

Entwicklung der ökologischen Gütebeurteilung aus der biologischen Gewässergütebeurteilung in den Niederlanden

HARRY H. TOLKAMP¹, JEAN J.P. GARDENIERS² & T.H.M. PEETERS²

1 Abwasserverband Limburg, Abt. Wasserqualitätsverwaltung, Postfach 314, NL-6040 Roermond

2 Landwirtschaftliche Universität Wageningen, Abt. Naturverwaltung, Sektion Aquatische Ökologie, Postfach 8080, NL-6700 DD Wageningen

Keywords

Ecological evaluation, biological assessment, running water, stream character, typology, macroinvertebrates

Abstract

The development of biological assessment methods in the Netherlands in the past decades is described. National and regional water management policy has amplified the need for ecological assessment methods. These are being developed for five individual water types: running waters, ditches, sand, clay and gravel pits, canals, lakes and ponds. The running water project is described in more detail. This concerns the running waters of the higher, mostly pleistocene grounds, especially in the east and south of the Netherlands. Data are analysed using multivariate analysis, clusterprogrammes and ordination techniques. Examples are given of the method used to formulate a national typological classification of the dutch running waters, based on the master factors found through the data analyses, combined with additional ecological literature data. Regional specification and detailing will follow as a next step.

Kurzfassung

Es erfolgt eine Beschreibung der Entwicklung der biologischen Gewässerbeurteilung in den Niederlanden in den vergangenen Jahrzehnten, gefolgt von einer Beschreibung der heutigen Praxis sowie den Plänen und Wünschen, die zur Entwicklung von ökologischen Gewässerbeurteilungsmethoden führen. Um die ökologische Beurteilung einzelner Gewässertypen zu ermöglichen, werden für fünf Gewässertypen ökologische Beurteilungsmethoden ausgearbeitet: Fließgewässer, Gräben, Sand-, Ton- und Kiesgruben, Kanäle sowie Seen und Teiche. In der vorliegenden Arbeit wird das Fließgewässerprojekt beschrieben. Es beschäftigt sich mit den Fließgewässern der tiefen, meist pleistozänen Böden, hauptsächlich im Osten und Süden der Niederlande. Die Aufschlüsselung der Daten erfolgt mit Hilfe der Multivarianz-Analyse, Klusterprogrammen und Ordinationstechniken. An einigen Beispielen wird verdeutlicht, wie eine nationale typologische Einteilung aufgrund der bei der Aufschlüsselung des Materials ermittelten (Haupt-) -faktoren und ergänzenden ökologischen Daten aus der Literatur aufgestellt werden kann. Eine regionale Spezifikation und Verfeinerung wird in späteren Schritten folgen.

1 Einleitung

Ich werde im folgenden versuchen, Ihnen ein Bild der Entwicklung der biologischen Gewässergütebeurteilung der letzten Jahrzehnte in den Niederlanden zu zeichnen (s. auch Higler 1988, Tolkamp & Gardeniers 1988), gefolgt von einer Beschreibung der heutigen Praxis und den Plänen und Wünschen, die wir zur Zeit in Hinsicht auf eine Ökologische Gewässerbeurteilung hegen. Ökologische Gewässerbeurteilung bedeutet für mich die Betrachtung der aquatischen Lebensgemeinschaft, zusammen mit den wichtigsten physischen, chemischen, hydrologischen und anderen Ökosystemparametern im Gegensatz zu bisher üblichen Methoden. Kürzer gesagt: Eine Beurteilung aufgrund von chemischen, physischen und biologischen Indikatoren des gesamten aquatischen Ökosystems.

Biologische Gewässergütebeurteilung war bis heute in den Niederlanden nur auf die Erfassung der Verschmutzung der Gewässer orientiert, hauptsächlich der Saprobie der Fließgewässer oder der Trophie der stehenden Gewässer.

Die Grundlage stimmte mit den in Deutschland üblichen Methoden überein, die zurückgehen auf z.B. Kolkwitz & Marsson (1908, 1909). Die Anwendung der biologischen Gewässergütebeurteilung wurde in den Niederlanden relativ spät begonnen. Obwohl sich einzelne Wissenschaftler natürlich mit diesem Arbeitsgebiet beschäftigt haben, ist die praktische Anwendung erst etwa 25 Jahre alt.

1.1 Biologische Gewässergütebeurteilung der Fließgewässer

Im Jahre 1964 wurde im Süden der Niederlande (Sie raten schon: In Limburg, wo ich jetzt arbeite) ein erster Anfang gemacht, eine biologische Gewässergütebeurteilung für Fließgewässer zu verwirklichen. Dies geschah in einer Zusammenarbeit von Wissenschaftlern des RIVON (jetzt: Reichs-Institut für Naturverwaltung, an dem Dr. Higler arbeitet) und der Provinz Limburg als Wasserqualitätsbehörde (seit 1973: Abwasserverband Limburg, wo mein Mikroskop steht). Die damaligen Untersucher haben dabei die sogenannte Münchner Methode (Liebmann 1969, Hamm 1968, 1969) angewendet. Danach wurde die Wassergüte- oder Wasserqualitätsbeurteilung auf chemische (Sauerstoffhaushalt) und biologische Parameter begründet, mit deren Hilfe die Wasserqualität in vier Saprobie-Stufen eingeteilt wurde. Seitdem gibt es, abgesehen von einigen Verfeinerungen und Ergänzungen, keine wesentlichen Änderungen des Prinzips dieser Methoden. Mit Sicherheit sind aber regionale Anpassungen der Listen der Indikatorarten notwendig und die rezente Anpassung der DIN-Vorschrift zur Ermittlung des Saprobienindex ein Zeichen dafür, daß wir immer noch nicht fertig sind. In den Niederlanden gibt es nur wenige biologische Gewässergütebeurteilungsmethoden, die mehr als ein mittleres Interesse gefunden haben.

Für Fließgewässer ist dies eigentlich nur das System von Moller Pilot (1971), ergänzt durch den Qualitäts-Index (K135) von Gardeniers & Tolkamp (1976), ein System, das auf dem Saprobien-System basiert und geeignet ist für naturnahe Flachlandbäche (d.h. nicht kanalisiert, begradigt oder gestaut). Dieser Index wird jetzt in fast allen Provinzen der Niederlande mit Flachlandbächen angewendet, meist mit regional adaptierten Artenlisten.

1.2 Biologische Gewässergütebeurteilung stehender Gewässer

Für stehende Gewässer (hauptsächlich größere Seen und Kanäle) haben Hovenkamp et al. (1983) aufbauend auf der Philosophie von Caspers & Karbe (1966) einen Beurteilungsrahmen entwickelt, wobei versucht wurde, sowohl die Saprobie als auch die Trophie in einer Methode zu integrieren. Es wird dabei eine Kombinationsbeurteilung aufgrund von BSB5, O₂-Sättigung, Chlorophyll-a und Saprobienindex durchgeführt, resultierend in einer Reihe von Gewässergüteklassen.

Vor kurzem ist im Auftrag der gemeinsamen Untersuchungsstiftung der Wasserqualitätsbehörden der Niederlande (STORA) eine Untersuchung mit dem Ziel der Entwicklung einer Beurteilungsmethode für die Saprobität abgeschlossen worden, die für kanalisierte Flachlandbäche geeignet ist (Peters et al. 1988). Diese Methode ist vor kurzem veröffentlicht worden, inklusive zweier Floppy-Discs zur direkten Berechnung verschiedener Indices. Die Methode unterscheidet zwischen schwach strömenden und stagnierenden Bächen, verwendet nur die bodenbewohnende Makrofauna und führt zu einer GüteEinstufung mit sechs Wassergüteklassen. Diese Beschränkung auf das Benthos wurde durchgeführt, weil die bodenbewohnende Fauna im Hinblick auf die Gewässergütebeurteilung besser differenziert ist als die Fauna der aquatischen Vegetation. Vor kurzem ist eine Methode für Flachlandbäche entwickelt worden, die auf Diatomeen nach der Methode von Lange-Bertalot (1979) zurückgreift (van der Aalst 1989). Auch diese Methode beschränkt sich auf die Beurteilung des Sauerstoffhaushalts bzw. der Saprobie. Von einer umfassenden ökologischen Beurteilung ist aber noch keine Rede.

2 Die Wahl der biologischen Gewässergütebeurteilungsmethoden

Biologische Gewässergütebeurteilung unterschiedlicher Gewässertypen ist nicht mit nur einer Methode oder einem System möglich. Natürlich kann ein bestimmtes, einheitliches Prinzip angewendet werden, man kann eine Kombination von Parametern auswählen, die für die Beurteilung herangezogen werden, wie z.B. Trophie, Saprobie, Diversität, bestimmte physische oder chemische Faktoren. Diese Kombination muß jedoch für jeden biologisch relevanten Gewässertyp ausgearbeitet werden.

Obwohl die Möglichkeit besteht, Systeme den regionalen Umständen anzupassen, bleibt die Anwendung meist beschränkt auf den ursprünglichen Gewässertyp. Beim System von Moller Pillot (1971) z.B. ist die Anwendung auf naturnahe Flachlandbäche beschränkt. Auf diese Weise bleibt dieses System ungeeignet für die Anwendung in Kanälen oder begrabten Bächen, aufgrund der stark abweichenden Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften in diesen Wasserläufen, die gekennzeichnet sind durch eine Förderung von Wasserpflanzen, stärkere Schlammabfuhr, relativ tiefes Wasser und geringe Strömungsgeschwindigkeit. Diese Erkenntnis hat u.a. zu der genannten STORA-Untersuchung an begrabten Flachlandbächen geführt, mit dem Ziel, eine neue, besser geeignete Methode zur Ermittlung der Saprobie zu entwickeln. Dies hat 1988 zur Veröffentlichung dieser Methode geführt (Peter et al. 1988). Diese Methode benutzt einerseits die indikativen Eigenschaften der benthischen Makrofauna und andererseits den indikativen Wert der Diversität bzw. der Artenvielfalt. Diese für begrabte Flachlandbäche entwickelte Methode verwendet dieselben Ausgangspunkte wie viele übliche Biotische Indices, sie ist aber gleichzeitig viel nuancierter, weil statt mit taxonomischen Einheiten mit Arten gearbeitet wird. Darüberhinaus wird der Indikatorwert der gesamten Lebensgemeinschaft viel besser und detaillierter einbezogen, dies beschränkt sich nicht auf die empfindlichsten Arten, ergänzt um die Total-Diversität. Die Vermutung von Woodiwiss (1964), daß unter anderen Umständen eine andere Gestaltung seines Systems notwendig sein könnte, und die Moller Pillot (1971) schon nachdrücklich für sein System erwähnt hat, schließt nahtlos an den Ausspruch von Hynes (1960) an: "A rigid system can only lead to rigidity of thought and approach". Die Anwendbarkeit der bestehenden, meist regional entwickelten Methoden muß an jedem Gewässertyp getestet werden, ehe aus den Resultaten der Anwendung Schlußfolgerungen über die Wasserqualität gezogen werden können. Die Grenzen der Anwendungsmöglichkeiten in überlappenden Gewässertypen müssen geprüft werden. Dabei begegnet man einem der schwierigsten Probleme, der Feststellung der Brauchbarkeit einer Methode, d.h. die Wahl der Referenzen. Dabei müssen für jeden Gewässertyp, für jede Region sowohl die Referenz-Lebensgemeinschaft als auch die heranzuziehenden Referenzen der physischen und chemischen Parameter berücksichtigt werden. Schmitz (1975) hat schon gezeigt, daß eine enge Korrelation zwischen der Strömungsgeschwindigkeit und den Effekten der Sauerstoffkonzentration und des BSB₅ auf das Makrozoobenthos besteht. Man muß also berücksichtigen, wie die maximal erreichbare Artenzusammensetzung unter den besten oder natürlichen Umständen sein kann, wobei die Unterschiede auch unabhängig von der Verschmutzung auftreten können.

Es wurde sehr viel veröffentlicht über die Anwendung von Biotischen Indices als Instrument der Ermittlung von Verschmutzungen. Es hat sich dabei auch gezeigt, daß hiermit im Grunde nur größere Belastungen zuverlässig festzustellen sind, weil die Indices meist nicht empfindlich genug sind, um geringere Belastungen zu differenzieren (Dale 1980).

Dies kommt auch deutlich zum Ausdruck bei der Methode von Vermeaux & Tuffery (1967) sowie Vermeaux & Faessel (1976). Sie zeigen, daß separate Indices für langsam und schnell strömende Abschnitte berechnet werden müssen.

In einem Bereich der Indices von 0 - 20 wurden dabei nur Abschnitte mit Werten unter 5 bzw. mit einer Differenz zwischen zwei Abschnitten von mehr als 2 als verunreinigt angesehen.

Biotische Indices reagieren oft nur beschränkt im mäßig bis nicht belasteten Bereich (also Indices von 5 - 10). Andererseits müssen wir damit rechnen, daß dies auch für die meisten drei- bis fünfklassigen Beurteilungssysteme gilt, die den meisten gesamten Bereich von extrem verschmutzt bis unbelastet umfassen. In nicht verunreinigten Gebieten wird die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft oft nicht in erster Linie vom Verunreinigungsgrad bestimmt sondern von Unterschieden in den Umgebungsfaktoren (Strömung, Beschattung, Substrat, Ernährung usw.). Eine Illustration dazu haben Peters et al. (1988) durch die Analyse eines vielfältig zusammengesetzten Datensets geliefert. In den Dendrogrammen zeigen sich zunächst Unterschiede zwischen Boden- und Vegetationsproben, dann zwischen schnell oder langsam strömenden Stellen und zuletzt zwischen sauberen und belasteten Bereichen.

Wenn wir also die Lebensgemeinschaften analysieren, werden wir neben den Informationen über die Wasserqualität auch solche über andere Umweltfaktoren bekommen. Hier von wird bei einer Anzahl spezifischer Indices Gebrauch gemacht, so z.B. im Bachcharakterindex von Tolcamp & Gardeniers (1977) zur Beurteilung der Ursprünglichkeit der Bäche aufgrund der Bevorzugung der Makrofauna von bestimmten Strömungsgeschwindigkeiten, oder dem Diatomeenindex von van Dam (1987) für die Beurteilung des pH-Wertes der Gewässer. In Großbritannien findet man Beispiele in den Arbeiten des River Laboratory (Moss et al. 1987), wo Methoden entwickelt wurden für die Vorhersage der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft aufgrund der Umweltfaktoren von unbelasteten Bächen.

3 Ökologische Beurteilungsmethoden

Die Entwicklung der Wasserqualitätsverwaltung ist in den Niederlanden in den letzten Jahren beschleunigt worden, wobei der Schwerpunkt der richtungsgebenden Behörden deutlich verschoben wurde. Nachdem im Jahre 1970 das Gesetz "zum Schutz von Oberflächengewässern gegen Verunreinigung" (WVO) in Kraft getreten ist, nahmen die Ziele der Wasserqualitätsverwaltung in den drei einander folgenden "indikativen Mehrjahresprogrammen Wasser" (IMP) von 1975, 1980 und 1985 Gestalt an, wobei immer weitergehende Forderungen an die Wasserqualität der Oberflächengewässer gestellt wurden, u.a. zur Stimulierung der Sanierung von ungeklärten Einleitungen (Min. Verkeer & Waterstaat 1976, 1981, 1986).

Die Wasserbehörden sind in den letzten Jahren immer wieder mit neuen Ausgangspunkten und Zielsetzungen konfrontiert worden, ohne daß die Meßinstrumente zur Feststellung des Zustandes der verschiedenen Gewässer verfügbar waren.

Besonders auch die IMP-Wasser 1980-1985 (Min. Verkeer & Waterstaat 1981), die ökologische Gesichtspunkte mit der Einführung von Begriffen wie "Basisqualität" (Mindestgüteanforderungen) und "ökologische Zielsetzungen" an die Verwaltung herangeführt hat, hat deutlich gemacht, daß handhabbare Beurteilungsmethoden entwickelt werden müssen.

Mit dieser Zielsetzung wurden verschiedene Ansätze für die Einschließung der Typologie von der Kommission zur Ausführung der WVO (CUWVO 1988) im dritten IMP-Wasser (Min. Verkeer & Waterstaat 1986) gemacht, mit denen in mehreren Wasserqualitätsverwaltungsplänen der regionalen Behörden weiter gearbeitet wurde. Parallel und infolge der CUWVO-Ansätze sind die Wasserqualitätsverwaltungsbehörden in den Niederlanden an die Arbeit gegangen, regional der ökologischen Wasserverwaltung Kopf und Fuß zu geben (s. u.a. Anonymus 1983, Verdonschot 1983, Claassen 1987).

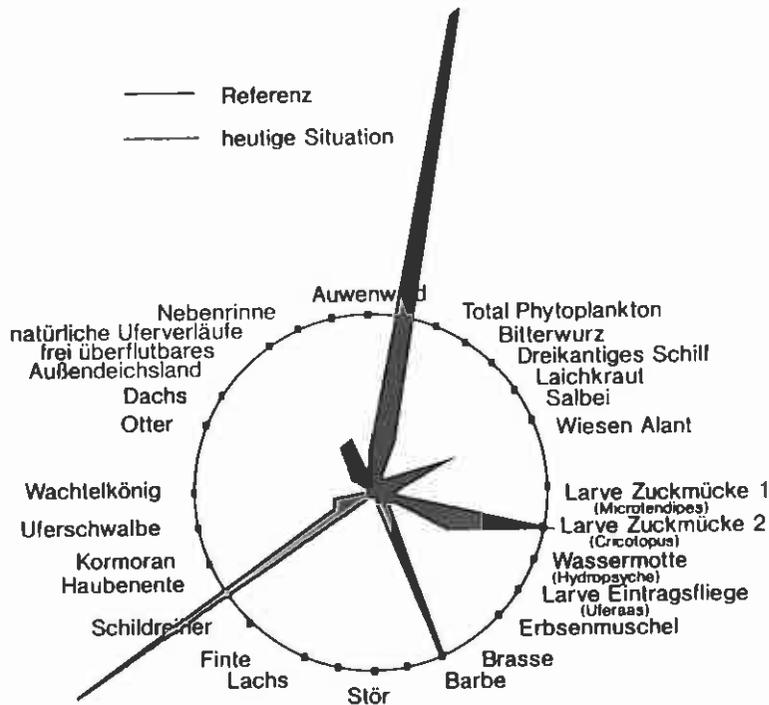
1985 hat die STORA ein ehrgeiziges Untersuchungsprogramm begonnen, das bis 1993 für die fünf wichtigsten Gewässertypen brauchbare Beurteilungsmethoden liefern soll, worüber später mehr zu berichten ist (Roos et al. 1989).

Inzwischen ist 1989 das Konzept des Dritten Nationalwasserhaushaltsplans veröffentlicht, das die Verwaltungstätigkeit für den Wasserhaushalt in den Niederlanden für die Periode 1990-1995 beschreibt (Min. Verkeer & Waterstaat 1989). Dieser Plan ist formell noch nicht festgelegt, aber er bildet schon jetzt den Rahmen für Provinziale Wasserhaushaltspläne und die regionalen Wasser(qualitäts)verwaltungspläne. Immer deutlicher wird die Bedeutung der ökologischen Beurteilung erkannt, wobei klassische biologische Gütebeurteilungsmethoden weniger wichtig werden, sobald Einleitungen ganz saniert sind.

In diesem Dritten Nationalwasserhaushaltsplan wird eine Allgemeine Methode für die Ökosystem-Beschreibung und -Beurteilung (Amoebe) präsentiert. Diese Methode ist sicherlich nur eine Präsentationstechnik (s. Abb. 1) und keine in der Praxis verwendbare Beurteilungsmethode, sie stellt aber doch eine sehr ansprechende Weise dar, um Politikern und Vorstandsmitgliedern zu zeigen, daß noch viel geschehen muß. Operationelle Methoden für die Ökologische Beurteilung aquatischer Ökosysteme gibt es noch nicht.

Um in kurzer Frist über brauchbare ökologische Beurteilungsmethoden verfügen zu können, werden viele Untersuchungen durchgeführt, die Kenntnislücken für die Festsetzung der Referenz-Lebensgemeinschaften und die damit zusammenhängenden Umweltfaktoren füllen sollen. Ein wichtiger Teil dieser Untersuchungen ist das STORA-Projekt "Entwicklung ökologischer Beurteilungsmethoden", das in den kommenden fünf Jahren für die fünf wichtigsten Gewässertypen in den Niederlanden die Referenztypologie und die Beurteilungsmethode feststellen soll.

Es handelt sich hier um fließende Gewässer (Bäche und Flüsse), Gräben, Kanäle, Seen und Teiche, Sand-, Ton- und Kiesgruben (s. Roos et al 1989).



Fluß-Amöbe, Situation 1988

Abb. 1: Beispiel eines Fluß-Amoebes (nach Min. Verkeer en Waterstaat 1989).

Biologische Gewässergütebeurteilung beschäftigt sich mit der Feststellung des Zustandes von Lebensgemeinschaften im Zusammenhang mit einer Beeinflussung, beschränkt auf gewisse Gewässertypen, z.B.. die Beurteilung der organischen Verunreinigungen von naturnahen Flachlandbächen in Noord-Brabant (Moller Pillot 1971) oder der Eutrophierung größerer Flüsse (Dresscher & van der Mark 1976). Bei einer ökologischen Gewässerbeurteilung wird eine Beurteilung der Qualität des Ökosystems im Zusammenhang mit mehreren Beeinflussungen bzw. Störungen bearbeitet. Dabei werden sowohl die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft untersucht als auch mehrere relevante biologische, physische oder chemische Umweltfaktoren. Hierbei sind die organische Belastung oder die Eutrophierung nur ein Teil der beurteilten Störungen.

4 Das STORA-Projekt "Entwicklung einer Ökologischen Beurteilungsmethode für Fließgewässer"

Die u.a. durch die CUWVO (1988) vorgegebene Richtung für die ökologische Beurteilung einzelner Gewässertypen wird jetzt für zwei Gewässertypen (Fließgewässer und Seen/Teiche) eingeschlagen. Beide Projekte werden ausgeführt durch die Abteilung Naturverwaltung, Sektion Aquatische Ökologie der Landwirtschaftlichen Universität in Wageningen.

Nun ist ein gutes Jahr am Projekt Fließgewässer gearbeitet worden, folgend auf eine Periode manchmal mühsamen Zusammentragens der Daten unterschiedlicher Gewässerverwalter und anderer Untersucher. An dieser Stelle können jetzt nur einige methodische Aspekte präsentiert werden. Das Projekt ist z.Z. noch in einem zu zarten Stadium, um tiefer auf die endgültige Methode eingehen zu können.

Es werden in den Niederlanden schon seit Jahren Untersuchungen durchgeführt, bei denen die Wasserqualität von Bächen und Flüssen aufgrund physischer, chemischer und biologischer Parameter beurteilt wird. Deshalb hat sich die STORA entschieden, für die Entwicklung neuer ökologischer Beurteilungsmethoden für Fließgewässer keine ganz neuen Untersuchungen anzufangen, sondern schon vorhandene Daten der Gewässerverwaltungsbehörden zu nutzen.

Dieses Projekt untersucht die Fließgewässer der tiefen, meist pleistozänen Böden, hauptsächlich im Osten und Süden der Niederlande. Solche Gewässer kommen in den Verwaltungsgebieten von 10 der 26 regionalen Behörden von (s. Abb. 2).

Im Laufe der Jahre 1978-1988 sind von diesen Behörden gut 4000, auf den ersten Blick brauchbare Makrozoobenthosproben gesammelt worden, verteilt auf 1450 Stellen.

Tab. 1: Übersicht der Makrofaunadaten von Fließgewässern im STORA-Projekt; Anzahl der Proben und Gewässerabschnitte.

Region	Probezahl	Abschnitte
Rivierenland	16	15
West-Overijssel	25	7
Utrecht	45	17
Oost-Gelderland	45	37
Drenthe	288	84
West-Brabant	318	65
Veluwe	468	227
Regge en Dinkel	530	76
Oost-Brabant	728	269
Limburg	1563	667
Gesamt	4026	1464



Abb. 2: Übersicht der Verteilung der Probenanzahl über die verschiedenen Gebiete (vgl. Tab. 1).

Die in Tab. 1 aufgenommenen Daten sind in verschiedenen Monaten des Jahres ermittelt worden. Es gibt deutliche Unterschiede zwischen den Probenzahlen pro Monat (Abb. 3), wobei Schwerpunkte im Frühjahr und im Herbst liegen. Es wird notwendig sein, dies bei der Bearbeitung und Interpretation der Daten zu berücksichtigen.

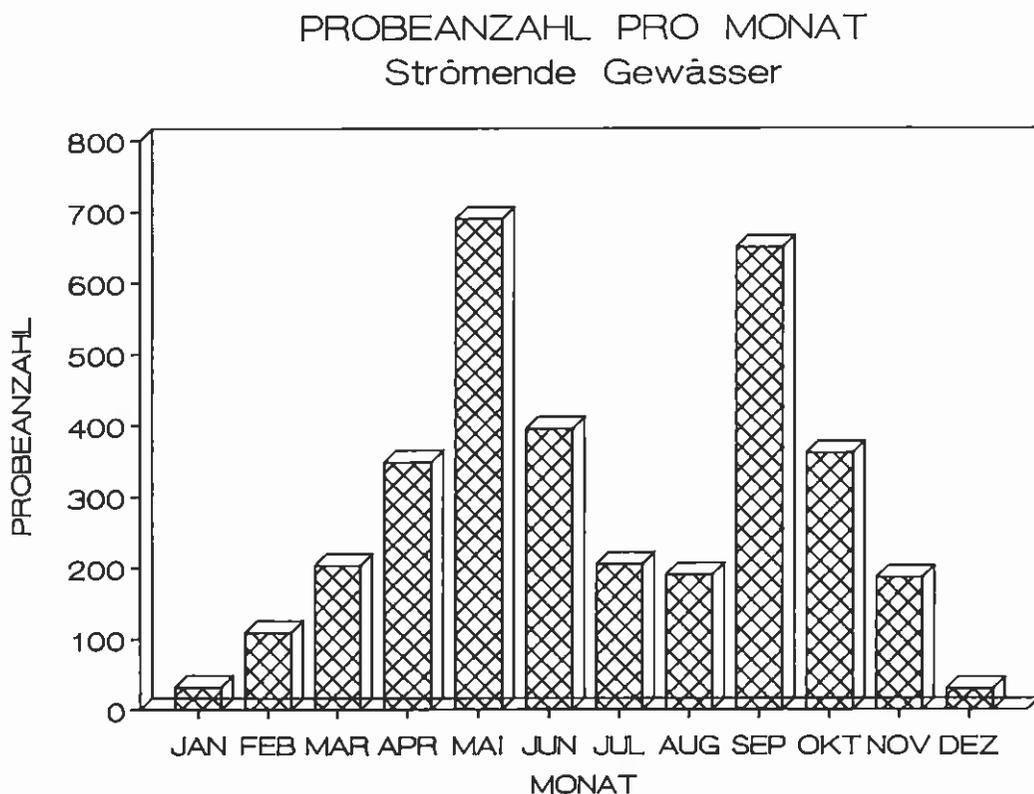


Abb. 3: Verteilung der Probenanzahl (N=4026) über die Jahreszeiten.

Weil das Material aus verschiedenen Jahren stammt und zudem noch von verschiedenen Behörden, müssen die Daten standardisiert werden. Besonders die Identifikationsebene muß für alle Regionen vereinheitlicht werden, um einen Vergleich zu ermöglichen.

Aus den Datenbeständen der wichtigsten Regionen (die größten: Veluwe und Limburg) sind die Identifikationsebenen abgeleitet, denen alle Datenbestände entsprechen sollten. Bei 600 Proben wurde diese Ebene nicht erreicht, diese Proben werden in die gesamten Bearbeitungen aller Gebiete miteinbezogen.

Weil es sich bei diesen Untersuchungen um sehr große Datenmengen handelt, wird eine elektronische Bearbeitung sowohl auf einem PC als auch auf einem Main Frame durchgeführt. Mit Hilfe der Multivarianz-Analyse kann in diese Menge ökologischer Daten Struktur gebracht werden (Gauch 1982, Jongman et al. 1987). In der Untersuchung werden das Clusterprogramm TWINSpan (Hill 1979) und das Ordinationsprogramm CANOCO (Ter Braak 1987) verwendet. Durch eine schrittweise Bearbeitung des Materials wird versucht, die komplexe Materie aufzulösen in Hinsicht auf die Kombinationen zwischen den Taxa untereinander sowie zwischen Taxa und Umweltfaktoren.

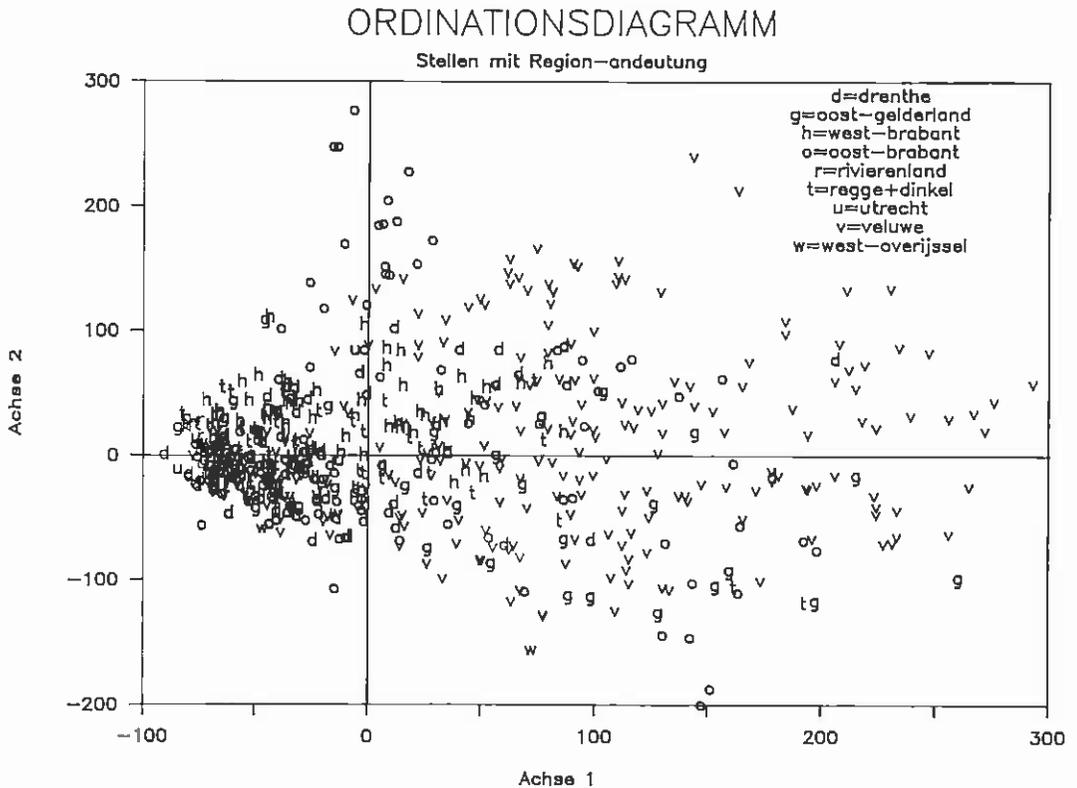


Abb. 4: Ordinationsdiagramm der Probenahmestellen der verschiedenen Regionen.

Zunächst wird auf nationaler Ebene nach den wichtigsten Faktoren gesucht, mit denen die in dem Material enthaltenen Informationen am besten erfaßt werden.

Mittels einiger Beispiele soll die Art und Weise verdeutlicht werden, mit der man Einsicht in die wichtigsten Faktoren bekommen will.

Abb. 4 zeigt das Resultat einer Ordination mit Makrofaunadaten von 9 der 10 Verwaltungsgebiete. Die Probestellen der verschiedenen Gebiete sind, wenigstens z.T., gemischt. Methodisch gesehen bedeutet dies, daß andere Faktoren als das Gebiet selber in erster Instanz bedingend sind. Abb. 4 zeigt weiter, daß die Stellen der Veluwe über das ganze Ordinationsdiagramm verteilt sind. Eine Ordination der Probestellen für diese Region aufgrund von Makrofaunadaten ergibt ein Diagramm wie in Abb. 5.

Um die Interpretation zu beschleunigen, ist in Abb. 6 eine Gewässertypkodierung vorgenommen worden (sgn. IPI-Kode). Diese Kodierung wurde von den Wasserbehörden aufgrund geomorphologischer und landschaftlicher Kennzeichen (van der Hammen et al. 1984) durchgeführt.

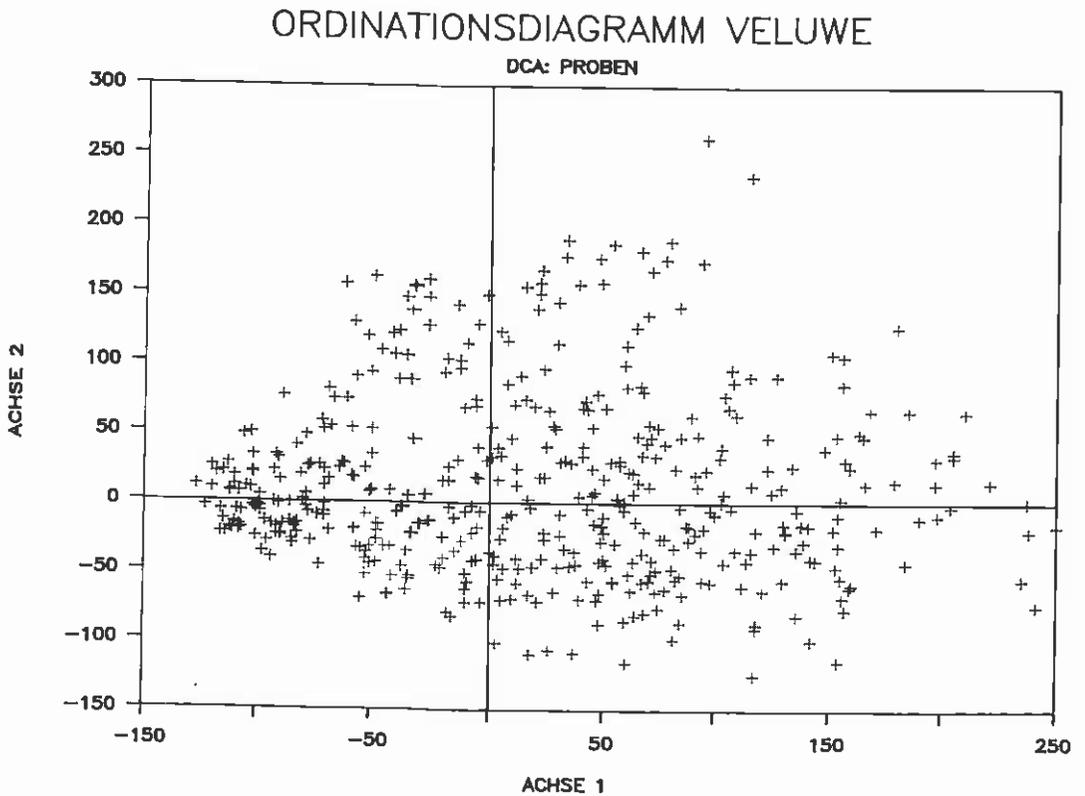


Abb. 5: Ordinationsdiagramm der Proben der Region Veluwe aufgrund der Makrofauna.

Abb. 6 zeigt, daß die Ordnung der Stellen im wesentlichen übereinstimmt mit der Gewässertypkodierung der Behörden. Dies bedeutet, daß möglicherweise die geomorphologisch unterschiedenen Typen auch biologisch relevante Typen liefern können.

Ein nächster Schritt in der Aufschlüsselung der Daten erfolgt durch die Interpretation der Ordinationsdiagramme in Richtung auf ökologische Parameter. Beispiele hiervon sind u.a. der Bachcharakter-Index und der Qualitäts-Index (K135) (Gardeniers & Tolkamp 1976, Tolkamp & Gardeniers 1977). Der Bachcharakter-Index gibt den Eindruck der Strömungspräferenzen der vorhandenen Lebensgemeinschaft, während der Qualitäts-Index einen Eindruck der organischen Belastung gibt.

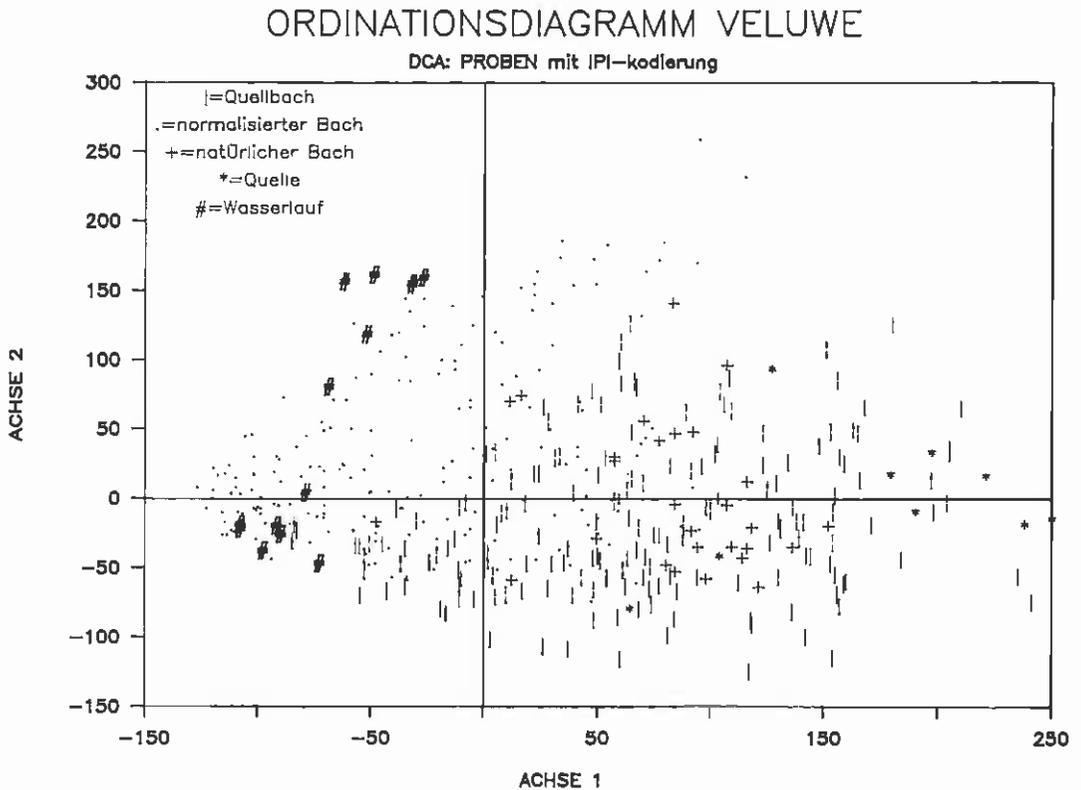


Abb. 6: Ordinationsdiagramm der Proben der Region Veluwe aufgrund der Makrofauna, ergänzt um die Gewässertypangabe.

Die graphische Präsentation einer Ordination von Probestellen aufgrund von Makrofaunadaten aus der Region Limburg liefert ein Diagramm wie in Abb. 7.

Hier ist der Wert des Bachcharakter-Indexes in das Ordinationsdiagramm projiziert. Es zeigt sich, daß die Ordnung der Probestellen nach der ersten Achse nahezu parallel zu den Werten des Bachcharakter-Index verläuft.

In Abb. 8 sind die Werte der K135 in das Ordinationsdiagramm projiziert. Hieraus ergibt sich, daß in der linken Hälfte des Diagramms die Ordnung der Probestellen nach der zweiten Achse mit den Werten der Qualitäts-Indices dieser Probenahmestellen übereinstimmt.

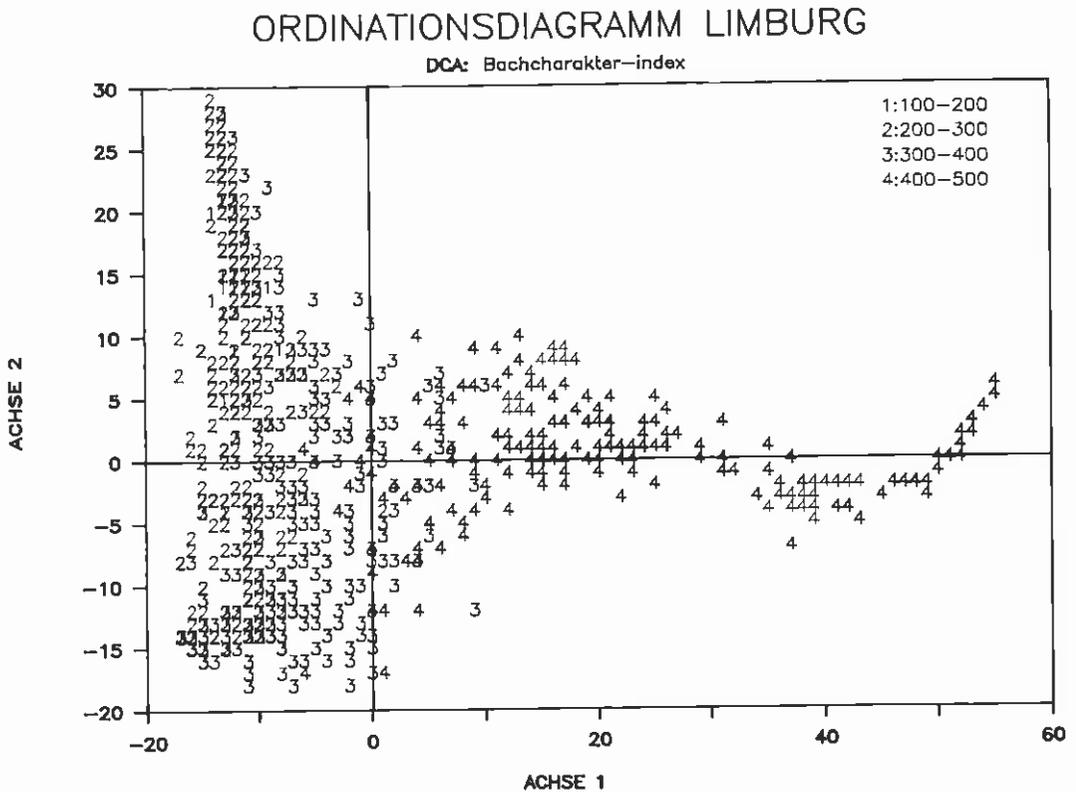


Abb. 7: Ordinationsdiagramm der Proben der Region Limburg aufgrund der Makrofauna; die x-Achse kann erklärt werden durch die Strömung in Abhängigkeit vom Bachcharakter-Index.

Aufgrund der (Haupt)faktoren, die sich bei der Aufschlüsselung des Materials herausstellen, und ergänzenden ökologischen Daten aus der Literatur wird eine nationale typologische Einteilung aufgestellt. Regionale Spezifikation und Verfeinerung finden anschließend statt.

In der nächsten Phase dieser Untersuchung wird für jeden (Haupt)typ eine ökologische Beurteilungsmethode (Meßplatte) aufgestellt werden, um die Effekte verschiedener Beeinflussungen bewerten zu können.

Es ist zu erwarten, daß dieses Projekt für fließende Gewässer Mitte 1991 mit einem Endbericht abgeschlossen werden kann.

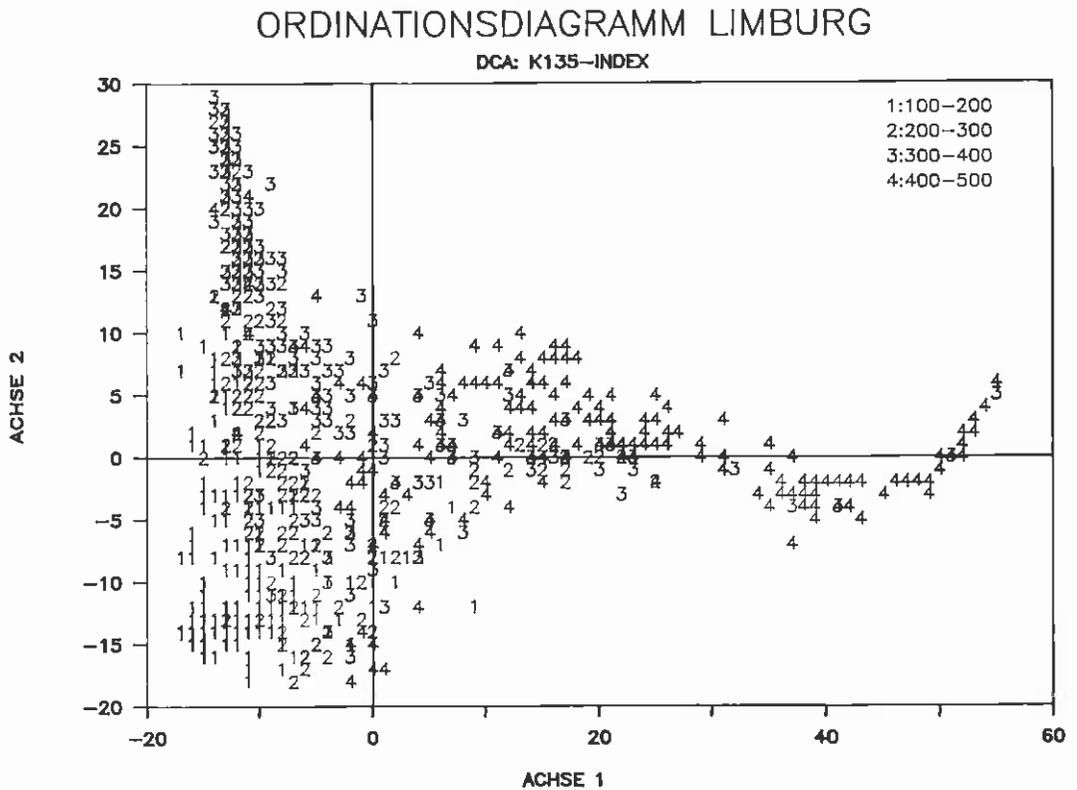


Abb. 8: Ordinationsdiagramm der Proben der Region Limburg aufgrund der Makrofauna; die x-Achse ist definiert durch die Werte des Qualitäts-Index K_{135}

Literatuur

- Anonymus (1983): Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. - Provinciale Waterstaat in Overijssel. 57 pp.
- Caspers, H. & Karbe, L. (1966): Trophie und Saprobität als stoffwechselfynamischer Komplex. - Arch. Hydrobiol. 61: 453-470
- Claassen, T.H.L. (1987): Typologie en normstelling, een aquatisch-oecologische onderzoek in Friesland. - Thesis. K.U. Nijmegen. 238 pp.
- CUWVO-V-1 (1988): Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren. - CUWVO-rapport. 154 pp.
- Dale, C.R. (1980): The biotic indexing of water quality and its application to field work in schools and colleges. - J. Oxf. Biol. Educ. 14 (30): 205-212
- Dresscher, Th.G.N. & van der Mark, H. (1976): A simplified method for the biological assessment of the quality of fresh and slightly brackish water. - Hydrobiologia 48: 199-201
- Gauch, H.G. (1982): Multivariate analysis in community ecology. - Cambridge Univ. Press. Cambridge. 298pp.
- Gardeniers, J.J.P. & Tolkamp, H.H. (1976): Hydrobiologische kartering, waardering en schade aan de beekfauna in Achterhoeks beken. - In: Th. van de Nes (ed.): Modelonderzoek '71-74'. Comm. Best. Waterhuish. Gld.: 26-29, 106-114, 294-296
- Ham, A. (1968): Nomogramm zur Ermittlung der Gewässergüteklassen von Fließgewässern. - Wasser- und Abwasserforschung 5: 169-171
- Hamm, A. (1969): Die Ermittlung der Gewässergüteklassen bei Fließgewässern nach dem Gewässergütesystem und Gewässergütemogramm. - In: Liebmann, H. (ed.): Der Gewässergüteatlas. Methodik und Anwendung: 46-48
- Hill, M.O. (1979): TWINSPLAN - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. - Cornell Univ. Ithaca, New York.
- Higler, L.W.G. (1988): Geschiedenis van de biologische waterbeoordeling. - In: Verdonchot, P.F.M. & Higler, L.W.G. ed.): Biologische Waterbeoordeling, instrument voor waterbeheer. - Symposium Werkgroep Biologische Waterbeoordeling. Pudoc, Wageningen: 15-22
- Hovenkamp-Obbema, I.R.M., Klapwijk, S.P. & Landman, J.E.F. (1983): Biologische beoordeling van de waterkwaliteit in Noord- en Zuid-Holland. - H2O 15 (16): 406-412
- Hynes, H.B.N. (1960): The biology of polluted waters. - Liverpool Univ. Press. 202 pp.
- Jongman, R.H.G., ter Braak, C.J.F. & van Tongeren, O.F.R. (1987): Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen.
- Kolkwitz, R. & Marsson, M. (1908): Ökologie der pflanzlichen Saprobien. - Ber. dtsh. bot. Ges. 26: 505-519
- Kolkwitz, R. & Marsson, M. (1909): Ökologie der tierischen Saprobien. Beiträge zur Lehre von der biologischen Gewässergütebeurteilung. - Int. Rev. Hydrobiol. 2: 126-152
- Lange Bertalot, H. (1979): Pollution Tolerance of Diatoms as a criterion for Water Quality Estimation. - Nova Hedwigia Beih. 64: 285-304
- Liebmann, H. (1969): Die Bewertung der Wassergüte nach dem biologischen Befund. - In: Liebmann, H. (ed.): Der Wassergüteatlas. Methodik und Anwendung. - Oldenbourg, München: 9-11
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1976): Indicatief Meerjaren Programma Water 1975-1980. 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1981): Indicatief Meerjaren Programma Water 1980-1984. 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij. 146 pp. + bijlagen.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1986): Indicatief Meerjaren Programma Water 1985-1989. 's-Gravenhage, Staatsuitgeverij. 153 pp. + bijlagen.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1989): De Derde Nota Waterhuishouding, Water voor nu en later. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Den Haag.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1989): Nationalwasserhaushaltsplan, Wasser Heute und auch morgen in den Niederlanden. Deutsche Zusammenfassung. - Min. Verkeer en Waterstaat. Den Haag. 68 pp.

- Moss, D., Furse, M.T., Wright, J.F. & Armitage, P.D. (1987): The prediction of the macro-invertebrate fauna of unpolluted running-water sites in Great Britain using environmental data. - *Freshwater Biology* 17: 41-52
- Moller Pillot, H.K.M. (1971): Faunistische beoordeling van de verontreiniging in laaglandbeken. - Proefschrift. Pillot Standaardboekhandel. Tilburg. 286 pp.
- Peters, A., Gijlstra, R. & Gardeniers, J.J.P. (1988): Biologische waterkwaliteitsbeoordeling van genormaliseerde beken met behulp van makrofauna. - STORA-rapport 88.06. 56 pp. + bijl.
- Roos, C., Gardeniers, J.J.P., Royackers, R.M.M. & Peeters, E.T.H.M. (1989): Ecological assessment of Dutch inland waters: philosophy and preliminary results. - Paper presented at SIL-München, August 1989.
- Schmitz, W. (1975): Expedient technique of permanent observations - an indispensable tool on studying the limnology of rivers. - *Verh. Int. Ver. Limnol.* 19: 2020-2027
- ter Braak, C.J.F. (1987): CANOCO - A FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canoical) correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis (version 2.1). - ITI-TNO. Wageningen
- Tolkamp, H.H. & Gardeniers, J.J.P. (1977): Hydrobiological survey of lowland streams in the Achterhoek (The Netherlands) by means of a system for the assessment of water quality and stream character based on macroinvertebrates. - *Mitt. Inst. Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftl. Wasserbau. T.U. Hannover H. 4-1*: 215-235
- Tolkamp, H.H. & Gardeniers, J.J.P. (1988): De ontwikkeling van de biologische waterbeoordeling in Nederland - van weten naar meten. - In: Roijackers, R.M.M. (ed.): *Hydrobiologisch onderzoek in Nederland. Fundamentele en toegepaste aspecten.* - Publ. no. 6 van de Hydrobiologische Vereniging, Amsterdam: 75-85
- van Dam, H. (1987): Verzuring van vennen: een tijdsverschijnsel. - Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen. 175 pp.
- van der Hammen, H., Claassen, T.H.L. & Verdonschot, P.F.M. (1984): Handleiding voor hydrobiologische milieu-inventarisatie. - Eindverslag Interprovinciale Ambtelijke Werkgroep Milieu-inventarisatie, Subwerkgroep Hydrobiologie. Haarlem. 61 pp. + bijl.
- van der Aalst, P.L.J. (1989): Introductie van een systeem ter beoordeling van de zuurstoftoestand in oppervlaktewateren met behulp van diatomeen. - Rapport GTD-Oost-Brabant. Boxtel. 56 pp. + bijl.
- Verdonschot, P.F.M. (1983): Ecologische karakterisering van oppervlaktewater in Overijssel. - *H2O* 16 (25): 574-579
- Verneaux, J. & Faessel, B. (1976): Note préliminaire à la proposition des nouvelles méthode de détermination de la qualité des eaux courantes. - *Roneo*. 8 pp.
- Verneaux, J. & Tuffery, G. (1967): Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Indexes biotiques. - *Anales Sc. de l'Univ. de Besancon* (3) (C), Zoologie fasc. 3: 79-90

