©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Wissenschaft

Österreichs Fischerei *Jahrgang 54/2001* *Seite 154–161*

Die aquatischen Ökoregionen Österreichs – Ergebnisse multivariater Analysen von Makrozoobenthos-Zönosen

SCHMIDT-KLOIBER A., O. MOOG,
BOKU; Universität für Bodenkultur, Institut für Wasservorsorge, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft, Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur (Vorstand: o. Univ.-Prof. Dr. Mathias Jungwirth), Max-Emanuel-Straße 17, A-1180 Wien, Österreich

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

Abstract

According to the European Water Framework Directive (WFD) (Council of the European Union 2000) the ecological status of rivers must be determined on the basis of near-natural reference conditions. The typology of surface waters is founded on ecoregions which are seen as a fundamental basis for the evaluation process (Annex II, WFD).
The share of Austria within the framework of European ecoregions was pointed out in detail by Moog et al. (2001) using an a priori approach. The aim of this paper is to test this a priori expert consensus by multivariate analysis of the benthic invertebrate communities (a posteriori approach). The analysis of the benthic invertebrate assemblages by non-metric multidimensional scaling (NMS) confirmed the grouping of the Austrian riverine landscapes into four of the European aquatic ecoregions: Alps, Central Mountains, Hungarian Plains and the Dinaric Western Balkan as the four important ecoregions. Italy and the Carpathians could not be analysed because their area within Austria is too small.

Keywords: EU-Wasserrahmenrichtlinie, Fließgewässer, Makrozoobenthos, NMS (nicht-metrische multidimensionale Skalierung), Ökoregionen, Typologie

Kurzfassung: Die multivariate Analyse der Makrozoobenthos-Gemeinschaften österreichischer Fließgewässer mittels NMS (nicht-metrische multidimensionale Skalierung) bekräftigt die Gültigkeit der durch geoökologische Expertenanalyse a priori festgelegten aquatischen Ökoregionen Österreichs. Gestützt auf statistisch belegte Ähnlichkeiten makrozoobenthischer Gemeinschaften werden folgende Ökoregionen bestätigt: »Alpen«, »Zentrales Mittelgebirge«, »Ungarische Tiefebene«, »Dinarischer Westbalkan«. Die Anteile der Ökoregionen »Italien« und »Karpaten« konnten mangels faunistischer Dokumentation nicht untersucht werden.

Einleitung

Die Grundsätze der europäischen Wasserpolitik werden durch die »Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik« vorgegeben (Rat der Europäischen Union 2000)

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Mit dem Inkrafttreten des kurz »EU-Wasserrahmenrichtlinie« (WRRL) genannten Regelwerks im Jahr 2000 sind die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union verpflichtet, das Gewässermonitoring nach methodisch vergleichbaren Gesichtspunkten durchzuführen.
Die künftige Gewässerüberwachung baut auf dem Leitbildprinzip auf. Mit dem Schwergewicht auf biologischen Indikatoren (Algen, Makrophyten, Makrozoobenthos und Fische) wird der »ökologische Zustand« von Gewässern anhand ausgewählter biologischer Qualitätskomponenten ermittelt. Vergleichbar dem österreichischen Ansatz zur Beurteilung der ökologischen Funktionsfähigkeit (Chovanec et al. 1994), ist die Beurteilung der Gewässerqualität an einem naturnahen Leitbild sehr guten ökologischen Zustandes ausgerichtet (Koller-Kreimel & Chovanec 1999). Die Zuordnung der im Rahmen des Gewässermessnetzes zu untersuchenden Gewässer zu Ökoregionen ist ein fixer Bestandteil der typologisch – methodischen Vorgaben (WRRL Annex II; Wimmer et al. 2000 a&b).
Ökoregionen, im Sinne der nordamerikanischen Definition, kennzeichnen Gebiete mit vergleichsweise homogener Struktur in bezug auf Klima, Hydrologie, Geologie, Relief, Boden, Vegetation oder andere ökologisch relevante Größen (Omernik 1987, Hughes & Larsen 1988, Hughes et al. 1990, Barbour et al. 1999) Die in der WRRL als europäische Ökoregionen übernommenen 25 zoogeografischen Regionen von Illies (1978) repräsentieren biologisch fundierte Ökoregionen, deren Grundgerüst prägender Milieufaktoren grundsätzlich dem amerikanischen Denkansatz vergleichbar ist (Moog et al., 2001). Da die zoogeografischen Regionen von Illies (1978) bloß durch kurze geografische Angaben beschrieben und auch kartografisch nur skizzenhaft ausgewiesen werden (Abbildung 1), haben Moog et al. (2001) durch eine Verschneidung geoökologischer Kriterien die Grenzziehung der aquatischen Ökoregionen für Österreich präzisiert und in Kartenform dargestellt (Abbildung 2). Obwohl auch zoogeografische Kenntnisse in die Grenzziehung der Ökoregionen einfließen, basiert die oben zitierte Arbeit vorwiegend auf der Expertenanalyse von geoökologischen Themenkarten und somit auf *»a priori Techniken«*.
Die nach der Methode des »expert consensus« entwickelten zoogeografischen Regionen von Illies stellen zwar ein anerkanntes Denkmodell dar, ihre Anwendbarkeit als »Ökoregionen« für die praxisorientierte Umsetzung des biologischen Monitorings nach der WRRL wurde aber in vielen europäischen Ländern noch nicht überprüft.
Vorliegende Arbeit versucht mittels multivariater Analysen des Makrozoobenthos die Expertenannahmen über die aquatischen Ökoregionen Österreichs zu prüfen und geht von der Hypothese aus, dass die »Gesellschaften« der makrozoobenthischen Gewässerfauna die – ausschließlich auf Basis von Umweltvariablen ermittelten – österreichischen Ökoregionen bestätigen. Von der methodischen Vorgangsweise her wird der umgekehrte Weg beschritten und von Verwandtschaftsmustern der Faunengemeinschaft der Evertebraten ausgehend *(a posteriori Ansatz)* auf die Existenz der nach dem *a priori Ansatz* ermittelten aquatischen Ökoregionen geschlossen.

Methodik

Analysen

Als Analysemethode dient NMS (nicht-metrische multidimensionale Skalierung), 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 zieht im vorliegenden Auswertungsfall die »dissimilarity« (Unähnlichkeit) der Makrozoobenthos-Gemeinschaften von Fließgewässern als Distanzmaß heran.

Datensatz

Die statistischen Auswertungen berücksichtigen ausschließlich das Makrozoobenthos österreichischer Fließgewässer. Analysiert werden Makrozoobenthos-Gemeinschaften von 582

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Fließgewässerstrecken. Als Datengrundlage stehen Taxalisten mit Angaben der Häufigkeit (Zählwerte, Schätzwerte, Präsenz/Absenz-Informationen) zur Verfügung. Die Makrozoobenthosdaten entstammen 1) Untersuchungen zum bundesweiten Gewässermonitoring (Wassergüte-Erhebungs-Verordnung), 2) Landesmessnetzen der österreichischen Bundesländer, 3) freigegebenen Gutachten, Berichten und Fachstudien, 4) Diplomarbeiten, Dissertationen und eigenen Studien der Arbeitsgruppe »Benthosökologie« der Abteilung Hydrobiologie der BOKU Wien. Alle Untersuchungsstellen der sehr guten ökologischen Zustandsklasse nach WRRL 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

Die Auswertungen wurden im Rahmen des von Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und Umweltbundesamt Wien finanzierten Forschungsprojektes »Erstellung typspezifischer benthoszönotischer Leitbilder österreichischer Fließgewässer« durchgeführt.

Berechnungsgrundlage ist eine Untersuchungsstellen/Taxa-Matrix

- auf Gattungs- bzw.
- Artniveau
- mit Häufigkeiten bzw.
- Präsenz/Absenz-Daten
- Untersuchungsstellen mit voraussichtlich sehr guter ökologischer Zustandsklasse nach WRRL
- Matrix mit den Ökoregionen als Overlay.

Darstellung/Legende

Die Ergebnisse werden in Punktform dargestellt, wobei ein Punkt die Makrozoobenthos-Gemeinschaft einer Untersuchungsstelle repräsentiert (inklusive Häufigkeitsangaben oder Präsenz/Absenz – Information). Punkte, die nahe beisammen liegen, kennzeichnen Fließgewässer mit ähnlicher Fauna. Mit zunehmender Entfernung der Punkte nimmt der Grad der Übereinstimmung der Benthosgemeinschaften ab.
Axis 1, 2 oder 3 kennzeichnen die Achsen der dreidimensionalen Darstellung. Axis 1 und 2 gibt den Grundriss, Axis 1 und 3 den Aufriss und Axis 2 und 3 den Schrägriss an. Im Kästchen ECO-NR befindet sich die Legende des Farboverlays der Ökoregionen: 4 (blau) – Alpen; 5 (lila) – Dinarischer Westbalkan; 9 (gelb) – Zentrales Mittelgebirge; 11 (grün) – Ungarische Tiefebene. Die Bezifferung der Ökoregionen ist Illies (1978) entnommen (Abbildung 1).

Die Ökoregionen Österreichs – Stand der *»a priori Analysen«*

Die von Moog et al. (2001) verwendeten Unterlagen und Themenkarten umfassen die Geologische Übersichtskarte von Österreich nach Beck-Managetta (1963), die Klima-

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

typenkarte von Bobek et al. (1971), die Hydrografischen Jahrbücher Österreichs, die Abflussregimetypen nach Mader et al. (1996), diverse geografische Karten (ÖK 1:50.000), die Böden- und Standortsbeurteilung nach Fink et al. (1979) und die Fließgewässer-Naturräume nach Fink et al. (2000). Als besonders aussagekräftige Entscheidungshilfe für die Detailausführung wurde 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).

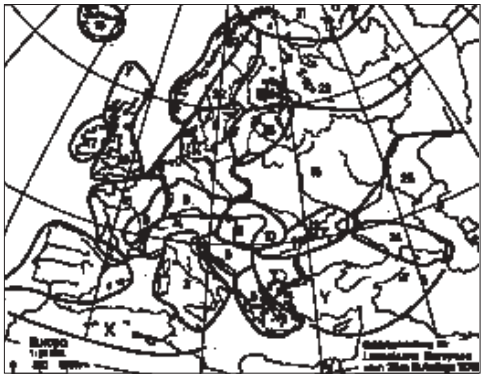

Abb. 1: Skizze der Ökoregionen Europas nach EU-Wasserrahmenrichtlinie (Annex XI) basierend auf Illies (1978)

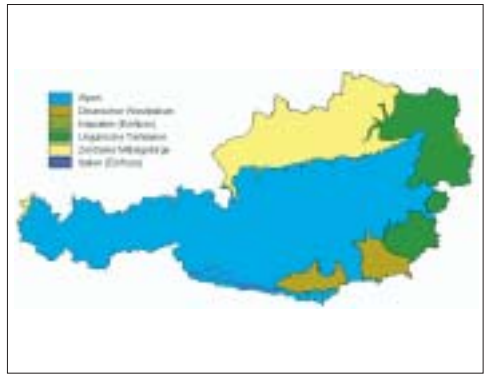

Abb. 2: Karte der Ökoregionen Österreichs nach Moog et al. (2001)

Ergebnisse

Der erste Analyseschritt verschafft einen groben Überblick über die grundsätzlichen Verteilungsmuster der Makrozoobenthos-Gemeinschaften. Dazu werden die Ähnlichkeiten der Biozönosen aller Untersuchungsstellen im Hinblick auf eine mögliche Diskriminanz von Ökoregionen ausgewertet. Die Farbgebung (Overlay) kennzeichnet die Zugehörigkeit zu den vier Ökoregionen mit ausreichend umfangreichen Datenbelegen (4, 5, 9 und 11).

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 lila visualisierten Gewässer des Dinarischen Westbalkans und die grün dargestellten Gewässer der Ungarischen Tiefebene von der Anzahl der Untersuchungsstellen her unterrepräsentiert sind. Die gelben Punkte der Gewässer des Zentralen Mittelgebirges bilden eine merkbar vom »Alpencluster« abzutrennende Punktewolke (Abbildung 3).

Selbst auf dieser groben Darstellungsebene bestätigt sich, dass auch aus der Sicht der Gewässerfauna die Landschaft Österreichs von Elementen der Alpen dominiert wird, die bekanntlich etwa 60 % der Fläche des Bundesgebietes ausmachen (Fink et al., 2000). Somit prägen grundsätzlich zwei Großlandschaftsformen das Gebiet: die »Alpen« und die »Nicht-Alpen«.

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

Die linke obere Grafik in Abbildung 3 belegt, dass die Analyse der flächenbezogenen Proben mit absoluten Angaben zur Faunendichte (Individuen pro m^2) die gleichen Ergebnisse liefert wie die Analyse aller Daten mit Präsenz/Absenz-Information (übrige Grafiken in Abbildung 3).

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Abb. 3: NMS-Analyse – Farboverlay »Ökoregionen«; gesamter Datensatz; 3.1 mit Abundanzen; 3.2 und 3.3 mit Präsenz/Absenz-Daten

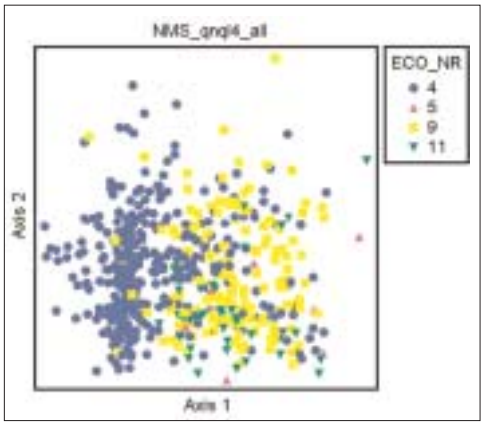

Abb. 3.1

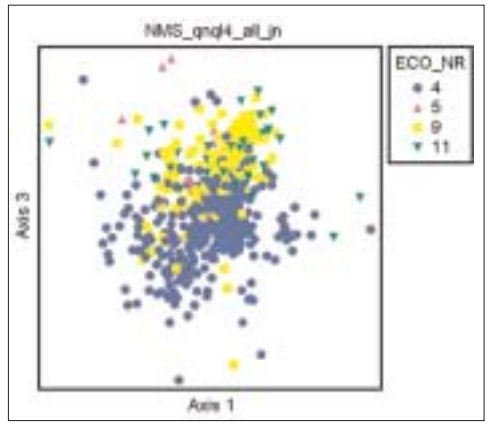

Abb. 3.2

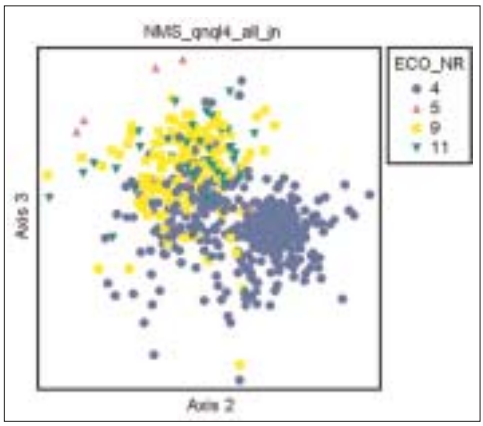

Abb. 3.3

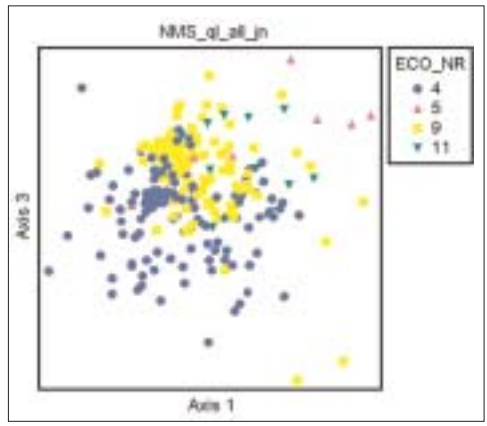

Abb. 4: NMS-Analyse – Farboverlay »Ökoregionen«; nur qualitative Daten

Die weiteren Analyseschritte zeigen, dass mit einer zunehmenden Vereinheitlichung der Qualität des ausgewerteten Datensatzes eine Präzisierung der Aussagen einhergeht (Abbildung 4). Werden Probenstellen mit vergleichbarer Bearbeitungsweise analysiert, treten die Ähnlichkeiten der Faunengemeinschaften der einzelnen Ökoregionen deutlicher hervor. Ein Beispiel dazu gibt die Auswertung der qualitativ entnommenen und nach gleichen Gesichtspunkten bearbeiteten Proben der Arbeitsgruppe »Benthosökologie« der Abt. Hydrobiologie der BOKU Wien (Abbildung 5).

Durch eine weitere Verringerung der Unschärfe von Datensätzen 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

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Oberösterreichischen Landesregierung). Die äußerst scharfe Abtrennung von Faunen der »Alpen« und des »Zentralen Mittelgebirges« zeigt Abbildung 6.

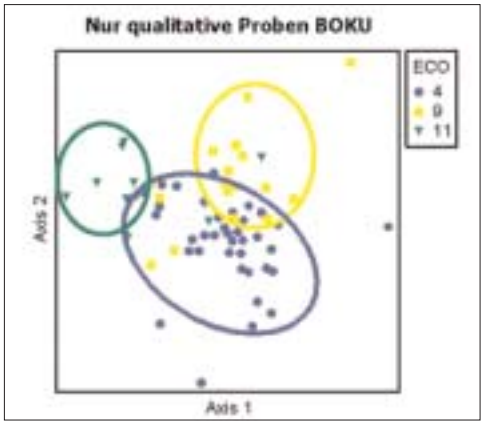

Abb. 5: NMS-Analyse – Farboverlay »Ökoregionen«; qualitativer Datensatz – »BOKU«

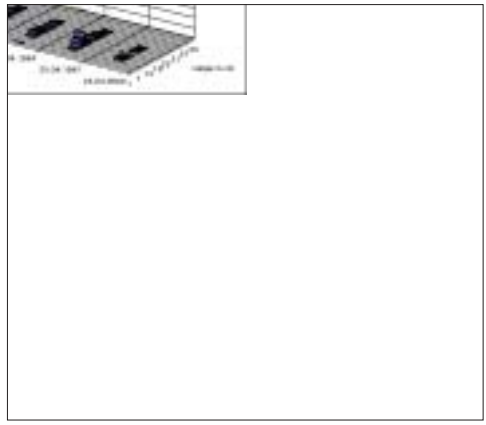

Abb. 6: NMS-Analyse – Farboverlay »Ökoregionen«; Datensatz – Gewässerschutz Oberösterreich

Auch eine nach in sich ähnlichen Grundsätzen der Probenentnahme und -aufarbeitung erfolgte Datenserie aus Vorarlberg (Datensatz des Landesmessnetzes, zur Verfügung gestellt vom Umweltinstitut in Bregenz) zeigt die klare Abgrenzung von Faunen der »Alpen« und des »Zentralen Mittelgebirges« (Abbildung 7).

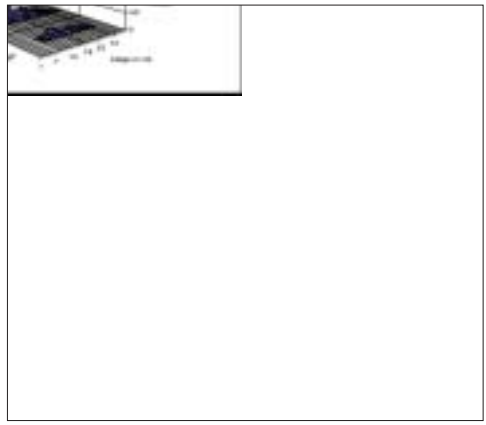

Abb. 7: NMS-Analyse – Farboverlay »Ökoregionen«; Datensatz – Landesmessnetz Vorarlberg

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 der übrigen Ökoregionen weitaus weniger Datensätze vor, sodass neben Referenzstrecken auch auf anthropogen 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 8).

Eine Analyse der Messstellen von Alpenbächen Tirols, Salzburgs, Kärntens und der Steiermark sowie der Beckenlandschaften Kärntens erlaubt eine klare Abtrennung der zur Ökoregion »Dinarischer Westbalkan« gehörenden südlichen Beckenlandschaften von den in der Ökoregion »Alpen« gelegenen Fließgewässern (Abbildung 9).

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

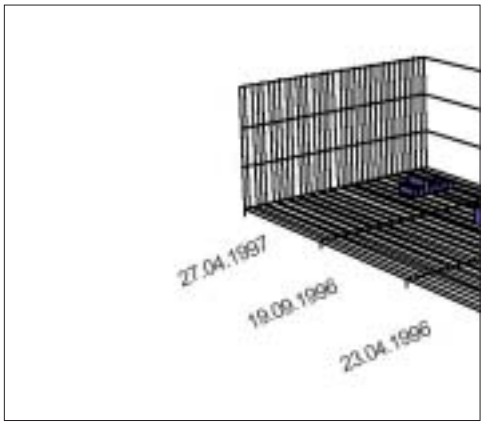

Abb. 8: NMS-Analyse – Farboverlay »Ökoregionen«; Datensatz – Südöstliche Vorländer

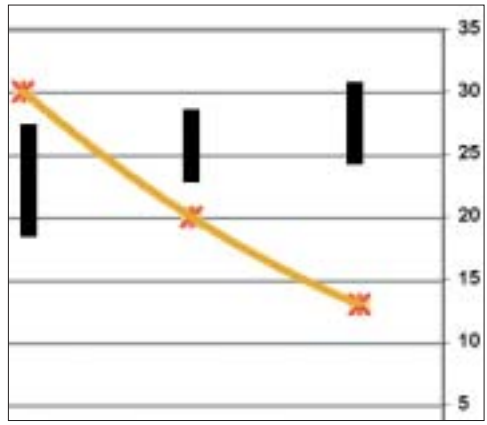

Abb. 9: NMS-Analyse – Farboverlay »Ökoregionen«; Datensatz – Zentralalpen/Bergrückenlandschaft/südliche inneralpine Becken

Zusammenfassung

Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) gibt als typologisches Grundelement die Einteilung Europas in Ökoregionen, im Sinne der zoogeografischen Regionen von Illies (1978), vor. Moog et al., (2001) beschreiben die Zugehörigkeit Österreichs zu sechs Ökoregionen und stellen im Zuge einer *a priori* Expertenanalyse geoökologischer Themenkarten eine Karte mit detaillierten Grenzverläufen dar.
Vorliegende Arbeit geht von der Hypothese aus, dass die »Assoziationen« der makrozoobenthischen Gewässerfauna die – ausschließlich auf Basis von Umweltvariablen ermittelten – österreichischen Ökoregionen bestätigen.
Die multivariate Analyse von Makrozoobenthosbefunden mittels NMS bekräftigt für alle Ökoregionen die Eigenständigkeit der Faunengesellschaften. Die Einteilung Österreichs in Ökoregionen auf Basis der zoogeografischen Regionen nach Illies (1978) stellt somit eine typologische Klassifizierung dar, die als Grundlage für die praktische Umsetzung der WRRL verwendbar ist. Gestützt auf statistisch belegten Ähnlichkeiten makrozoobenthischer Gemeinschaften werden folgende Ökoregionen bestätigt: »Alpen«, »Zentrales Mittelgebirge«, »Ungarische Tiefebene«, »Dinarischer Westbalkan«. Die Anteile der Ökoregionen »Italien« und »Karpaten« konnten mangels faunistischer Dokumentation nicht belegt werden.

Danksagung:

Die Autoren danken Frau Ministerialrätin Dr. Veronika Koller-Kreimel (BMLFUW) und Herrn Univ.-Doz. Dr. Andreas Chovanec (UBA Wien) für die geistige und tatkräftige Unterstützung vorliegender Arbeit, die im Rahmen des von »Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft« und »Umweltbundesamt Wien« finanzierten Forschungsprojektes »Erstellung typspezifischer benthoszönotischer Leitbilder österreichischer Fließgewässer« durchgeführt wurde.
Unsere weitere Anerkennung gilt Herrn Univ. Prof. Mag. Dr. Erhard Christian (BOKU Wien), Herrn Dr. Max H. Fink (Klosterneuburg) und Herrn Dipl.-Ing. Reinhard Wimmer (Firma ORCA, Wien) für die wertvollen fachlichen, geografischen und typologischen Kommentare, Herrn Ass.-Prof. Dr. Karl Reiter (Biozentrum Wien) für die Übermittlung der Vegetationskarte Österreichs und den Mitarbeitern der Arbeitsgruppe »Benthosökologie« an der Abteilung Hydrobiologie der BOKU (Vorstand: O. Univ. Prof. Dr. M. Jungwirth), Herrn Dr. Wolfram Graf, Herrn Dr. Berthold F.U. Janecek, Herrn Hasko Nesemann, Herrn Dipl.-Ing. Thomas Ofenböck, Herrn Dipl.-Ing. Andreas Römer und Frau Dipl.-Ing. Ilse Stubauer für die taxonomischen und fachlichen Ratschläge.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Literatur

Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (1996): Multivariate Analysemethoden – Eine anwendungsorientierte Einführung. 8. Aufl., Springer Verlag. 591 pp.

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; Gesamtred. 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; Gesamtred. 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. OWAW 46, 11/12: 257–264.

Council of the European Union (2000) siehe: Rat der europäischen Union (2000)

Fink, J., Walder, R. & Rerych, W. (1979): Böden 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; Gesamtred. H. Bobek. 6. Lieferung.

Fink, M., Moog, O. & Wimmer, R. (2000): Fließgewässer – Naturräume Österreichs. – UBA Monographien Nr. 128, Wien: 110 pp.

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, 493 pp.

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.

Illies, J. (Ed.) (1978): Limnofauna Europeae. 2., überarbeitete und ergänzte Auflage, G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York; Swets & Zeitlinger B. V., Amsterdam.

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: 93–110.

Mader, H., Steidl Th. & 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., Nesemann, H. & Ofenböck, T. (2001): Österreichs Anteil an den österreichischen Ökoregionen gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie – eine deduktive Analyse landschaftsprägender Milieufaktoren. – österr. Wasser- und Abfallwirtschaft 52, Heft 7/8, Wien (im Druck).

Omernik, J. M. (1987): Ecoregions of the conterminous United States. – Annals of the Association of American Geographers Vol. 77(1): 118–125.

Rat der europäischen Union (2000): Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

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.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: 54

Autor(en)/Author(s): Schmidt-Kloiber Astrid, Moog Otto, Gerritsen J.

Artikel/Article: Die aquatischen Ökoregionen Österreichs - Ergebnisse multivariater Analysen von Makrozoobenthos-Zönosen 154-161