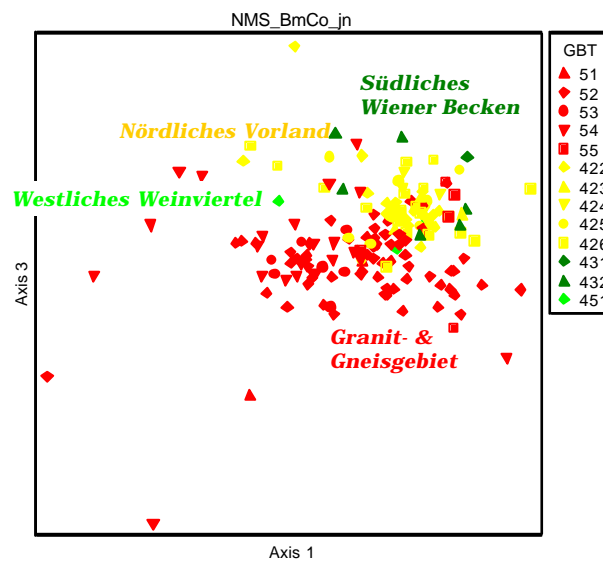


Abbildung 52: NMS-Analyse Granit- und Gneisgebiet/Vorländer, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Sub-Ökoregion: Alpenvorland

Nach den Kriterien der "a priori"-Analyse beschreiben FINK et al. (2000) und WIMMER & CHOVANEC (2000) bzw. WIMMER et al. (2000 a und b) zwei Vorländer, das "Westliche Vorland" im Rhein-Einzugsgebiet und das "Nördliche Vorland" im Donau-Einzugsgebiet. In die Ökoregion Zentrales Mittelgebirge fallen folgende Gebiete:

- Westliches Vorland (Teil von Typregion Q)
 - × Vorlandmolasse (mittelländische Molasse) (Fließgewässer-Naturraum 4.1.1)
 - × Rheintal mit Bodenseegebiet (4.1.3)
- Nördliches Vorland (Teil von Typregion J)
 - × Salzburgerisches Vorland (4.2.1)
 - × Innviertler- und Hausruckviertler Hügelland (4.2.2)
 - × Hausruck und Kobernauberwald (4.2.3)
 - × Unteres Trauntal inkl. Welser Heide und Donautal bei Linz (4.2.4)
 - × Traun-Enns-Platte (4.2.5)
 - × Terrassenland des Alpenvorlandes zwischen Enns und Tullner Feld (4.2.6)

In die NMS-Analyse werden zur deutlicheren Abgrenzung der Gebiete zusätzlich Teile der Ökoregion Alpen und der Ungarischen Tiefebene miteinbezogen. Die Fließgewässerfauna der Westlichen Vorländer im Rheineinzugsgebiet (moosgrüne Dreiecke) trennt sich klar von den übrigen Gebieten, namentlich den Nördlichen Vorländern (gelb und hellgrün) und den durch dunkelgrüne Farboverlays gekennzeichneten Beckenlandschaften der Ökoregion Ungarische Tiefebene ab (Abbildung 53). Aus Sicht der NMS-Analyse ist die Fließgewässerfauna der Westlichen Vorländer als eigenständige Gemeinschaft aufzufassen, zumal diese deutliche Abgrenzung in allen Voranalysen bestätigt wird. Obwohl aus den tiefer gelegenen Rhein-Gebieten vergleichsweise wenige Proben vorliegen, werden die Fließgewässer-Naturräume Vorlandmolasse (mittelländische Molasse) und Rheintal mit Bodenseegebiet als **Bioregion 10 - "Vorarlberger Alpenvorland"** zusammengefasst.

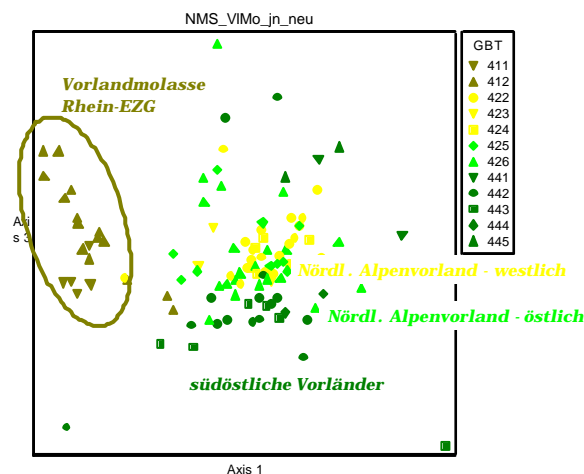


Abbildung 53: NMS-Analyse Vorländer/andalpine Becken, Farboverlay
"Fließgewässer-Naturräume"

Die dritte Ebene der Fließgewässer-Naturräume nach FINK et al. (2000) gliedert die Nördlichen Vorländer (Gebiete 4.2.) in sieben Gebiete, die mit Ausnahme des Tullner Feldes und des Korneuburger Beckens (4.2.7) zur Ökoregion Zentrales Mittelgebirge zählen.

Die Anordnung der Untersuchungsstellen in Abbildung 53 deutet bereits an, dass die Benthosfauna der nördlichen Vorländer von den südöstlichen Vorländern und Beckenlandschaften der Ungarischen Tiefebene abzugrenzen ist. Die Analyse dieser Vorländer unter Ausschluss der westlichen Teile aber inklusive der südlichen inneralpinen Beckenlandschaften bekräftigt diese Tatsache (Abbildung 54).

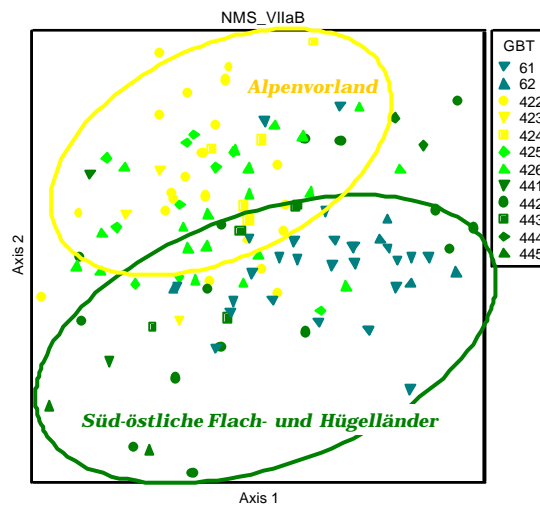


Abbildung 54: NMS-Analyse nördliches Alpenvorland/süd-östliche Flach- und Hügelländer, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Dem *Vorarlberger Alpenvorland* (Bioregion 10) wird das faunistisch eigenständige Gebiet des zentralen und östlichen Alpenvorlandes des Donau-Einzugsgebietes als **Bioregion 11 - "Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland"** gegenübergestellt. Die Namensgebung wird bewusst so vorgenommen, um auch die entsprechenden Gebietsteile der Nachbarländer in nomenklatorisch nachvollziehbarer Weise mit einzuschließen.

6.2.3 Die Bioregionen der Ökoregion "Ungarische Tiefebene"

Die Ökoregion Ungarische Tiefebene umschließt die Ostgrenze der Alpen und umfasst folgende "a priori"-Gebiete:

- Nördliches Vorland (Teil von Typregion J)
 - × Tullner Feld und Korneuburger Becken (4.2.7)

- Südliches Wiener Becken (G)
 - × Kalkschotterfächer des Steinfeldes (4.3.1)
 - × Feuchte Ebene (4.3.2)
- Südöstliches Vorland (Teil von Typregion F)
 - × Oststeirisches und Südburgenländisches Hügelland (4.4.2)
 - × Mittelburgenländische Bucht (Oberpullendorfer Bucht) (4.4.3)
 - × Nordburgenländische Bucht (Eisenstädter Bucht) (4.4.4)
- Weinviertel und Marchfeld (I)
 - × Westliches Weinviertel (4.5.1)
 - × Klippenzone (4.5.2)
 - × Östliches Weinviertel und Marchfeld (4.5.3)

Die Makrozoobenthos-Fauna der Fließgewässer dieser Ökoregion ist in Bezug auf Referenzgewässer sehr dürftig dokumentiert. Aus dem Tullner Feld und Korneuburger Becken, sowie dem Weinviertel und Marchfeld sind keine unbeeinflussten Gewässer bekannt, aus dem Wiener Becken liegen nur Befunde von drei quellbeeinflussten Strecken vor (Fischa-Dagnitz unterhalb Haschendorf; Kalter Gang bei Ebreichsdorf; Jesuitenbachsystem bei Moosbrunn). Auch die Referenzstellen der restlichen Gebiete sind kaum noch erhalten bzw. ungenügend belegt. Die Tatsache, dass selbst die nordöstlichen Inselberge (Hainburger Berge, Weinviertler Juraklippen) aus pflanzengeografischer Sicht (NIKL FELD 1993) mit dem ungarischen Mittelgebirge vergleichbar sind, bekräftigt trotz der geringen Faunenaufnahmen die grundsätzliche Berechtigung zur gebietsmäßigen Zusammenfassung. Ebenfalls ist mangels Fließgewässer mit Referenzcharakter - aber auch noch ungenügender faunistischer Dokumentation - gegenwärtig nicht zu klären, ob ein Einfluss der Ökoregion Karpaten auf die östlichen Gebiete des Weinviertels und Marchfeldes gegeben ist und eventuell im engeren Einzugsgebiet der unteren March eine eigene Bioregion zu führen wäre.

Bei gegenwärtigem Wissenstand werden die Fließgewässer-Naturräume und Teile der genannten Typregionen der Ökoregion Ungarische Tiefebene als **Bioregion 13 - "Östliche Flach- und Hügelländer"** zusammengefasst, obwohl beispielsweise das Weinviertel, das Wiener Becken oder die burgenländisch-steirischen Beckenlandschaften durchaus auch eigenständige Bioregionen darstellen könnten.

Die Südgrenze der Ökoregion Ungarische Tiefebene wird durch die Eigenständigkeit der Fauna von Gewässern der benachbarten Ökoregion Dinarischer Westbalkan (Grazer Feld, Weststeirisches Hügelland und Grabenland) dokumentiert (Abbildung 55).

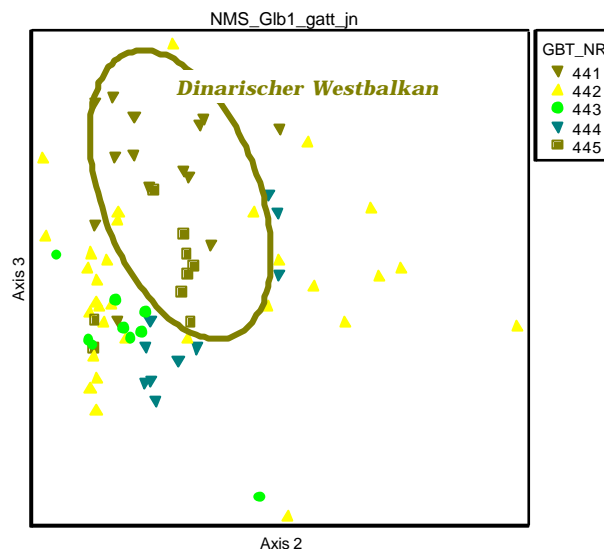


Abbildung 55: NMS-Analyse Dinarischer Westbalkan (Grazer Feld, weststeirisches Hügelland und Grabenland)/Ungarische Tiefebene, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

6.2.4 Die Bioregionen der Ökoregion "Dinarischer Westbalkan"

Die Ökoregion Dinarischer Westbalkan erreicht im Süden der Bundesländer Steiermark und Kärnten ihre nördliche Verbreitungsgrenze. Folgende Gebiete (Fließgewässer-Naturräume und Typregionen) zählen zu dieser Ökoregion:

- Südöstliches Vorland
 - × Weststeirisches Hügelland und Ostmurisches Grabenland (Typregion E, Fließgewässer-Naturraum 4.4.1)
 - × Grazer Feld inkl. Leibnitzer-, Murecker- und Radkersburger Feld (Teil von Typregion F, 4.4.5)
- Inneralpine Beckenlandschaften (Typregion D)
 - × Klagenfurter Becken (6.1)
 - × Lavanttaler Becken (6.2)

Die Abtrennung der Biozönosen von jenen der Ökoregion Ungarische Tiefebene ist durch Abbildung 55 und Abbildung 56 grafisch aufbereitet. Dieser vergleichsweise eindeutige Befund war nicht zu erwarten, da die taxonomischen Fachspezialisten nur eine einzige

Tierart, die Thermalkronenschnecke *Holandriana holandrii*, als Element des Dinarischen Westbalkans in Österreich belegen können. Diese Schnecke ist allerdings nur mehr von Reliktstandorten (Radkersburger Mühlbach und Unterlauf des Gnasbaches) lebend in Österreich belegt (NESEMANN et al. 1997). Die Kärntner Population ist verschollen und kann nur mehr durch Funde subfossiler Schalen belegt werden. Als eine weitere charakteristische Art des Grazer Beckens ist der uferbewohnende Schlundegel *Trochaeta riparia* anzusehen (NESEMANN 1993 b). Von der im dinarischen Westbalkan verbreiteten Art *Potamophylax pallidus* existiert ein einziger älterer Nachweis aus der Gegend um Eibiswald. Aktuelle Funde belegen, dass das Gebiet auch durch das Vorkommen von *Perla pallida* charakterisiert werden kann (GRAF & SIVEC in präp.), obwohl die Art östlich auch in Richtung der benachbarten Region der Östlichen Flach- und Hügelländer ausstrahlt.

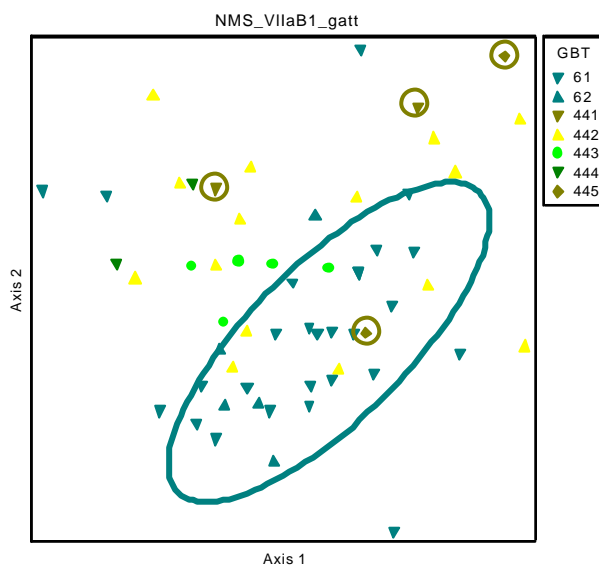


Abbildung 56: NMS-Analyse südöstliche Vorländer (olive Kreise)/südliche inneralpine Beckenlandschaften (hechtgraue Ellipse), Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Die Zönosen des steirischen Anteils am Dinarischen Westbalkan (4.4.1 und 4.4.5) trennen sich in der Analyse sehr deutlich sowohl von den Gewässern der Ungarischen Tiefebene als auch von den Gewässern der südlichen inneralpinen Kärntner Beckenlandschaften ab, allerdings ist gerade in diesem sehr abflussarmen Gebiet ein Mangel an Strecken mit Referenzcharakter festzustellen (Abbildung 57, Abbildung 58).

Die Gewässer dieser Gebiete werden als **Bioregion 14 – "Grazer Feld und Grabenland"** zusammengefasst. Die nordöstliche Grenzlinie stellt in Abweichung von den "a priori"-Ausweisungen der Fließgewässer-Naturräume und Typregionen die hydrologische Grenze des Raab- und Mursystems dar.

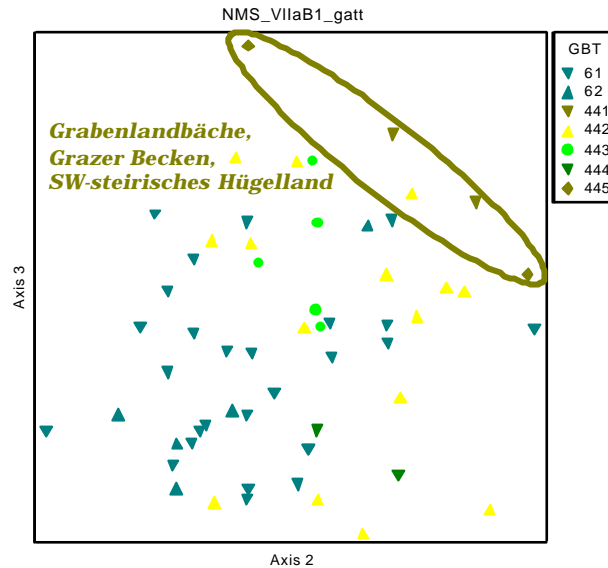


Abbildung 57: NMS-Analyse südöstliche Vorländer/südliche inneralpine Beckenlandschaften, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

Die Fließgewässerzönosen der inneralpinen Kärntner Beckenlandschaften bilden in der multivariaten Auswertung eine sehr klar definierte Gruppe (Abbildung 56, Abbildung 57), die sich eindeutig auch gegenüber den im Norden und Osten des Verbreitungsgebietes befindlichen alpinen Faunengemeinschaften abgrenzt (vgl. auch Abbildung 35). Dieses, hauptsächlich das Klagenfurter und das Lavanttaler Becken umfassende Gebiet kann daher als **Bioregion 15 – "Südliche inneralpine Becken der Ökoregion 5"** ausgewiesen werden.

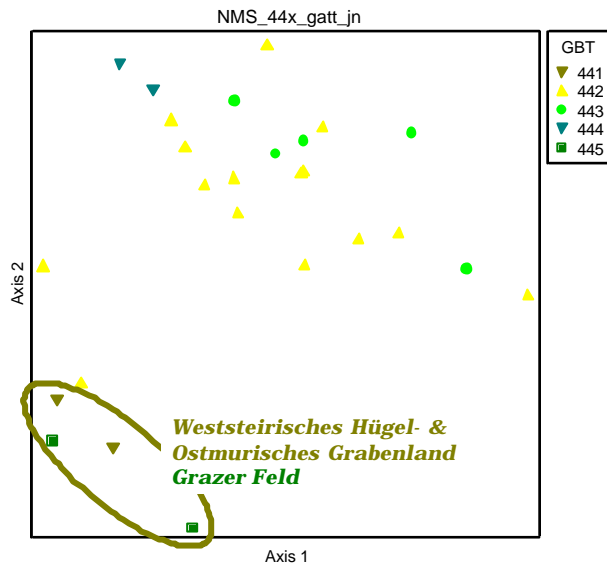


Abbildung 58: NMS-Analyse südöstliche Vorländer, Farboverlay "Fließgewässer-Naturräume"

6.2.5 Grosse Flüsse

WIMMER & CHOVANEC (2000) definieren als große Flüsse all jene Fließgewässer(abschnitte), die eine Flussordnungszahl größer oder gleich 7 und/oder eine Einzugsgebietsfläche größer als 2500 km² und/oder einer Mittelwasserführung größer als 50 m³/s aufweisen.

Nach diesen Kriterien sind folgende Gewässer(strecken) als "große Flüsse" einzustufen:

- Rhein (Alpenrhein, Alter Rhein, Rhein)
- Donau
- Drau (ab Einmündung Isel)
- Enns (ab Liezen)
- Gurk (ab Einmündung Glan)
- Inn
- March
- Mur (ab Einmündung Pöls)
- Salzach (ab Wagrainner Ache oder St. Johann)
- Thaya (ab Einmündung Pulkau)
- Traun (ab Einmündung Ager)

Bedingt durch die geringe Zahl von Untersuchungsstellen und das fast völlige Fehlen von als Referenz für den sehr guten ökologischen Zustand geeigneten Strecken werden in einem ersten Durchgang der multivariaten Auswertung auch Untersuchungsstellen mit weniger als 10 nachgewiesenen Taxa sowie mit "mittlerem taxonomischen Niveau" aufgenommen. Trotz dieses orientierenden Ansatzes trennen sich in der Analyse der Präsenz/Absenz-Daten sechs Flüsse in vier Gruppen von den übrigen "großen Flüssen" ab:

- Donau (Abbildung 59, Grundriss)
- Drau (Abbildung 59, Grundriss)
- March und Thaya (Abbildung 60, Aufriss)
- Traun und Enns (Abbildung 60, Aufriss)

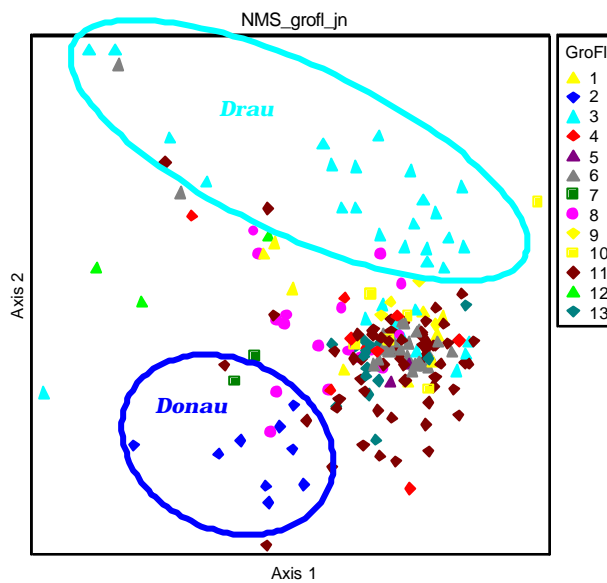


Abbildung 59: NMS-Analyse für die großen Flüsse; Achsen 1 und 2 (1=Alpenrhein, 2=Donau, 3=Drau, 4=Enns, 5=Gurk, 6=Inn, 7=March, 8=Mur, 9=Neuer Rhein, 10=Rhein, 11=Salzach, 12=Thaya, 13=Traun)

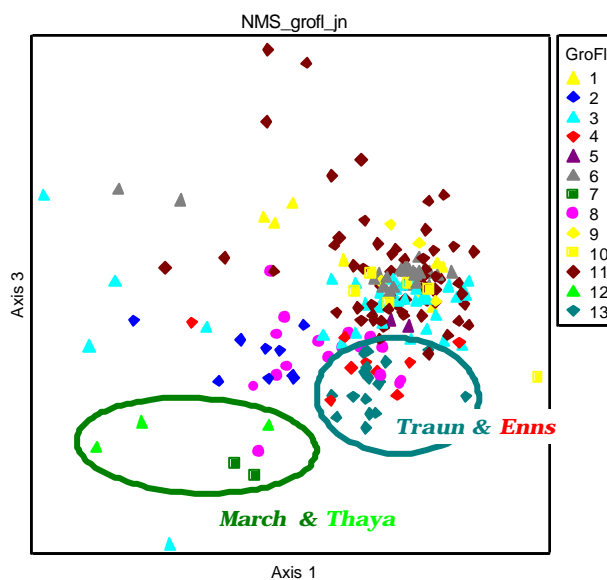


Abbildung 60: NMS-Analyse für die großen Flüsse; Achsen 1 und 3 (1=Alpenrhein, 3=Drau, 4=Enns, 5=Gurk, 6=Inn, 7=March, 8=Mur, 9=Neuer Rhein, 10=Rhein, 11=Salzach, 12=Thaya, 13=Traun)

Ziel des zweiten Auswertungsschrittes ist eine Erhöhung der Präzision durch Elimination von Untersuchungsstellen mit zu geringer Taxazahl (< 10) und durch den Ausschluss der Donau, deren sehr eigenständige Fauna die Auftrennung der übrigen Fließgewässer unter Umständen beeinflusst.

Trotz der sehr breit gestreuten Punktwolke zeichnet sich auf der Grundrissachse die starke Ähnlichkeit der Draustellen sowie jene der March und Thaya ab (Abbildung 61). In der Aufrissachse nehmen Salzach, Rhein und Inn eine gemeinsame Position ein. Traun, Enns und Mur grenzen sich teilweise von den zuvor genannten Alpenflüssen ab (Abbildung 62).

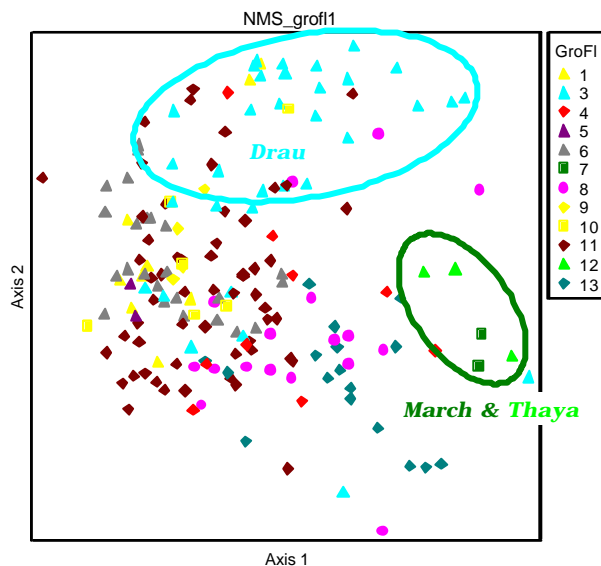


Abbildung 61: NMS-Analyse für die großen Flüsse; Achsen 1 und 2; ohne Donau; ohne Untersuchungsstellen mit weniger als 10 Taxa (1=Alpenrhein, 3=Drau, 4=Enns, 5=Gurk, 6=Inn, 7=March, 8=Mur, 9=Neuer Rhein, 10=Rhein, 11=Salzach, 12=Thaya, 13=Traun)

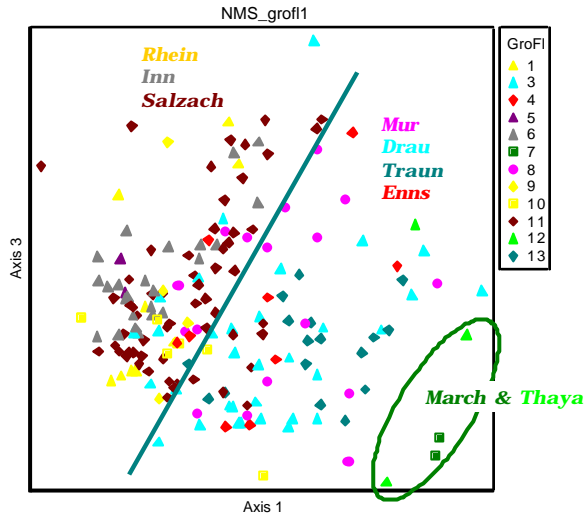


Abbildung 62: NMS-Analyse für die großen Flüsse; Achsen 1 und 3; ohne Donau; ohne Untersuchungsstellen mit weniger als 10 Taxa (1=Alpenrhein, 2=Donau, 3=Drau, 4=Enns, 5=Gurk, 6=Inn, 7=March, 8=Mur, 9=Neuer Rhein, 10=Rhein, 11=Salzach, 12=Thaya, 13=Traun)

Im dritten Auswertungsschritt werden zusätzlich jene Proben von der Analyse ausgeklammert, die nicht aus dem vorherrschenden Sedimenttyp stammen. Da sich bereits in der vorhergehenden Auswertungsphase eine Trennung in Alpenflüsse, Voralpen-Flüsse und Flüsse der südlichen inneralpiner Becken sowie in Flachlandflüsse abzeichnet, erfolgt eine Anpassung des Farboverlays an diese drei Kategorien. Symbolform und Legendenummer bleiben unverändert, die jeweils letzte Stelle der Flussnummer in der Legende gibt die Flussgruppierung an (Abbildung 63).

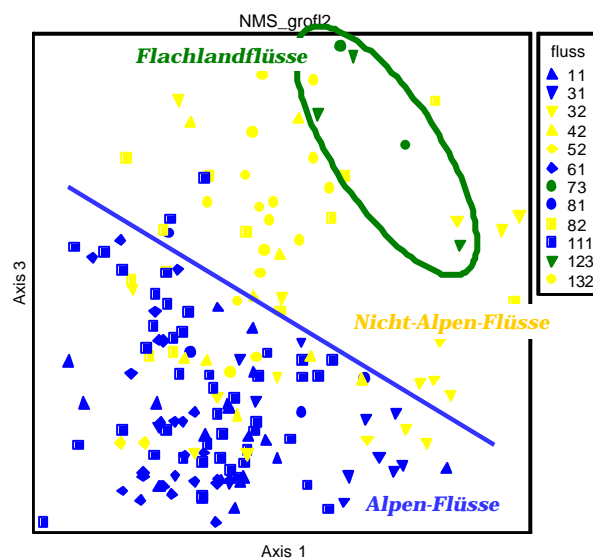


Abbildung 63: NMS-Analyse für die großen Flüsse (Ziffer 1 und 2: 1=Alpenrhein, 3=Drau, 4=Enns, 5=Gurk, 6=Inn, 7=March, 8=Mur, 9=Neuer Rhein, 10=Rhein, 11=Salzach, 12=Thaya, 13=Traun, letzte Ziffer: 1=Alpenflüsse, 2=Voralpen-Flüsse und Flüsse der südlichen inneralpiner Becken, 3=Flachlandflüsse)

Trotz der noch immer vergleichsweise breiten Überlappungszone zeichnet sich die Ähnlichkeit innerhalb der drei genannten Kategorien deutlich ab.

In der letzten Auswertungsphase werden zusätzlich zu den bisher getroffenen Einschränkungen des Datensatzes nur jene Stellen ausgewertet, deren Fauna nach den Kriterien der höchsten taxonomischen Präzision bearbeitet wurde. Der im zweiten Auswertungsschritt angedeutete Trend lässt sich nun klar bestätigen. Der eigenständige Charakter der drei Hauptkategorien ist in der höchsten Präzisionsstufe eindeutig nachweisbar (Abbildung 64, Abbildung 65).

Die Scatterplots der Grundrissachsen 1 und 2 (Abbildung 64) und der Aufrissachsen 1 und 3 (Abbildung 65) dokumentieren die gut nachvollziehbare Trennung der Flussgruppierungen. Um die Aussagekraft der grafischen Darstellung zu verdeutlichen, werden drei Stellen der "Nicht-Alpen"-Flüsse (rote Symbole) in der Aufrissansicht (Achsen 1 und 3) mit Sternen umrandet, um die erst in der Schrägrissansicht (Ansicht 2 und 3) feststellbare Zugehörigkeit zu den übrigen Flüssen der Voralpen und südlichen inneralpinen Becken herauszustreichen (Abbildung 66).

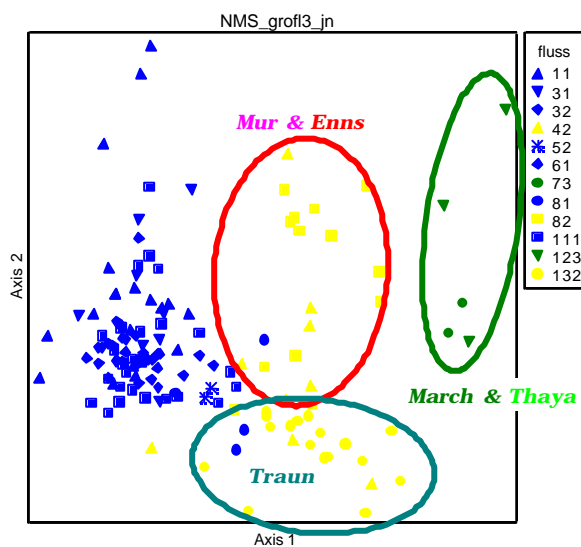


Abbildung 64: NMS-Analyse für die großen Flüsse; Achsen 1 und 2 (Ziffer 1 und 2: 1=Alpenrhein, 3=Drau, 4=Enns, 5=Gurk, 6=Inn, 7=March, 8=Mur, 9=Neuer Rhein, 10=Rhein, 11=Salzach, 12=Thaya, 13=Traun, letzte Ziffer: 1=Alpenflüsse, 2=Voralpen-Flüsse und Flüsse der südlichen inneralpinen Becken, 3=Flachlandflüsse)

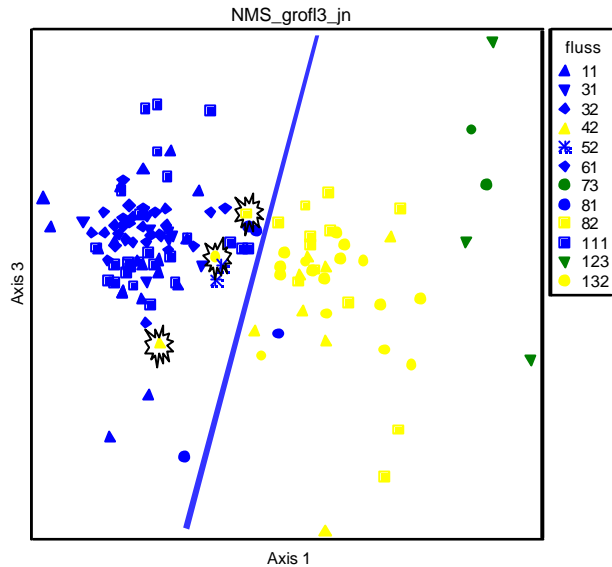


Abbildung 65: NMS-Analyse für die großen Flüsse; Achsen 1 und 3 (Ziffer 1 und 2: 1=Alpenrhein, 3=Drau, 4=Enns, 5=Gurk, 6=Inn, 7=March, 8=Mur, 9=Neuer Rhein, 10=Rhein, 11=Salzach, 12=Thaya, 13=Traun, letzte Ziffer: 1=Alpenflüsse, 2=Voralpen-Flüsse und Flüsse der südlichen inneralpiner Becken, 3=Flachlandflüsse)

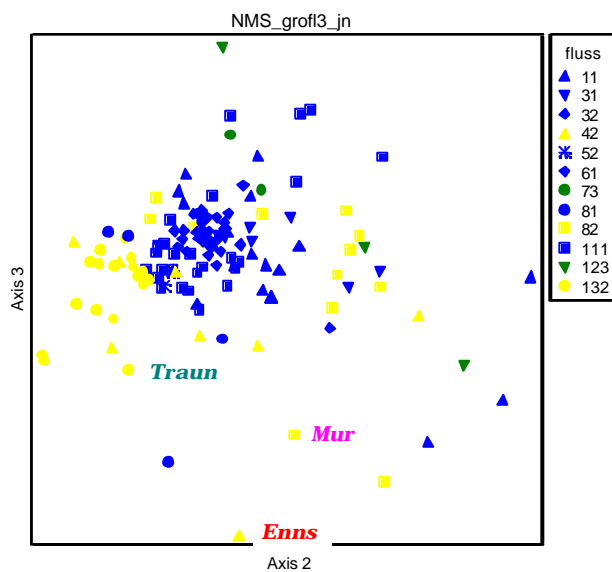


Abbildung 66: NMS-Analyse für die großen Flüsse; Achsen 2 und 3 (Ziffer 1 und 2: 1=Alpenrhein, 3=Drau, 4=Enns, 5=Gurk, 6=Inn, 7=March, 8=Mur, 9=Neuer Rhein, 10=Rhein, 11=Salzach, 12=Thaya, 13=Traun, letzte Ziffer: 1=Alpenflüsse, 2=Voralpen-Flüsse und Flüsse der südlichen inneralpiner Becken, 3=Flachlandflüsse)

Die faunistische Eigenständigkeit der großen Flachlandflüsse March und Thaya wird in jeder Achsen-Ansicht belegt. In der Detailanalyse sind in Grundrissansicht die Flüsse Traun und Mur gut abtrennbar; dieser Befund wird durch das Ergebnis der Achsen 2 und 3 bekräftigt.

Unklar bleibt die Stellung der Enns, deren Fauna Ähnlichkeiten mit den Biozönosen der Traun und auch der Mur zeigt. Grundsätzlich ist diese Ambivalenz gut erklärbar:

- Die Quellgebiete von Enns und Mur liegen eng benachbart in der Bioregion *Unvergletscherte Zentralalpen*.
- Die Mittel- und Unterläufe von Enns und Traun entwässern in vergleichbarer Abfolge die Bioregionen *Kalkhochalpen*, *Kalkvoralpen*, *Flysch oder Sandstein-Voralpen* und *Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland*.

Die Faunen der übrigen, blau dargestellten Alpenflüsse lassen sich auch bei dieser taxonomischen Präzisionsstufe nicht weiter auftrennen. Es sei allerdings daran erinnert, dass alle untersuchten Alpenflüsse degradiert sind und demzufolge von einer vergleichsweise toleranten "Einheitsfauna" besiedelt werden, die sekundär eine Ähnlichkeit vortäuschen kann.

Im Hinblick auf die Verwendung der benthischen Wirbellosen als Indikatoren des ökologischen Zustandes könnten die großen Flüsse in die Kategorien Alpenflüsse, Voralpen-Flüsse und Flüsse der südlichen inneralpiner Becken sowie in Flachlandflüsse zusammengefasst werden. Die makrobenthische Fauna der Donau spiegelt die Individualität dieses länderverbindenden "Hauptvorfluters" mit Einflüssen aus dem pontokaspischen Raum und dem Rhein-Einzugsgebiet wieder und unterstreicht die Eigenständigkeit dieser europäischen Wasserader. Für weitergehende Auswertungen kann auf die faunistischen Dokumentationen von HUMPESCH & MOOG (1994), MOOG et al. (1994, 1995, 2000) zurückgegriffen werden.

6.3 Zusammenfassende Darstellung und geografische Umgrenzung der Fließgewässer-Bioregionen Österreichs

Im Anschluss an die Diskussion der multivariaten Auswertung der Makrozoobenthos-Zönosen werden die einzelnen Bioregionen, geordnet nach ihrer Zugehörigkeit zu Ökoregionen, kurz geografisch umgrenzt und lagerichtig in der Österreichkarte dargestellt. Generell entsprechen die Außengrenzen jenen der Ökoregionen in der Neudefinition von MOOG et al. (2001). Die detaillierten Grenzziehungen richten sich im wesentlichen nach der Karte der Fließgewässer-Naturräume (FINK et al. 2000), wobei im Detail darüber hinausgehend die Grenzlinien in kleinerem Maßstab angepasst werden (beispielsweise entsprechend der geologischen Situation, dem Relief oder dem Anteil von Teil-

Einzugsgebieten). Größere Abweichungen werden bei den entsprechenden Bioregionen erwähnt.

In diesem Zusammenhang sei nochmals eindrücklich darauf hingewiesen, dass Grenzen zumeist ein Produkt anthropozentrischer Sichtweisen sind. Die angeführten Grenzen treten in der Natur kaum als distinkte Trennlinien auf, sondern sind zumeist als Grenzsäume aufzufassen.

Alle geografischen Angaben beziehen sich auf die Beschreibung der Fließgewässer-Naturräume von FINK et al. (2000) und werden nicht weiter zitiert.

Ökoregion 4: Alpen

Sub-Ökoregion: Zentralalpen

Bioregion 1 - Vergletscherte Zentralalpen

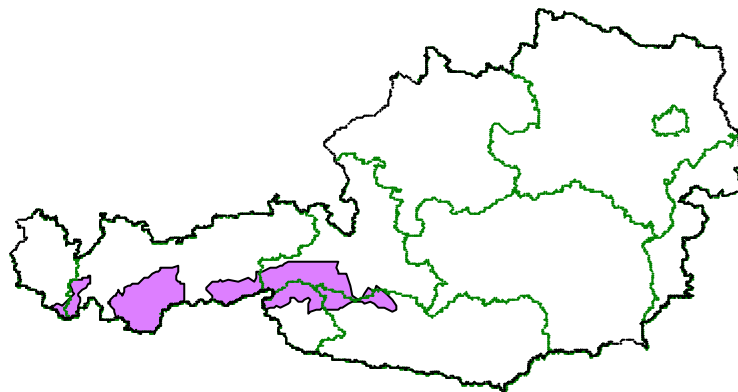


Abbildung 67: Bioregion Vergletscherte Zentralalpen

Die Bioregion *Vergletscherte Zentralalpen* beschränkt sich auf jene Gebiete der Zentralalpen, die einen Gletscheranteil im hydrografischen Einzugsgebiet aufweisen. Dies bedeutet, dass sowohl echte Gletscherbäche als auch von Gletschern nur mehr indirekt beeinflusste Bäche in dieser Bioregion subsummiert sind. Für eine künftige Ausweisung von Soll-Artenlisten sind nach Vorliegen eines besseren Kenntnisstandes - je nach dem Grad der Gletscherauswirkung - Sondertypen zu definieren (FÜREDER 1999, FÜREDER et al. in print). Für die Abgrenzung des Gebietes der *Vergletscherten Zentralalpen* wurden alle von HASSLACHER & LANGEgger (1988) zitierten Gletscherbäche herangezogen. Als

Grenze der Bioregion wurden die Konfluenzen von Gletscherbächen mit Bächen aus nicht vergletschertem Gebiet bzw. großen Vorflutern mit gemischtem Einzugsgebiet herangezogen.

Bioregion 2 - Unvergletscherte Zentralalpen

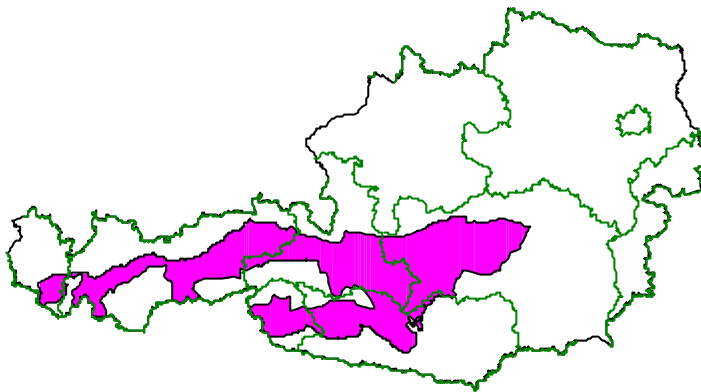


Abbildung 68: Bioregion Unvergletscherte Zentralalpen

Die Bioregion *Unvergletscherte Zentralalpen* schließt Einzugsgebiete ohne Gletschereinfluss von der Silvretta bis einschließlich der Hohen Tauern ein und reicht weiter zu den obligat unvergletscherten Niederen Tauern, Gurktaler Alpen und der Grauwackenzone (Ostgrenze beim Thörlbach) bis zur Bergrückenlandschaft der Zentralalpen im Osten. Das Gebiet liegt zwischen den Nördlichen Kalkhochalpen, der Nördlichen Längstafolge bzw. den Südalpen und der Südlichen Längstafolge (Drau).

Im Gegensatz zum Fließgewässer-Naturraum "Unvergletscherte Zentralalpen" umfasst die gleichnamige Bioregion auch alle nicht unmittelbar von Gletschern beeinflussten Gewässer aus dem Fließgewässer-Naturraum "Vergletscherte Zentralalpen", sowie den von kristallinen Gesteinen dominierten Teil des Naturraumes "Grauwackenzone". Die Abgrenzung zur Bioregion *Bergrückenlandschaft und Ausläufer der Zentralalpen* weicht in den höheren Lagen ebenfalls von den Grenzen der entsprechenden Fließgewässer-Naturräume ab. Die Begrenzung vom Einzugsgebiet der Gurk ausgehend bis zur Ebene Reichenau folgt hier der Grenze zwischen montaner und hochmontaner Höhenstufe.

Bioregion 3 - Bergrückenlandschaft und Ausläufer der Zentralalpen

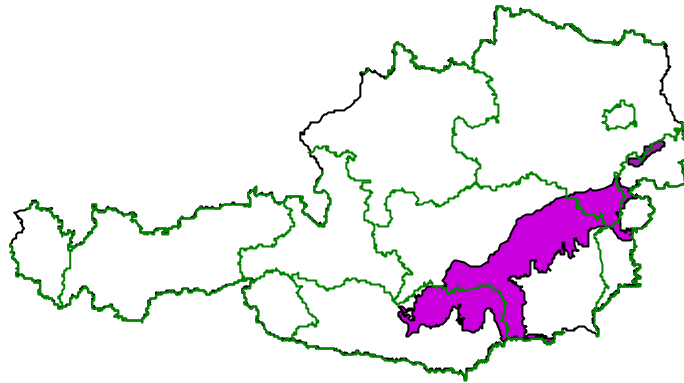


Abbildung 69: Bioregion Berggrückenlandschaft und Ausläufer der Zentralalpen

Die Bioregion *Berggrückenlandschaft und Ausläufer der Zentralalpen* beinhaltet zwei Fließgewässer-Naturräume, die möglicherweise faunistisch und auch topografisch zumindest als Sub-Bioregionen aufgefasst werden können, jedoch datenmäßig ungenügend belegt sind. Auch die höher gelegener Bergregionen von Saualpe, Pack, Koralpe, Gleinalpe und Soboth könnten bei besserem Kenntnisstand den Status einer Sub-Bioregion erlangen.

- Berggrückenlandschaft der unvergletscherten Zentralalpen (2.2.2): Im Westen beginnend von den Gurktaler Alpen bis zum Wechselgebiet im Osten; im Norden von den unvergletscherten Zentralalpen (Niedere Tauern) und von der Mur/Mürzfurche bis zum Klagenfurter und Lavanttaler Becken bzw. bis zum südöstlichen Vorland. Die Abgrenzung zur Bioregion "Unvergletscherte Zentralalpen" weicht hier von der Grenzziehung der Naturräume ab (s.o.).
- Nordost-Ausläufer der Zentralalpen (2.3): Bucklige Welt, Rosaliengebirge und Günser Gebirge; zwischen dem Wiener Becken im Norden und dem südöstlichen Vorland im Süden. Im Sinne der Fließgewässer-Naturräume (FINK et al. 2000) zählen das Leithagebirge und die Erhebungen bis zu den Hainburger Bergen ebenfalls zu den Ausläufern. Da diese Gebiete bereits in der Ökoregion Ungarische Tiefebene liegen und die Gewässer vorwiegend von Arten nicht-alpinen Charakters besiedelt werden, wird im Sinne der aquatischen Bioregionen das Gebiet vom Leithagebirge bis zu den Hainburger Bergen nicht in die Nordost-Ausläufer der Zentralalpen einbezogen, sondern den *Östlichen Flach- und Hügelländern* zugerechnet. Um den Übergangscharakter zwischen diesen beiden Bioregionen herauszustreichen, wird dieses Gebiet in der Karte schraffiert dargestellt.

Sub-Ökoregion: Kalkalpen

Bioregion 4 - *Flysch- oder Sandstein-Voralpen*

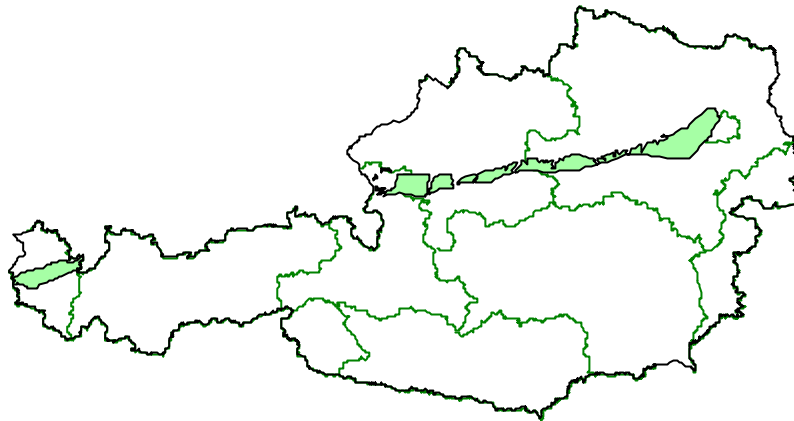


Abbildung 70: Bioregion *Flysch- oder Sandstein-Voralpen*

Die Bioregion *Flysch- oder Sandstein-Voralpen*, in weiterer Folge kurz als *Flysch* bezeichnet, durchzieht als schmales Band Österreich. Im Westen beginnend vom Rheintal bis zum Wiener Becken im Osten, und vom Alpenvorland im Norden bis zum Helvetikum in Vorarlberg bzw. bis zu den Kalkvoralpen im Süden.

Obwohl bereits in Kapitel 6.2.1 ausführlich erläutert, sei hier nochmals kurz festgehalten: Zufolge der faunistischen Eigenständigkeit, der Zugehörigkeit zu einem anderen kontinentalen Haupt-Wassereinzugsgebiet (Rhein) und der im Vergleich zum zentralen und östlichen Flyschgebiet höheren Seehöhenlage, wäre für das Vorarlberger Flyschgebiet die Annahme des Status einer eigenständigen Bioregion möglich, allerdings ist diese Region nur durch zwei beprobte Referenzstellen belegt. Bis zum Vorliegen eines umfangreicheren Datensatzes werden das "zentrale und östliche Flyschgebiet" und das "Vorarlberger Flyschgebiet" als einheitliche Bioregion betrachtet und in Bezug auf metrische Kennwerte gemeinsam bearbeitet. Eine spätere Aufteilung in Sub-Bioregionen bringt für die Umsetzung der WRRL keine Probleme, da nach den gewässertypologischen Anforderungen der WRRL die Vorarlberger Flyschbäche in einer anderen Seehöhenklasse liegen als die restlichen Flyschgewässer.

Die östlich anschließenden autochthonen Flyschgewässer sind von einer multivariat gut abgrenzbaren eigenständigen Benthosfauna besiedelt, während die Fauna der in einem ausgeprägten Alluvium den Flyschgürtel durchfließenden Flüsse der Gruppe der Alpenvorlandgewässer zuzurechnen ist (Alm, Krems, Steyr, Enns, Ybbs, Erlauf, Pielach

und Traisen). Hier werden die Gebietsgrenzen - von den Fließgewässer-Typregionen bzw. Naturräumen abweichend - modifiziert.

Bioregion 5 - Kalkvoralpen

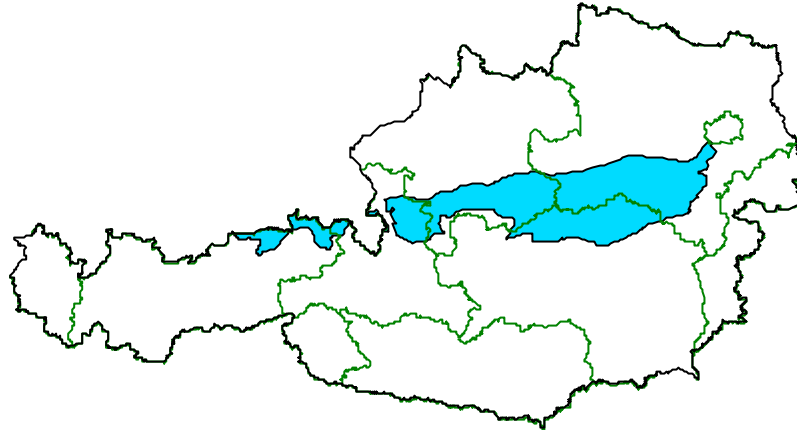


Abbildung 71: Bioregion Kalkvoralpen

Die Bioregion *Kalkvoralpen* beinhaltet die Fließgewässer-Naturräume Kalkvoralpen (1.3) und östliche Kalkhochalpen (1.2.3).

- Die Kalkvoralpen durchziehen vom Osten Nordtirols bis in den Südwesten Wiens das österreichische Bundesgebiet: im Westen von den Brandenberger Alpen, Unterberghorn, Steinplatte, Sonntagshorngruppe, Untersberg, Osterhorn-Gamsfeldgruppe über die oberösterreichischen und niederösterreichisch-steirischen Kalkvoralpen bis zum Kalkwienerwald; zwischen der Flyschzone im Norden und den zentralen Kalkhochalpen im Süden, die östlichen Kalkhochalpen jedoch einschließend. Die Grauwackenzone (1.5) wird - abweichend vom Fließgewässer-Naturraum - vom Thörlbach östlich bis zum Semmeringgebiet mit eingeschlossen, das Inntal ab dem Stausee Langkampfen wird von der Bioregion ausgenommen.
- Die östlichen Kalkhochalpen reichen von den kalkalpinen Ennstaler Alpen (Gesäuse) bis zum Schneeberg; zwischen Kalkvoralpen im Norden und Mürztaler Alpen im Süden.

Bioregion 6 - Kalkhochalpen

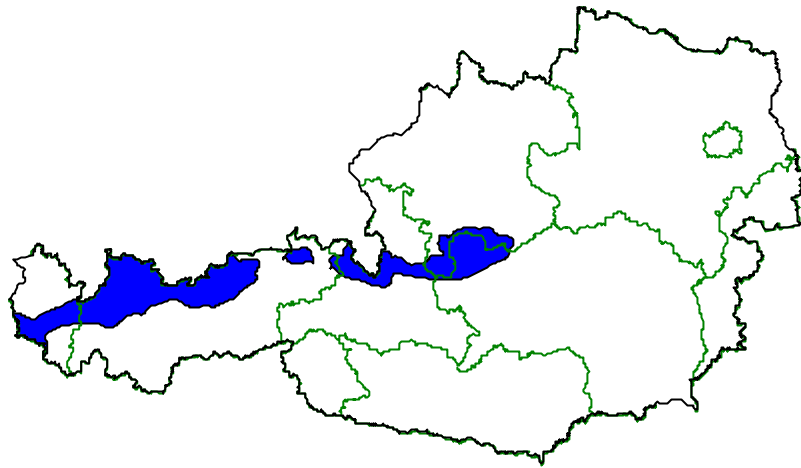


Abbildung 72: Bioregion Kalkhochalpen

Die Bioregion *Kalkhochalpen* umfasst die Fließgewässer-Naturräume westliche (1.2.1) und zentrale nördliche Kalkhochalpen (1.2.2).

Die *Kalkhochalpen* reichen im Westen vom Rätikon bis zum Kaisergebirge und den Steinbergen bis zum Toten Gebirge im Osten. Im Norden zwischen der (Vorarlberger) Flyschzone und großen Teilen der Tiroler Staatsgrenze und den Kalkvoralpen; im Süden durch die Nördliche Längstalfolge bzw. Zentralalpen (Grauwackenzone) begrenzt.

Bioregion 7 - Südalpen

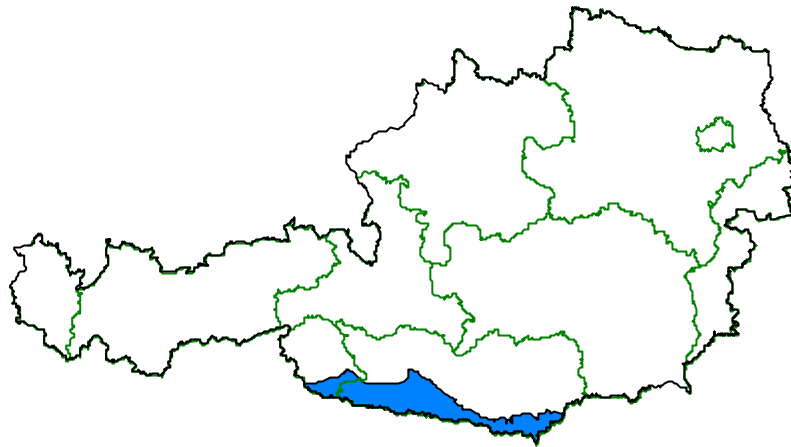


Abbildung 73: Bioregion Südalpen

Die Bioregion *Südalpen* erstreckt sich von den Lienzer Dolomiten bis zu den Karawanken und den Randbereichen der Steiner Alpen; von der Südlichen Längstafolge und dem Klagenfurter Becken im Norden bis einschließlich zu den Karnischen Hochalpen, den Julischen Alpen bzw. dem südöstlichen Vorland.

Bioregion 8 - *Helvetikum in Vorarlberg*

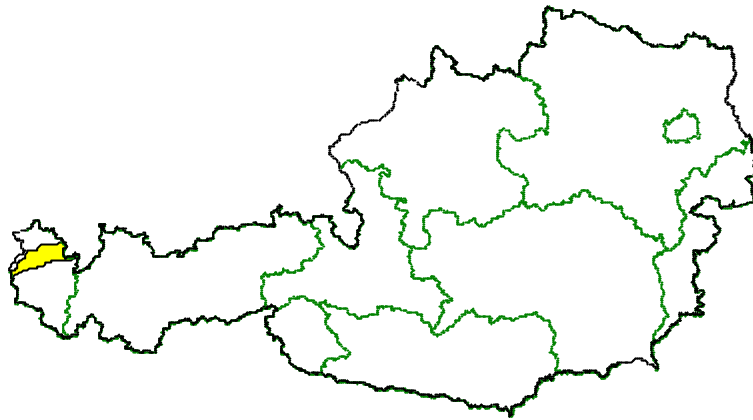


Abbildung 74: *Bioregion Helvetikum in Vorarlberg*

Die Bioregion *Helvetikum in Vorarlberg* reicht vom Rheintal ostwärts bis zum Kleinen Walsertal und erstreckt sich zwischen der nördlichen Flyschzone (Flyschgebiete des Bregenzer Waldes) und der Vorarlberger Hauptflyschzone im Süden.

Alpine Bioregionen im Rhein - Einzugsgebiet

Bioregion 9 - *Alpine Molasse*

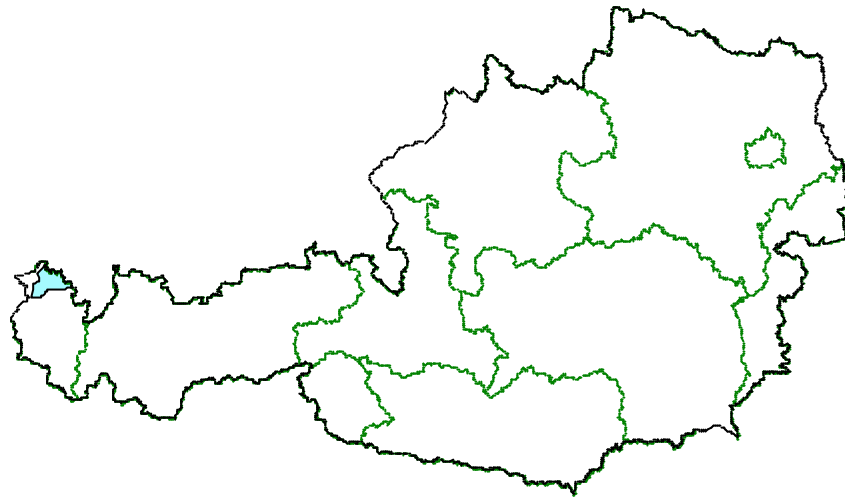


Abbildung 75: Bioregion Alpine Molasse

Die Bioregion *Alpine Molasse* (subalpine Molasse) reicht vom Rheintal bis zum Bayerisch-Österreichischen Alpenvorland, von der Vorlandmolasse im Norden bis zur nördlichen Flyschzone im Süden.

Ökoregion 9: Zentrales Mittelgebirge

Sub-Ökoregion: Alpenvorland

Bioregion 10 - Vorarlberger Alpenvorland

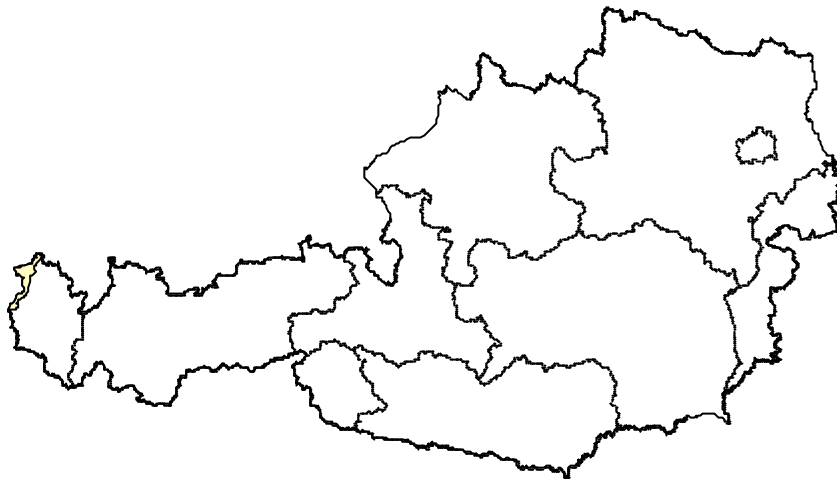


Abbildung 76: Bioregion Vorarlberger Alpenvorland

Zur Bioregion *Vorarlberger Alpenvorland* gehören die zwei Fließgewässer-Naturräume:

- Vorlandmolasse (mittelländische Molasse) (4.1.1): Vom Bodensee und Rheintal im Westen bis zum Schwäbisch-Bayerischen Alpenvorland (Allgäu) im Osten; im Norden vom Schwäbisch-Bayerischen Alpenvorland bis zur alpinen Molasse im Süden.
- Rheintal mit Bodenseegebiet (4.1.3): Vom Säntis in der Schweiz und den nördlichen Vorlagen im Westen zum Bregenzer Wald im Osten; im Norden vom Bodensee bis zu den nördlichen Ausläufern des Rätikons im Süden.

Bioregion 11 - Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland

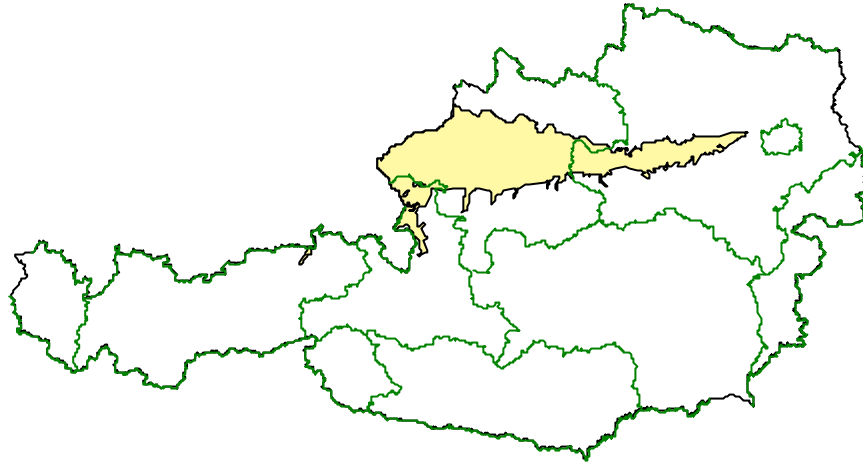


Abbildung 77: Bioregion Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland

Die Bioregion *Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland* weist einen zentralen Teil auf, der im Westen nur punktuell nach Tirol im Inntal bis zum Stausee Langkampfen einstrahlt, während der östliche Teil geschlossen von Salzburg bis Wien reicht. Das *Bayerisch-Österreichische Alpenvorland* bildet östlich von Salzburg eine deutliche Tiefenzone zwischen den Alpen und dem Granit- und Gneishochland, die in Oberösterreich bis zu 50 Kilometer, an seiner schmalsten Stelle (im Raum Amstetten - St. Pölten) jedoch nur 10 Kilometer breit ist. Die aus jungtertiären Sedimentgesteinen aufgebaute Zone wird aus geologischer Sicht als "Molasse" bezeichnet.

Die Fließgewässer-Naturräume des östlichen Teils werden kurz skizziert:

- Salzburgisches Vorland (4.2.1): Vom Bayerischen Alpenvorland und den Kalkvoralpen im Westen zum Kobernaußer Wald bzw. den Flysch- und Sandsteinvoralpen und der Osterhorn-Gamsfeldgruppe im Osten, vom Innviertler und Hausruckviertler Hügelland bis zu den Kalkvoralpen.
- Innviertler- und Hausruckviertler Hügelland (4.2.2): Vom Bayerischen Alpenvorland im Westen bis zum unteren Trauntal, vom Sauwald im Norden bis zum Salzburgerischen Vorland bzw. Hausruck und Kobernaußerwald im Süden.
- Hausruck und Kobernaußerwald (4.2.3): Im Westen, Norden und Osten umgeben vom Salzburgerischen Vorland bzw. dem Innviertel bis zum Hausruckviertler Hügelland, im Süden begrenzt von den Flysch oder Sandsteinvoralpen.

- Unteres Trauntal inkl. Welser Heide und Donautal bei Linz (4.2.4): Im Westen und im Norden vom Innviertler- und Hausruckviertler Hügelland bis zur Traun-Enns-Platte im Süden bzw. Osten.
- Traun-Enns-Platte (4.2.5): Vom Trauntal im Nordwesten, vom Linzer Donaufeld im Norden, von der Enns im Osten und im Süden von der Flyschzone begrenzt.
- Terrassenland des Alpenvorlandes zwischen Enns und Tullner Feld (4.2.6): Von der Enns im Westen bis zum Südrand des Tullner Feldes im Osten (Linie Traismauer - Atzenbrugg - Judenau); im Norden von der Donau bzw. dem Rand des Dunkelsteiner Waldes (abweichend vom Fließgewässer-Naturraum wird das Amstettner Hügelland von der Bioregion ausgenommen) bis zum Nordrand der Flysch- oder Sandsteinvoralpen (Linie Steyr - Kilb - Wilhelmsburg - Königstetten). In diesen östlichen Gebietsteil des *Bayerisch-Österreichischen Alpenvorlandes* strahlen bereits faunistische Elemente der Ökoregion Ungarische Tiefebene ein.

Sub-Ökoregion: Granit- und Gneisgebiet der Böhmisches Masse

Bioregion 12 - Österreichisches Granit- und Gneisgebiet

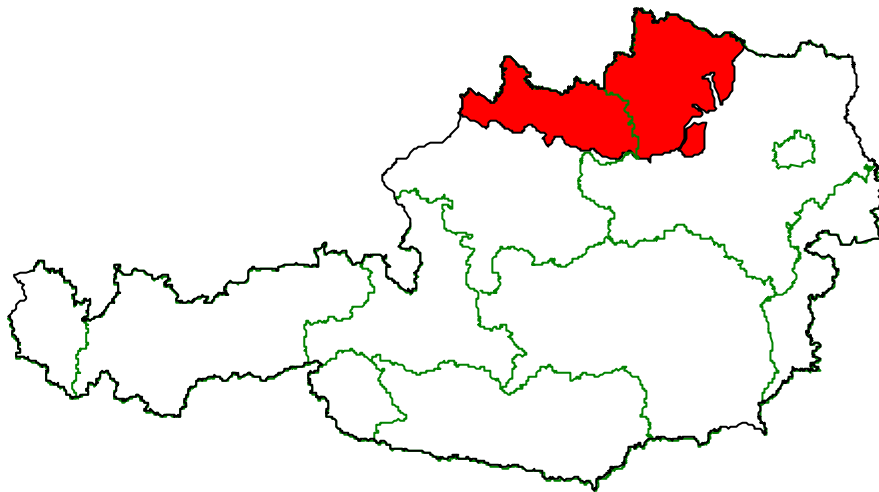


Abbildung 78: Bioregion Österreichisches Granit- und Gneisgebiet

Die Bioregion *Österreichisches Granit und Gneisgebiet* umfasst fünf Fließgewässer-Naturräume mit nachstehend angeführten Grenzen.

- Böhmerwald (5.1): Vom Oberpfälzer Wald im Westen bis zur Feldaist-Senke im Osten; vom Böhmischem Becken im Norden bis zum Bayerischen Wald bzw. Mühlviertler Hochland im Süden.
- Mühlviertler Hochland inkl. Sauwald und Kürnberger Wald (5.2): Vom Bayerischen Wald im Westen bis Freiwald und Weinsberger Wald im Osten; vom Böhmerwald im Norden bis zum Donautal, ausgenommen Sauwald und Kürnberger Wald im Süden.
- Freiwald - Weinsberger Wald (Hohes Waldviertel mit Ostrong und Jauerling) (5.3): Im Westen vom Mühlviertler Hochland bis zum Niederen Waldviertel im Osten; vom Böhmischem Becken (Moldaubecken) im Norden bis zum Donautal im Süden.
- Westliches Niederes Waldviertel, Litschauer Ländchen und Dunkelsteiner Wald (5.4): Vom Weinsberger Wald im Westen bis zum Östlichen Niederen Waldviertel im Osten; von der Böhmischem-Mährischen Höhe im Norden bis zum Donautal bzw. zum Terrassenland des Alpenvorlandes im Süden.
- Östliches Niederes Waldviertel inkl. Unteres Thayahochland, Horner Mulde und Manhartsberg (5.5): Vom westlichen Niederen Waldviertel zum Westlichen Weinviertel; von der Böhmischem-Mährischen Höhe bis zum Donautal.

Vom Osten und Süden her dringen Elemente der Ökoregion Ungarische Tiefebene ins Gebiet ein. Dem entsprechend werden die Grenzen der Fließgewässer-Naturräume modifiziert (Donautal, Kremstal, Kamp), das Amstettner Hügelland in die Bioregion aufgenommen. Obwohl trotz der prägnanten geologischen Unterschiede in der multivariaten Faunenanalyse mit dem Overlay "geologischer Untergrund" nicht nachweisbar (Abbildung 51), zeichnen sich für das oberösterreichische Mühlviertel und das niederösterreichische Waldviertel der Status von Sub-Bioregionen ab.

Ökoregion 11: Ungarische Tiefebene

Bioregion 13 - Östliche Flach- und Hügelländer

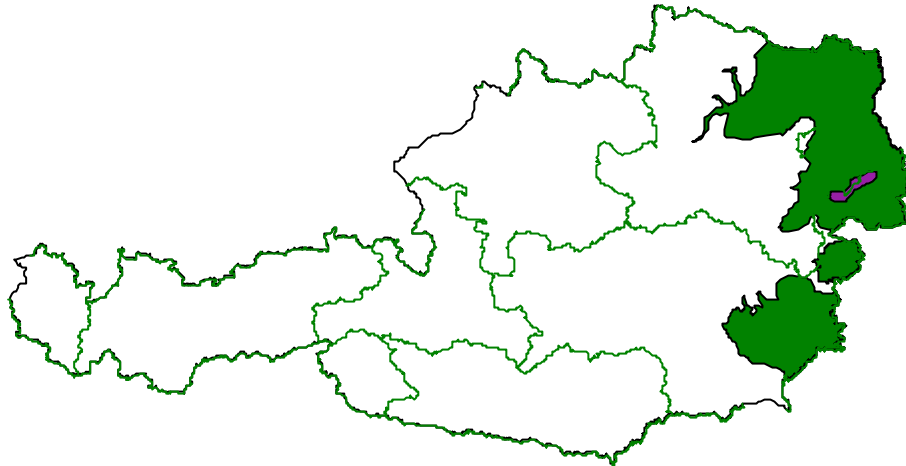


Abbildung 79: Bioregion Östliche Flach- und Hügelländer

Die zur Bioregion *Östliche Flach- und Hügelländer* zählenden Gebiete repräsentieren eine zum Teil anthropogen sehr stark überformte Kulturlandschaft, in der nur mehr sehr wenige Gewässerstrecken mit Referenzcharakter erhalten sind. Durch eigenständige Faunen charakterisierte Sub-Bioregionen können zufolge der geringen Zahl von Referenzgewässern bei gegenwärtigem Wissensstand nicht ausgewiesen werden. Für die Anwendung biologischer Kenngrößen (Metrics) reicht die Betrachtungsebene einer Bioregion aus.

Folgende Fließgewässer-Naturräume zählen zur Bioregion *Östliche Flach- und Hügelländer*:

- Terrassenland des Alpenvorlandes zwischen Enns und Tullner Feld (teilweise) (4.2.6): Östliche Gebietsteile der Donau inklusive Unterläufe von Kamp und Krems im Terrassenland des Alpenvorlandes zwischen Enns und Tullner Feld
- Tullner Feld und Korneuburger Becken (4.2.7): Von Krems ostwärts bis zur Wiener Pforte; vom Südrand des westlichen Weinviertels (Wagram) südwärts bis zum Terrassenland des Alpenvorlandes, bzw. zu den Flysch- oder Sandsteinvoralpen. Dieser nach ILLIES (1978) zur Ökoregion Zentrales Mittelgebirge zählende

Naturraum beherbergt zahlreiche Faunenelemente der Ungarischen Tiefebene und wird deshalb zur vorliegenden Bioregion gezählt.

- Südliches Wiener Becken (4.3): Im Westen von den Kalkvoralpen bis zu den Nordost-Ausläufern der Zentralalpen, im Norden von der Donau bis zum Schwarzatal bei Gloggnitz; inklusive Leithagebirge.
- Weinviertel und Marchfeld (4.5): Vom östlichen Niederen Waldviertel inkl. Manhartsberg im Westen bis zur Marchniederung im Osten; von der Böhmischo-Mährischen Höhe und der Thaya-Niederung im Norden bis zum Tullner Feld respektive bis zur Donau im Süden.
- Nordburgenländische Bucht (Eisenstädter Bucht) (4.4.4): Im Süden, Westen und Norden von den Nordostausläufern der Zentralalpen bzw. den Pforten des Wiener Beckens bis zum Kleinen Ungarischen Tiefland. Für das Gebiet um den Neusiedler See ist eine Zone eigenständiger Gewässertypen beschrieben.
- Mittelburgenländische Bucht (Oberpullendorfer Bucht) (4.4.3): Im Süden, Westen und Norden von den Nordost-Ausläufern der Zentralalpen (etwa östlich der Linie Lockenhaus - Draßmarkt - Kobersdorf - Lackenbach - Neckenmarkt) bis zum Kleinen Ungarischen Tiefland im Osten.
- Oststeirisches und Südburgenländisches Hügelland (4.4.2): Im Westen vom Grazer Feld, im Osten vom Kleinen Ungarischen Tiefland (Kisalföld), im Norden von der Bergrückenlandschaft der unvergletscherten Zentralalpen bzw. den Nordostausläufern der Zentralalpen begrenzt (etwa Linie: Graz - Weiz - Hartberg - Pinkafeld - Rechnitz). Im Süden reicht der Fließgewässer-Naturraum bis zum Grabenland.

Die Grenzen zum Alpenvorland und dem Granit-Gneisgebiet folgen - abweichend von den Fließgewässer-Naturräumen - den Ökoregionsgrenzen.

Ökoregion 5: Dinarischer Westbalkan

Bioregion 14 - Grazer Feld und Grabenland

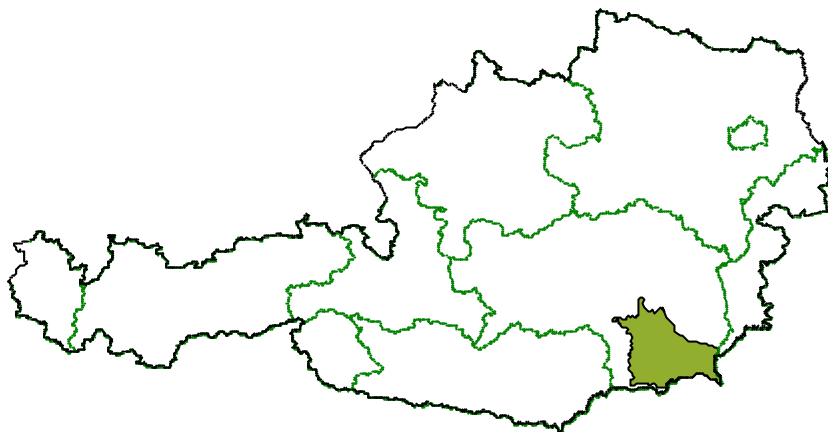


Abbildung 80: Bioregion Grazer Feld und Grabenland

Die Bioregion *Grazer Feld und Grabenland* umschließt den Unterlauf der österreichischen Murstrecke und umfasst zwei Fließgewässer-Naturräume:

- Weststeirisches Hügelland und Grabenland (4.4.1): Orographisch links der Mur situiert und durch das Leibnitz-Murecker Feld vom Weststeirischen Hügelland getrennt. Die Abgrenzung gegen Nordosten zu stellt die Wasserscheide zur Raab dar.
- Grazer Feld inkl. Leibnitzer-, Murecker- und Radkersburger Feld (4.4.5): Orographisch rechts der Mur gelegen, vom Weststeirischen Hügelland im Süden und Westen und vom Oststeirischen und Südburgenländischen Hügelland bzw. dem Grabenland im Osten und Norden begrenzt.

Bioregion 15 – Südliche inneralpine Becken

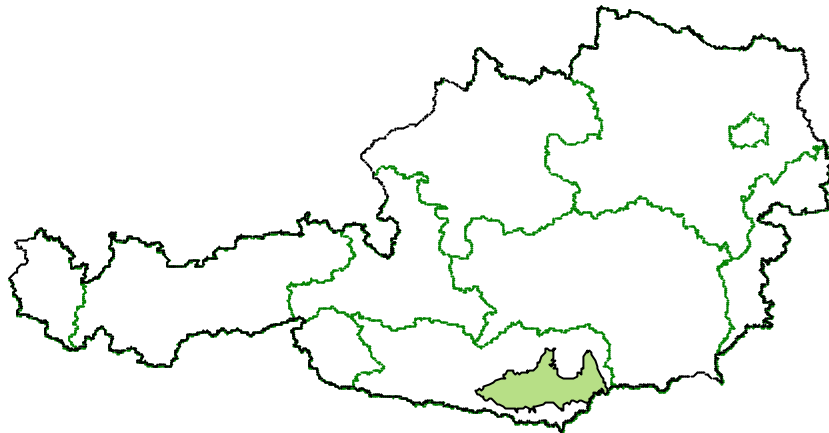


Abbildung 81: Bioregion Südliche inneralpine Becken

Die Bioregion *Südliche inneralpine Becken* umfasst zwei Fließgewässer-Naturräume:

- Klagenfurter Becken (6.1): Zwischen den Südalpen und der Bergrückenlandschaft der unvergletscherten Zentralalpen.
- Lavanttaler Becken (6.2): Von der Saualpe und den St. Pauler Bergen im Westen bis zum Steirischen Randgebirge (Koralpe) im Osten.

Die beiden Becken stehen über das Drautal bei Lavamünd in Verbindung.

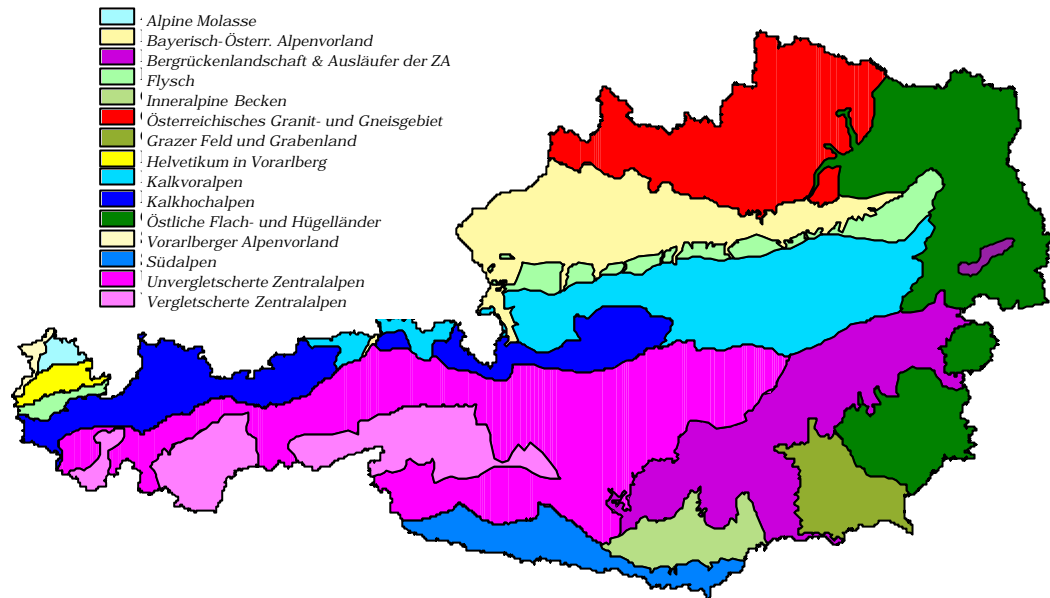


Abbildung 82: Bioregionen Österreichs

Zusammenfassende Tabelle

Tabelle 7: Zusammenfassender Überblick über die räumliche Untergliederung Österreichs nach Ökoregionen, Fließgewässer-Bioregionen, Fließgewässer-Naturräumen, Fließgewässer-Grundtypen (FGT) und kontinentalen Hauptwasserscheiden Donau (D), Rhein (R) und Elbe (E);(KWS).

Ökoregionen	Sub – Ökoregion	Bioregion (Sub-Bioregionen)	Fließgewässer-Naturräume	FGTyp	KWS	
Alpen (Ökoregion 4)	Zentralalpen	1. vergletscherte Zentralalpen	vergletscherte Zentralalpen	A	D(R)	
		2. unvergletscherte Zentralalpen	Grauwackenzone, Unvergletscherte Zentralalpen, Niedere Tauern	A, B, O	D(R)	
		3. Bergrückenlandschaft und Ausläufer der Zentralalpen	Bergrückenlandschaft der unvergletscherten Zentralalpen, Nordost-Ausläufer der Zentralalpen	B, H	D	
	Kalkalpen	4. Flysch- oder Sandstein-Voralpen	Flysch- oder Sandstein-Voralpen	L	D(R)	
		5. Kalkvoralpen	Kalkvoralpen und östliche Kalkhochalpen	M, N	D	
		Kalk-hoch-alpen *)	6. Nördl. Kalkhochalpen	Westliche und zentrale Kalkhochalpen	N	D(R)
			7. Südalpen	Südalpen	C	D
	8. Helvetikum	Helvetikum in Vorarlberg	P	R		
	Alpine Regionen im Rhein-Einzugsgebiet	9. Alpine Molasse	Alpine (subalpine) Molasse	Q	R	
Zentrales Mittelgebirge (Ökoregion 9)	Alpenvorland	10. Vorarlberger Alpenvorland	Vorlandmolasse (mittelländische Molasse)Rheintal mit Bodenseegebiet	O, J	R	
		11. Bayerisch – Österreichisches Alpenvorland	Salzburgisches Vorland, Innviertler- und Hausruckviertler Hügelland, Hausruck und Kobernaufwald, Unteres Trauntal, Traun-Enns-Platte, Terrassenland des Alpenvorlandes zwischen Enns und Tullner Feld	J	D	
	Granit- und Gneisgebiet der Böhmisches Masse	12. (Österreichisches) Granit- und Gneisgebiet der Böhmisches Masse	Böhmerwald, Mühlviertler Hochland, Freiwald – Weinsberger Wald, Westliches Niederes Waldviertel, Östliches Niederes Waldviertel	K	D/E	
Ungarische Tiefebene (Ökoregion 11)		13. Östliche Flach- und Hügelländer	Östl. Alpenvorland **)	Tullner Feld und Korneuburger Becken	(J)	D
			Weinviertel **)	Westliches Weinviertel, Klippenzone, Östliches Weinviertel und Marchfeld	(I)	D
			Wiener Becken **)	Südliches Wiener Becken	(G)	D
			Südöstliches Vorland **)	Nordburgenländische & Mittelburgenländische Bucht, Oststeirisches und Südburgenländisches Hügelland	F	D
Dinarischer Westbalkan (Ökoregion 5)		14. Grazer Feld und ostmurisches Grabenland	Weststeirisches Hügelland und Ostmurisches Grabenland, Grazer Feld	E	D	
		15. Südliche inneralpine Becken	Klagenfurter Becken, Lavantaler Becken	D	D	

7 Zusammenfassung

Mit dem Inkrafttreten der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union die Zuordnung der im Rahmen des Gewässermessnetzes zu untersuchenden Gewässer zu "Typen" ein fixer Bestandteil der methodischen Vorgaben: Die Beurteilung der Gewässerqualität ist an einem möglichst naturnahen Leitbild sehr guten ökologischen Zustandes ausgerichtet, die biologischen Leitbilder werden typbezogen formuliert. Die höchste in der WRRL vorgegebene Hierarchieebene für Gewässertypen stellt die Zugehörigkeit zu einer Ökoregion nach ILLIES (1978) dar. Weitere typologische Unterteilungen lassen individuelle Gestaltungsmöglichkeiten zu (Annex II; System A und B).

Die typologische Gebietseingrenzung der österreichischen Gewässerlandschaft erfolgt durch die Kombination von "a priori"- und "a posteriori"-Techniken. Auf der Grundlage geoökologischer Faktorenkombinationen und anderer Kriterien werden im Expertenkonsens die Anteile und Grenzverläufe der Ökoregionen Österreichs sensu ILLIES ermittelt und diese in weiterer Folge nach Fließgewässer-Naturräumen (FINK et al. 2000) und Fließgewässer-Grundtypen (WIMMER & CHOVANEC 2000, WIMMER et al 2000 a und b) unterteilt.

Österreich hat nach den Definitionen der WRRL Anteil an sechs europäischen Ökoregionen (Nummerierung nach ILLIES 1978): Italien (3), Alpen (4), Dinarischer Westbalkan (5), Zentrales Mittelgebirge (9), Karpaten (10) und Ungarische Tiefebene (11). Die präzise Grenzziehung dieser Ökoregionen auf Basis einer "a priori"-Auswertung von geoökologischen Milieufaktoren im Expertenkonsens publizieren MOOG et al. (2001). Die multivariate Analyse von Makrozoobenthoszonosen bekräftigt für vier Ökoregionen die Eigenständigkeit der Faunengesellschaften: "Alpen", "Zentrales Mittelgebirge", "Ungarische Tiefebene" und "Dinarischer Westbalkan". Die Anteile der Ökoregionen "Italien" und "Karpaten" können mangels geeigneter Referenzstellen bzw. ungenügender faunistischer Dokumentation nicht belegt werden (SCHMIDT-KLOIBER et al. 2001). Die Einteilung Österreichs in Ökoregionen im Sinne der zoogeografischen Regionen nach ILLIES (1978) stellt somit eine typologische Klassifizierung dar, die als Grundlage für die praktische Umsetzung der WRRL verwendbar ist (Abbildung 13).

Die weitere Unterteilung der österreichischen Landschaft in Fließgewässer-Naturräume stellt eine wichtige Grundlage zur Klassifikation der Fließgewässer-Vielfalt unseres Bundesgebietes dar. Unter Fließgewässer-Naturräumen werden Landschaftseinheiten zusammengefasst, die in Bezug auf fließgewässerökologische Eigenschaften typologisch einheitliche Elemente aufweisen. Die zu Grunde liegende Hierarchie der Grenzfestlegung der naturräumlichen Gliederung richtet sich vorwiegend nach Ökoregion, geologischem

Untergrund, Klimafaktoren, Relief (physiogeografische und geomorphologische Aspekte, Höhererstreckung, Landschaftsform), Einzugsgebiet, hydrologischer Charakteristik (Abflussregimety) und vegetationskundlichen Höhenstufen. Die Detailausweisung dieser Naturräume erbringt die Ausweisung von 40 Fließgewässer-Naturräumen (FINK et al. 2000), (Abbildung 14).

Aufbauend auf FINK et al. (2000) werden die Fließgewässer-Naturräume unter Verwendung von System A und B Kriterien der WRRL in ein handhabbares Set von 17 Fließgewässer-Typregionen und 9 "großen Flüssen" zusammengefasst (Abbildung 15). Diese Typenzuordnung der österreichischen Fließgewässer bildet eine wesentliche Grundlage für die Umsetzung der ökologischen Bewertung nach den Vorgaben der WRRL (WIMMER & CHOVANEC 2000, WIMMER et al. 2000 a & b).

Vergleichbar der Analyse der Ökoregionen wird den Ergebnissen der weiterführenden typologischen a priori-Ansätze eine multivariate a posteriori-Analyse der Makrozoobenthos-Zönosen gegenübergestellt (NMS - non-metric multidimensional scaling). Die 582 analysierten Gewässerstrecken repräsentieren Referenzbedingungen eines naturnahen, beziehungsweise eines gutes ökologischen Zustandes mit fast vollständig erhaltener Fauna, unter besonderer Berücksichtigung sensibler Arten. Die Daten entstammen Untersuchungen zum bundesweiten Gewässermonitoring (Wassergüte-Erhebungs-Verordnung), Landesmessnetzen der österreichischen Bundesländer, Gutachten, Berichten und Fachstudien, Diplomarbeiten, Dissertationen und Studien der Arbeitsgruppe "Benthosökologie" der Abteilung Hydrobiologie der BOKU Wien, sowie Untersuchungen im Rahmen des von der EU finanzierten Projektes AQEM.

Als Ergebnis dieser Verknüpfung von Elementen der unbelebten Systemkomponenten mit dem Informationsgehalt der Makrozoobenthoszönosen werden biozönotisch ähnliche Fließgewässer-Naturräume bzw. Fließgewässer-Typregionen als "Fließgewässer-Bioregionen" zusammengefasst. Die Auswertungen ergeben 15 als Fließgewässer-Bioregionen unterscheidbare Landschaftseinheiten in Österreich (geordnet nach Ökoregionen).

Bioregionen der Ökoregion "Alpen" – Sub-Ökoregion Zentralalpen

1. *Vergletscherte Zentralalpen*
 2. *Unverglletscherte Zentralalpen*
 3. *Berg Rückenlandschaft und Ausläufer der Zentralalpen*
- #### **Bioregionen der Ökoregion "Alpen" – Sub-Ökoregion Kalkalpen**
4. *Flysch*
 5. *Kalkvoralpen*
 6. *Kalkhochalpen*
 7. *Südalpen*
 8. *Helvetikum in Vorarlberg*

9. *Alpine Molasse*

Bioregionen der Ökoregion "Zentrales Mittelgebirge"

10. *Österreichisches Granit- und Gneisgebiet der Böhmisches Masse*

11. *Vorarlberger Alpenvorland*

12. *Bayerisch-Österreichisches Alpenvorland*

Bioregionen der Ökoregion "Ungarische Tiefebene"

13. *Östliche Flach- und Hügelländer*

Bioregionen der Ökoregion "Dinarischer Westbalkan"

14. *Grazer Feld und Grabenland*

15. *Südliche inneralpine Becken*

Die einzelnen Bioregionen werden entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu Ökoregionen kurz geografisch beschrieben und in der Österreichkarte dargestellt (Abbildung 82). Generell decken sich die Außengrenzen der Bioregionen mit jenen der Ökoregionen in der Neudefinition von MOOG et al. (2001). Die detaillierten Grenzziehungen richten sich im wesentlichen nach der Karte der Fließgewässer-Naturräume (FINK et al. 2000), wobei im Detail darüber hinausgehend die Grenzlinien in kleinerem Maßstab angepasst werden (beispielsweise entsprechend der geologischen Situation, dem Relief oder dem Anteil von Teil-Einzugsgebieten). Auf gröbere Abweichungen wird bei der Besprechung der entsprechenden Bioregionen eingegangen. In diesem Zusammenhang sei nochmals eindrücklich darauf hingewiesen, dass Grenzen oftmals ein Produkt anthropozentrischer Sichtweisen sind. Die angeführten Trennungslinien treten in der Natur kaum als distinkte Barrieren auf, sondern sind als Grenzsäume aufzufassen.

Innerhalb einer Bioregion sind die Biozönosen möglichst homogen, ähnlicher als zwischen verschiedenen Bioregionen und weisen statistisch belegte Unterschiede zu anderen Bioregionen auf (Schmidt-Kloiber in prep.). Für die praktische Anwendung der Gewässerbewertung ergibt sich der Vorteil, dass durch die Ausweisung von Gebietsteilen zu Bioregionen die natürliche Variabilität zahlreicher biologischer Messgrößen (Metrics, Indices etc.) deutlich geringer wird und sich somit die Trennschärfe bei der Unterscheidung von Zustandsklassen erhöht. Vergleichbare Auswertungen auf Basis von Phytobenthos-, Makrophyten- und Fisch-Gesellschaften Österreichs bekräftigen die getroffene Regionseinteilung. Im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie bieten somit die ausgewiesenen Fließgewässer-Bioregionen eine typologische Grundlage zur Ausweisung von Fließgewässertypen unter Berücksichtigung aller biologischen Qualitätselemente.

8 Literaturverzeichnis

- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (1996): Multivariate Analysemethoden – Eine anwendungsorientierte Einführung.- 8. Aufl., Springer Verlag. 591pp.
- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D. & Stribling, J. B. (1999): Rapid Bioassessment Protocols for Use in Wadeable Streams and Rivers. Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish, Second Edition.- EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D. C.
- Bauernfeind, E. & Moog, O. (2000): Mayflies (Insecta: Ephemeroptera) and the assessment of ecological integrity: a methodological approach.- *Hydrobiologia* 422/423: 71-83.
- Beck-Managetta, P. (Hrsg.) (1963): Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich 1:1.000.000.- In: ATLAS DER REPUBLIK ÖSTERREICH 1:1.000.000. Hrsg. v.d. Kommission f. Raumforschung d. Österr. Akad. Wiss. Wien; Gesamted. H. Bobek. 2. Lieferung.
- Bobek, H., Kurz, W. & Zwittkovits, F. (1971): Klimatypen 1:1.000.000.- In: ATLAS (1960-1980): Atlas der Republik Österreich 1:1.000.000. Hrsg. v.d. Kommission f. Raumforschung d. Österr. Akad. Wiss. Wien; Gesamted. H. Bobek. 5. Lieferung.
- Chovanec, A., Heger, H., Koller-Kreimel, V., Moog, O., Spindler, T. & Waidbacher, H. (1994): Anforderungen an die Erhebung und Beurteilung der ökologischen Funktionsfähigkeit von Fließgewässern - eine Diskussionsgrundlage.- *Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft Wien*, 46 (11/12): 257-264.
- Council of the European Union (2000): Directive of the European parliament and of the council of establishing a framework for community action in the field of water policy.
- Ellenberg, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht.- 4., verb. Auflage, Ulmer, Stuttgart, 989 pp.
- Fink, J., Walder, R. & Rerych, W. (1979): Böden und Standortsbeurteilung 1:750.000.- In: ATLAS (1960-1980): Atlas der Republik Österreich 1:1.000.000. Hrsg. v. d. Kommission f. Raumforschung d. Österr. Akad. Wiss. Wien; Gesamted. H. Bobek. 6. Lieferung.
- Fink, M., Moog, O. & Wimmer, R. (2000): Fließgewässer – Naturräume Österreichs. - UBA Monographien Nr. 128, Wien: 110 pp.
- Fischer, W. (2000): http://pflbau.boku.ac.at/private/wf/Check_List_of_Austrian_Mollusca.html.
- Füreder L. (1999): High alpine streams: cold habitats for insect larvae.- *Cold Adapted Organisms. Ecology, Physiology, Enzymology and Molecular Biology*. (eds. R. Margesin & F. Schinner), pp. 181-196, Springer Verlag, Berlin.
- Füreder L., Vacha C., Amprosi K., Bühler S., Hansen C.M.E. & C. Moritz (in print): Reference conditions of alpine streams: Physical habitat and ecology.– *Water, Air & Soil Pollution*.
- Gerritsen, J., Barbour, M.T. & King, K. (2000): Apples, oranges, and ecoregions: on determining pattern in aquatic assemblages.- *Journal of North American Benthological Society*, 2000, 19(3): 487-496.
- Grabherr, G., Koch, G., Kirchmeir, H. & Reiter, K. (1998): Hemerobie österreichischer Waldsysteme.- *Österr. Akademie der Wissenschaften, Veröffentlichungen des MaB-Programms*, Band 17, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck, 493pp.
- Graf, W. & Sivec, I. (in prep.): Distribution of *Perla pallida* (Plecoptera: Perlidae) in Austria and Slovenia – with some taxonomical notes.- in prep.
- Haslacher, P. & Langeegger, C. (1988): Österreichisches Gletscherbachinventar.- *Österr. Alpenverein*, Innsbruck, 33 pp.
- Hawkins, C.P. & Norris, R.H. (2000): Performance of different landscape classifications for aquatic bioassessment: introduction to the series.- *Journal of North American Benthological Society*, 2000, 19(3): 367-369.
- Hughes, R.M. & Larsen, D.P. (1988): Ecoregions: An approach to surface water protection.- *Journal Water Pollution Control Federation*, April: 486-493.

- Hughes, R.M., Heiskary, A. H., Matthews, W.J. & Yoder, C. O. (1990): Use of ecoregions in biological monitoring.- in: Biological Monitoring of Aquatic Systems, S.L. Loeb & A. Spacie (ed.): Lewis Publishers.
- Humpesch, U. H. & O. Moog (1994): Flora und Fauna der österreichischen Donau.- Limnologie aktuell 2: 81-107.
- Illies, J. (Ed.) (1978): Limnofauna Europeae.- 2., überarbeitete und ergänzte Auflage, G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York; Swets & Zeitlinger B.V., Amsterdam.
- Jungwirth, M., Schmutz, S., Waidbacher, H. (1989): Fischökologische Fallstudie Inn.- FRA Innsbruck Stadt und Land, 93 pp.
- Koller-Kreimel, V. & Chovanec, A. (1999): Water Framework Directive – Ecological assessment of surface water status.- International Conference on EU Water Management – Framework Directive and Danubian Countries. 21-23 June 1999, Bratislava, Proceedings: p. 93-110.
- Krenmayr H.G. (Red.) (1999): Hofmann, T., Mandl, G.W., Peresson, H., Pestal, G., Pistotnik, J., Reitner, J., Scharbert, S., Schnabel, W. & Schönlaub, H.P.: Rocky Austria - Eine bunte Erdgeschichte von Österreich. Geologische Bundesanstalt Wien, 63 pp.
- Mader, H., Steidl T. & Wimmer, R. (1996): Abflussregime österreichischer Fließgewässer. Umweltbundesamt, Wien, Monographien, Bd. 82, 192 pp.
- McCune, B., & Mefford, M.J. (1999): PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Moog, O. (1984): Die Auswirkungen organischer Industrieabwässer auf Fische und Bodenfauna eines Voralpenflusses (Ager, Oberösterreich).- Wiss. Berichte der 24. Arbeitstagung der IAD, Szentendre, Ungarn: 171-174.
- Moog, O. & U. Grasser (1992): Makrozoobenthos-Zönosen als Indikatoren der Gewässergüte und ökologischen Funktionsfähigkeit der Unteren Traun.- Kataloge des o.ö. Landesmuseums N. F. Nr. 54: 109-158, Linz.
- Moog, O., M. Konar & U. H. Humpesch (1994): The macrozoobenthos of the River Danube in Austria.- *Lauterbornia* 15: 25-52.
- Moog, O., U. H. Humpesch & M. Konar (1995): The distribution of benthic invertebrates along the Austrian stretch of the River Danube and its relevance as an indicator of zoogeographic and water quality patterns.- *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 101, 2: 121-213.
- Moog, O., S. Brunner, H. Humpesch & A. Schmidt-Kloiber (2000): The distribution of benthic invertebrates along the Austrian stretch of the River Danube and its relevance as an indicator of zoogeographical and water quality patterns - Part 2.- *Large Rivers Vol. 11, No. 4, Arch. Hydrobiol. Suppl.* 115/4: 473-509.
- Moog O. & Ofenböck, T. (2000): Österreichs Anteil an den europäischen Ökoregionen. Kapitel 3 in: Fink et al. (2000): Fließgewässer-Naturräume Österreichs. UBA Monographien Nr. 128, Wien.
- Moog, O., Neseemann, H. & Ofenböck, T. (2001): Österreichs Anteil an den österreichischen Ökoregionen gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie – eine deduktive Analyse landschaftsprägender Milieufaktoren.- *Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft Wien*, 52 (7/8): 204-209.
- Neseemann, H. (1993 a): Identification key to the Hungarian leeches of the subfamily Trochetinae Pawlowski, 1956, with notes on systematics of the subfamily Erpobdellinae Blanchard, 1894 (Hirudinea).- *Annl. hist.-nat. Mus. natn. hung.* 85: 19-35, Budapest.
- Neseemann, H. (1993 b): Zoogeografie und Taxonomie der Muschelgattungen *Unio*, *Pseudanodonta* und *Pseudunio* im oberen und mittleren Donauebiet.- *Nachrichtenbl. Vorarlberger malakol. Ges.* 1, Rankweil.
- Neseemann, H., Graf, W., Schmidt-Kloiber, A. (1997): Bemerkenswerte Gastropodenfunde aus dem österreichisch-ungarischen Draugebiet.- *Nachrichtenbl. Vorarlberger malakol. Ges.* 5: 28-32, Rankweil.
- Neseemann, H. & Neubert, E. (1999): Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellea, Hirudinea.- Süßwasserfauna von Mitteleuropa, Bd. 6. Annelida: 178 pp., Heidelberg – Berlin.

- Nijboer, R.C. & Verdonschot, P.F.M. (2000): Taxonomic adjustment affects data analysis: an often forgotten error.- *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27:1-4.
- Niklfeld H. (1993): Pflanzegeographische Charakteristik Österreichs.- In: Mucina, L., Grabherr, G. & Ellmauer, T. (Hrsg.) (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I. Gustav Fischer Verlag, Jena: 43-75.
- Omernik, J. M. (1987): Ecoregions of the conterminous United States.- *Annals of the Association of American Geographers* Vol. 77(1): 118-125.
- Omernik, J.M. (1995): Ecoregions: A framework for managing ecosystems.- *The George Wright Forum* Vol. 12, No. 1: 35-51.
- Rat der europäischen Union (2000): Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.
- Schmidt-Kloiber, A. (in prep.): Deduktion der Fließgewässer-Bioregionen auf Basis multivariater Analysen der wirbellosen Bodenfauna. Dissertation an der Universität f. Bodenkultur.
- Schmidt-Kloiber, A., Moog, O. & Gerritsen, J. (2001): Die aquatischen Ökoregionen Österreichs - Ergebnisse multivariater Analysen von Makrozoobenthos-Zönosen.- *Österreichs Fischerei*, Jg. 54/2001: 154-161.
- Wimmer, R. & Chovanec, A. (2000): Fließgewässertypen in Österreich als Grundlage für die Erarbeitung eines Überwachungsnetzes im Sinne des Anhangs II der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Bundesministerium f. Land- u. Forstwirtschaft, Umwelt u. Wasserwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster: 37 pp.
- Wimmer, R. & O. Moog (1994): Flussordnungszahlen österreichischer Fließgewässer.- Umweltbundesamt, Monographien Bd. 51, 581 pp.
- Wimmer, R., Chovanec, A., Gruber, D., Fink, M. H., Moog, O. (2000 a): Umsetzung der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie – Fließgewässertypisierung in Österreich auf der Grundlage abiotischer Kenngrößen.- *Österreichs Fischerei* 53: 13-21.
- Wimmer, R., Chovanec, A., Moog, O., Fink, M.H. & Gruber, D. (2000 b): Abiotic Stream Classification as a Basis for a Surveillance Monitoring network in Austria in Accordance with the EU Water Framework Directive.- *Acta hydrochim. hydrobiol.* 28 (2000) 4: 177-184.

9 Dank

Die Untersuchungen wurden im Zuge des vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft & Umwelt und vom Umweltbundesamt Wien finanzierten Projektes "Erstellung typspezifischer benthoszönotischer Leitbilder österreichischer Fließgewässer" sowie des von der EU finanzierten AQEM-Projektes (5. Rahmenprogramm, Contract No: EVK1-CT1999-00027) durchgeführt. Wir danken Veronika Koller-Kreimel (BMLFUW Wien), Andreas Chovanec (UBA Wien) und Reinhard Wimmer (Büro Orca Wien) sowie unseren Mitarbeitern der Arbeitsgruppe "Benthosökologie" Wolfram Graf, Berthold F.U. Janecek, Hasko Nesemann, Andreas Römer, Anita Schernhammer und Ilse Stubauer für die anregenden Diskussionen und ökologischen Beiträge. Herzlichen Dank auch an Max H. Fink (Klosterneuburg) für seine geographische Beratung sowie an Michael Barbour von Tetra Tech (Maryland, USA) für die methodische Hilfestellung.

Autorenadressen

Ao. Univ. Prof. Dr. Otto MOOG, Dipl.-Ing. Astrid SCHMIDT-KLOIBER, Dipl.Ing. Thomas OFENBÖCK:
BOKU, Universität für Bodenkultur, Institut für Wasserversorgung, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft, Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur (Vorstand: o. Univ. Prof. Dr. Mathias Jungwirth), Max-Emanuel-Straße 17, A-1180 Wien, Österreich

Dr. Jeroen GERRITSEN: Tetra Tech Inc., 10045 Red Run Blvd., Suite 110, Owings Mills, Maryland 21117, USA.