

1. EINLEITUNG

Die vorliegende Arbeit entstand auf der Basis einer Untersuchung von Verlandungsvorgängen in Karpfenteichen, die in den Jahren 2000 bis 2002 im Auftrag der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat Fischerei, durchgeführt wurde. Die Karpfenteichwirtschaft ist eine in Sachsen verbreitete Sonderform der landwirtschaftlichen Nutzung. In flachen und sehr nährstoffreichen Kleingewässern menschlichen Ursprungs werden Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) für den Verzehr aufgezogen. Die Gegebenheiten in den Teichen liefern gute Bedingungen für Röhrichtpflanzen, wobei Schilf (*Phragmites australis* (Cavanilles) Trinius ex Steudel) in der Lausitz dominiert. Die Schilfröhrichte breiten sich schnell aus und im Inneren der Bestände akkumuliert organische und anorganische Substanz. Dadurch entstehen mit der Zeit Nassböden, das Ufer wird in Richtung Teichmitte verlagert und der Teich verlandet. Daher werden die Röhrichte von den Bewirtschaftern bekämpft, meist indem sie gemäht werden.

Im Laufe der Untersuchung sollte geklärt werden, wie Faktoren von Standort und Bewirtschaftung das Schilf beeinflussen und wie sich umgekehrt das Schilf auf den Teich auswirkt. Im Lauf der ersten Probennahmen und der vorbereitenden Literatursichtung wurden schnell einige Schwierigkeiten deutlich. Die morphologischen Eigenschaften von Schilf wie Länge, Durchmesser oder Dichte sind sehr variabel. Unterschiede bestehen zwischen verschiedenen Standorten, können aber auch innerhalb eines Röhrichts auftreten. Diese Unterschiede erschweren die Bewertung von Umwelteinflüssen erheblich. Die hohe Variabilität der morphologischen Eigenschaften von Schilf führt zu vagen oder widersprüchlichen Aussagen in der umfangreichen Fachliteratur. Eine Übertragung der in natürlichen Gewässern durchgeführten Untersuchungen auf die Bedingungen in Karpfenteichen wäre unbefriedigend geblieben.

Für eine Bewertung der das Schilf beeinflussenden Faktoren musste ein neuer Ansatz gefunden werden. Daher wurde der Schwerpunkt der Untersuchungen auf die Wechselwirkungen zwischen Eigenschaften von Schilf gelegt. Die dabei gewonnenen Ergebnisse zu Wachstum und Habitatbesetzung von Schilf beinhalten einige neue Aspekte zur Biologie einer der weltweit am weitesten verbreiteten Pflanzen (RODEWALD-RUDESCU 1974). Schilf hat vielfältige Bedeutungen für Arten-, Natur- und Landschaftsschutz, Gewässerökologie, Hydrologie oder als wirtschaftlich genutzter Rohstoff. Es ist daher seit Jahrzehnten Gegenstand vieler Untersuchungen, von denen sich die meisten zumindest teilweise mit dem

Wachstum von Schilf befassen. Frühe und umfassende Darstellungen wurden von HASLAM Anfang der 70er Jahre veröffentlicht. HASLAM beschreibt Stängeltypen (1969a), das jahreszeitliche Wachstum von Rhizomen, Knospen und Halmen (1969b, 1970b), die Ansiedlung von Schilf (1971a) und Unterschiede zwischen Populationen (1970a, 1971b). Ihre Arbeiten beinhalten zahlreiche Ergebnisse zur Morphologie von Schilf. Frühere Untersuchungen, besonders aus dem osteuropäischen Raum, werden in einer Monografie über „Das Schilfrohr“ von RODEWALD-RUDESCU (1974) zusammengefasst. Neben einer Darstellung morphologischer, anatomischer, physiologischer und ökologischer Eigenschaften der Pflanze liegt der Schwerpunkt des umfassenden Werkes auf ihrer wirtschaftlichen Nutzung und Kultivierung. Seitdem hat das Interesse an Schilf kaum nachgelassen, allerdings änderten sich die Schwerpunkte.

Mitte der 70er Jahre begann die kontroverse Diskussion über das Schilfsterben in Mitteleuropa. Zunächst wurde eine Wirkungskombination aus Gewässereutrophierung und mechanischer Schädigung durch Wellen und Getreibsel für den Schilfrückgang verantwortlich gemacht (BORNKAMM & RAGHI-ATRI 1986, BORNKAMM et al. 1980, RAGHI-ATRI 1976, SUKOPP 1971, SUKOPP & MARKSTEIN 1981), ein Ansatz der später noch mehrfach untersucht wurde (KRUMMSCHIED-PLANKERT 1992, KUBÍN & MELZER 1996, 1997, MELZER et al. 1995, OSTENDORP 1990a). Bis heute wurden der Einfluss von Phytotoxinen (ARMSTRONG et al. 1996a, ARMSTRONG et al. 1996b, CÍŽKOVÁ et al. 1999), eine Schädigung durch Insekten (FUCHS 1993, TSCHARNTKE 1990, 1999), Bisame oder Vögel (KRAUB 1979), die Regulierung des Wasserstandes (REA 1996), klimatische Effekte (LESSMAN et al. 2001, MCKEE & RICHARDS 1996) sowie genetische Verarmung (KOPPITZ et al. 1997, KÜHL & NEUHAUS 1993) in die Diskussion einbezogen. Um Fragen nach den Ursachen lokalen Schilfsterbens bzw. -ausdehnung zu beantworten, wurde im Jahr 1993 ein europaweites Forschungsprojekt über Schilfsterben und -propagation (EUREED) initiiert, das 1996 mit einem ebenso umfangreichen Folgeprojekt fortgeführt wurde. Dem Abschluss der Projekte 1999 folgten Veröffentlichungen mit den Schwerpunkten genetische Variabilität, Wachstumsdynamik, bio- und geochemische Zyklen, Ökophysiologie, Effekte von Eutrophierung und Stress sowie Bewirtschaftung und Wiederherstellung von Röhrichten. Die Ergebnisse wurden in einem Sonderband von *Aquatic Botany* (BRIX & CÍŽKOVÁ 2001) veröffentlicht und können im Internet (BRIX 1999b, CÍŽKOVÁ & BRIX 1999) abgerufen werden. Auch wenn eine Vielzahl möglicher Faktoren erarbeitet wurde, bleiben die Ursachen von Schilfrückgang oder -ausdehnung unklar und weitere Untersuchungen werden gefordert (BRIX 1999a).

Es stellt sich die Frage, welche unbearbeiteten Aspekte der Biologie von Schilf nach über dreißig Jahren intensiver Forschung verbleiben und in der vorliegenden Arbeit dargestellt werden. Die genannten Untersuchungen beschreiben Eigenschaften von Schilf und erklären Unterschiede oder Entwicklungen anhand von äußeren Einflüssen. Hierbei wird nach Meinung des Autors die eigenständige zeitliche und örtliche Entwicklung von Schilf nicht ausreichend berücksichtigt. Oder wie es ISELI (1990) formulierte: „Was uns das Verstehen dieser Dynamik schwierig macht, ist der Umstand, dass der Schilfbestand gleichzeitig selbst ein Wirkfaktor in dieser Dynamik darstellt.“ Auch sind die Untersuchungen weitgehend unter dem Gesichtspunkt des Schilfrückgangs dargestellt und interpretiert worden. Dieser Ansatz wird einer außerordentlich verbreiteten und anpassungsfähigen Pflanze nicht gerecht, die trotz lokalen Rückgangs im Gesamtbestand keineswegs gefährdet ist. Die vorliegende Arbeit stellt dar, wie Schilf unter den günstigen Bedingungen in Karpfenteichen wächst. Die Abschnitte Methodik, Ergebnisse und Diskussion sind jeweils in drei Unterabschnitte eingeteilt.

- Wie wächst ein Schilfhalm?

Der erste Teil beschreibt das Wachstum von Halmen als kleinste sinnvoll abzugrenzende Einheit von Schilf. Das Wachstum wird durch morphologische und meristische Eigenschaften in Abhängigkeit von Jahreszeit und Entwicklungszustand untersucht.

- Wie wachsen Schilfhalme in Beständen?

Schilfbestände verschiedener Standorte haben häufig deutlich unterschiedliche Eigenschaften. Auf der Basis des Wachstums einzelner Halme wird im zweiten Teil die Entwicklung der Halme in Beständen als Gesamtheit untersucht.

- Wie besetzt Schilf Habitats?

Es ist bei Schilf nicht geklärt, welche Bedeutung die grundlegenden Vorgänge Wachstum, Fortpflanzung und Ausbreitung bei der Besiedlung neuer Standorte haben. Im dritten Teil werden hierzu durchgeführte Untersuchungen und eine Interpretation anhand ausgewählter Strategiemodelle vorgestellt.

Die Beantwortung der vorgestellten Fragen benötigt eine eindeutige Verwendung botanischer Fachbegriffe. Die Morphologie von Schilf ist dem Leser wahrscheinlich bekannt, sie wird daher im Anhang beschrieben (8 1). Schwieriger sind einige Begriffen aus der Populationsökologie, die auch in der Fachliteratur mit verschiedenen Bedeutungen genutzt werden.

Schilf wächst als Polykormon. Aus unterirdischen Sprossabschnitten (den Rhizomen) treiben mehrere aufrecht wachsende Sprosstücke (die Halme) aus. Sich wiederholenden Bauelemente aus einem unterirdischen Rhizomabschnitt und einem Halm, der Blätter und eine Blüte ausbilden kann, sind Module im engeren Sinne nach WAGENITZ (2003). Alle über Rhizome miteinander verbundenen Module bilden eine physische Einheit, das Individuum. Die Module von Schilf sind potenziell eigenständig lebensfähig. Durch die Trennung von Rhizomverbindungen kann sich ein Schilfindividuum in lebende Untereinheiten aus einem oder mehreren Modulen teilen. Durch eine solche Klonierung entstandene, physisch getrennte und physiologisch zur selbstständigen Existenz fähige Einheiten sind Ramets (nach FREY & LÖSCH (2004)). Der Begriff Ramet beinhaltet keine Angabe über die Größe der Nachkommen. In der Literatur wird der Begriff oft synonym für Halm verwendet. Damit verliert er seine Bedeutung für die Unterscheidung zwischen Wachstums- und Fortpflanzungsvorgängen. In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff „Ramet“ daher für vegetativ entstandene Einheiten verwendet, die eigenständig leben. Ramets sind die Nachkommen einer vegetativen Fortpflanzung und nur a posteriori feststellbar.

Durch eine Reihe von Vorgängen können sich Zustand, Anzahl und Lage der genannten Einheiten ändern. Wachstum ist eine irreversible Größenzunahme, die vegetativ durch mitotische Zellteilungen erfolgt. Eine Fortpflanzung ist die Vervielfachung physischer Einheiten. Auf generativem Weg entstehen neue Individuen aus den Karyopsen. Die vegetative Fortpflanzung von Schilf bedeutet die Fragmentation eines Individuums in Ramets, wobei die Teilung von selbst (z. B. durch altersbedingten Zerfall) oder durch äußere Einwirkung geschehen kann. Bei Schilf werden keine speziellen Organe zur vegetativen Fortpflanzung (Propagulen) ausgebildet. Daher wird vegetative Fortpflanzung im Sinne einer Klonierung durch Fragmentation verwendet.

Eine Ausbreitung ist die Übertragung von Ausbreitungseinheiten auf neue Standorte. Die Ausbreitungseinheiten werden als Diasporen bezeichnet, das transportierende Medium als Agens. Generative Diaspore von Schilf ist die Karyopse, die durch die Agenzien Wind und Wasser ausgebreitet wird. Der Vortrieb des Rhizoms an den Außenkanten von Beständen ist zunächst ein Wachstumsvorgang, durch eine vegetative Fortpflanzung kann das Wachstum aber zur Ausbreitung führen. Als Agens wirkt dann das Wachstum des Schilfs selber, auch eine Ausbreitung von Fragmenten über das Agens Wasser ist denkbar. Die Besiedlung von neuen Flächen wird als Habitatbesetzung bezeichnet. Der Begriff beinhaltet keine Unterscheidung zwischen Wachstum, Fortpflanzung oder Ausbreitung. Die Ausdehnung eines Schilfbestandes bezeichnet die wasserseitige Habitatbesetzung, ebenfalls unabhängig von den dabei beteiligten Vorgängen.

Aus der Fähigkeit zur physiologischen Selbstständigkeit von Teilen der Pflanze und der Vielzahl möglicher Wachstums-, Fortpflanzungs- und Ausbreitungsprozesse ergeben sich Besonderheiten der Populationsökologie von modularen Pflanzen wie Schilf. Durch die modulare Organisation kann das Wachstum einer einzelnen Pflanze der Entwicklung einer Population individueller Organismen entsprechen (HARPER 1981). Der Autor unterscheidet grundsätzlich Organisationsstufen modularer Organismen, das Genet (alle Nachkommen einer Zelle) und das oben beschriebene Modul (HARPER 1977). Bei Schilf kommen weitere Organisationsstufen hinzu: die von ihrer physischen Ausdehnung dem Genet unter- und dem Modul übergeordneten Einheiten Individuum und Ramet. Bei Schilf ist aber sowohl die Größe von Individuen ungeklärt als auch die Frage, ob überhaupt Ramets entstehen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, durch eine Beschreibung des Wachstums, der Habitatbesetzung und der dabei entstehenden Einheiten einen Beitrag zum Verständnis der Populationsökologie von Schilf zu liefern. Die dazu nötigen Untersuchungen waren grundlegender Natur und daher soll ein Zitat von HARPER die Einleitung beschließen: „The interests of the population biologist might indeed catalyse a resurgence of interest in some parts of classical morphology” (HARPER 1977).