1 Einleitung

Seit FORBES (1887) einen See mit einer Insel oder einem Mikrokosmos verglichen hat, wurde die Komplexität der Süßwasserökosysteme in ihrer räumlichen Dimension erkannt und in verschiedenen grundlegenden Studien bearbeitet. Untersuchungen zu zeitlichen Abläufen in den gleichen Ökosystemen sind danach ausgeführt worden (HUTCHINSON 1967, MARGALEF 1968, JASSBY & GOLDMAN 1974). In diesem Zusammenhang ist die Sukzession eines der interessantesten Themen der dynamischen Ökologie. Das Ökosystem enthält eine Gruppe von Komponenten, die innerhalb verschiedener Zeiträume unterschiedliche Vorgänge beobachten lassen. In der saisonalen Sukzession, beruht der Austausch von Arten auf dem Prinzip der natürlichen Auslese, ihre Richtung wird von verschiedenen Variablen der Umgebung beeinflußt (HUTCHINSON 1967).

Einige Indizes sind für die Analyse der Sukzession entwickelt worden (JASSBY & GOLDMAN 1974, LEWIS 1978). Solche Indizes sind ein quantitatives Maß der Sukzessionsrate. Alternativ dazu kann eine Sukzession durch die Beschreibung ihrer verschiedenen Phasen charakterisiert werden (SOMMER et al. 1986).

Nach MARGALEF (1983) ist die Sukzession die Entwicklungsgeschichte der Lebensgemeinschaft, die in verschiedenen charakteristischen Stufen abläuft:

a. Wachstum der Primärproduktion und der Gesamtbiomasse.

b. Verringerung des Quotienten Primärproduktion/Totalbiomasse.

c. Verminderung der photosynthetischen Pigmente, Bindung der essentiellen Elemente in den Organismen.

d. Stabilisierung des Systems bei komplexer Gemeinschaftsstruktur und hoher Artenzahl.

e. Daraus erfolgende Entwicklung von verschiedenen Homöostase-Zuständen.

Der gleiche Autor betonte, daß im Plankton in wenigen Tagen Veränderungen vorgehen, die in vergleichbaren Waldökosystemen Jahrhunderte dauern können. Nach COLE (1983) ist die Sukzession eine Dynamik, in der eine Gemeinschaft eine andere Gemeinschaft ablöst. Er vertritt außerdem die Meinung, daß die ideale Sukzession in einem Klimax endet. WETZEL (1983) betonte am Beispiel der Phytoplanktonsukzession, daß der Wechsel zwischen dominanten Algen, ihrer Biomasse und Photosyntheserate in Beziehung zu den physikalischen und biotischen Faktoren einer allgemeinen Tendenz folgen, wobei jedes Ökosystem seine Besonderheiten behält.

REYNOLDS (1980), REYNOLDS et al. (1983), SOMMER (1985), SOMMER et al. (1986) wiesen nach, daß die saisonale Sukzession von Phytoplankton in Seen von physikalischen, chemischen und biologischen Variablen beeinflußt wird. Andere Autoren zeigten, daß in typischen dimiktischen Seen zufällige allogene Veränderungen der physikalischen Umgebung einen deutlich stärkeren Einfluß auf die Sukzession haben, als autogene Faktoren (MARGALEF 1978, HARRIS & PICCININ 1980, LEGENDRE & DEMERS 1984, REYNOLDS 1990).

Nach BICK (1998) versteht man unter Sukzession ganz allgemein eine zeitliche Aufeinanderfolge verschiedener Organismengemeinschaften an der gleichen Stelle. LAMPERT & SOMMER (1993) definieren die Sukzession folgendermaßen: „Ursprünglich gut angepaßte Arten können in einer sich derartig ändernden Umwelt an relativer Fitneß verlieren, während andere Arten an die veränderten Bedingungen besser angepaßt sind. Diese verdrängen zunehmend die ursprünglich vorhandenen Arten, um später selbst auf eine ähnliche Art und Weise verdrängt zu werden. Dieser Prozeß wird als Sukzession bezeichnet”. Der Begriff Sukzession schließt die zeitliche Dimension des Ökosystems ein (ODUM 1994).

In SOMMER et al. (1986) wurde das PEG-Modell formuliert. „Das PEG-Modell (Plankton Ecology Group)” ist ein deskriptives Modell mit 24 wechselnden saisonalen Intervallen für Phytoplankton und Zooplankton in einem Idealsee. An der Entwicklung dieses Modells haben 30 Planktonökologen mitgearbeitet. Das Modell wurde durch Vergleiche der chemischen Dynamik, sowie der Phytoplankton- und Zooplanktondynamik von 24 Seen formuliert (SOMMER 1989).

Die vorliegende Arbeit ist ein Beitrag zur Verbesserung der Kenntnis über Limnologie und Planktondynamik in zwei Auskiesungsseen des Mains und auch ein Beitrag über die saisonale Sukzession des Planktons in der temperierten Zone. Baggerseen sind Sekundärbiotope, die durch Abgrabungen entstanden sind, vom Grundwasser durchströmt werden und keine Verlandungszonen aufweisen (SIEBECK 1980, BERNDT 1989). Für das vorliegende Studium wurden zwei Auskiesungsseen am Main im Gebiet von Volkach ausgesucht. Einer der Seen besitzt nur eine Rohrverbindung mit dem Main, die bei niedrigem Wasserstand oberhalb des Wasserspiegels liegt, der andere eine offene Verbindung. In solchen anthropogen beeinflußten Systemen ist eine Sekundärsukzession (BEGON et al. 1998) zu erwarten.

Im Untersuchungsgebiet wurden zur gleichen Zeit weitere limnologischen Arbeiten durchgeführt, die sich mit den Benthoslebensgemeinschaften und deren Abhängigkeit von Wasserqualität und Ökosystemnutzung (BFG 1996, HAASE 1998, BÜRGER 1998) beschäftigten. Im Rahmen des Projektes „Morphologie und Benthosbesiedlung des Alten Baggersees/Elgersheim im Vergleich mit der Neuen Kiesgrube Elgersheim und Baggerseen am Main" (BFG 1996), sollte die Möglichkeit untersucht werden, die bei der Ausbaggerung des Mains zur Verbesserung der Schiffbarkeit anfallenden Materialen in Auskiesungsseen zu deponieren. Dies geschah unter der Prämisse, die morphologische Struktur der jeweiligen Seen durch das Hinzufügen verschiedener Materialen zu verbessern. Im Rahmen dieses Projektes wurde die hier vorgestellte Untersuchung, als ein Beitrag zur Limnoökologie der Auskiesungsseen, durchgeführt.

Die Planktonsukzession der zwei Baggerseen wurde im Jahresverlauf untersucht. Die zentrale Frage war: Welches sind die wichtigsten Faktoren, die die Planktonsukzession in zwei Auskiesungsseen beeinflussen? Die überprüfte Haupthypothese ist: Wenn die Variationen von Mainwasserniveau, Verbindung mit dem Main, Wassertemperatur, Gasen und Nährstoffen im Verlauf des Jahres signifikant sind, dann wird die Planktondynamik von diesen Faktoren beeinflußt.

Für die vorliegende Arbeit wurde die Planktonsukzession als Zentralthema untersucht und die folgenden Grundlagen formuliert:

-Ein See ist ein ideales Ökosystem für das Studium von Sukzessionen, da einige Gemeinschaften, z.B. das Plankton, in einem Jahr ein weites Spektrum an Sukzessionen zeigen können.

-Die Planktonsukzession ist ein Prozeß, der von physikalischen, chemischen und biologischen Komponenten beeinflußt wird. Die allogenen und autogenen Komponenten haben verschieden starke Einflüsse auf die Sukzession, die spezifisch für jeden See sind.

-Die Planktonsukzession ist ein Prozeß der durch gerichtete oder chaotische Merkmale dominiert sein kann.
-Die Planktonsukzession kann durch die Diversität charakterisiert werden, weil sich die wechselnde Zusammensetzung der Gemeinschaften im Jahreslauf in der Diversität widerspiegelt (MARGALEF 1983).
-Die Dynamik der Zusammensetzung und Struktur der Planktongemeinschaft beruht auf dem gegenseitigen Ausschluß verschiedener Arten (”competitive exclusion principle” HARDIN 1960) und der Koexistenz von Arten als Ergebnis der Variabilität der Nischen in Zeit und Raum (siehe HUTCHINSON 1961).
-Die Intensität der Konkurrenz und Predation beeinflußt die Struktur der Gemeinschaft. Sukzession könnte das Resultat des Wechsels zwischen populationsdichte-abhängigem und -unabhängigem Wachstum sein (KOCH 1974, HUSTON 1979).

Für diese Arbeit, wurden folgende Ziele formuliert:
Allgemeine Zielsetzung:
Erforschung der Planktondynamik in zwei Auskiesungsseen.
Spezifische Zielsetzungen:
- Analyse der physikalischen, chemischen und biologischen Variablen in jedem See.
- Beschreibung der Planktongemeinschaften in den Seen und ihre Beziehungen zu physikalisch-chemischen Variablen.
- Studium der zeitlich-räumlichen Veränderungen des Planktons.
- Bewertung des Einflusses der Verbindung zum Fluß auf das Ökosystem.
- Ermittlung des Eutrophizierungszustandes jedes Sees.
- Erforschung der allogenen und autogenen Faktoren die die Phytoplanktonsukzession und Zooplanktonsukzession beeinflussen.