

**UNTERSUCHUNGEN ZUR POPULATIONÖKOLOGIE DER  
EVERTEBRATEN - UND VOGELFAUNA IM SCHILFGÜRTEL DES  
NEUSIEDLER SEES**

Endbericht

W. Waitzbauer, M. Dworak, E. Nemeth und A. Ranner

**NEUSIEDLER SEE**  
**Befund über**  
**den ökologischen Zustand**  
**des Schilfgürtels**

PROJEKTGRUPPE    WAITZBAUER

**VORWORT:**

Im Rahmen der Vorbereitung eines Nationalparks Neusiedler See-Seewinkel wurden seitens der Bundesministerien für Wissenschaft und Kunst, für Umwelt, Jugend und Familie und der Bgld. Landesregierung mehrjährige wissenschaftliche Forschungsprojekte in Auftrag gegeben, deren Ergebnisse nunmehr vorliegen. Aufgabe der Projektgruppe "Schilfgürtel" war es, sowohl wichtige ökologische Parameter zu erfassen, als auch Vorschläge für ein späteres, notwendiges Management der gewaltigen Schilfbestände auszuarbeiten.

Ein so umfangreiches wissenschaftliches Programm in einem realen Zeitraum von knapp 2 Jahren zu bewältigen, ist nur auszugsweise möglich. Verbindliche Aussagen hinsichtlich großflächiger Pflegemaßnahmen durch einen gezielten Schilfschnitt nach so kurzer Untersuchungsdauer zu treffen, wäre unseriös und wohl auch verantwortungslos. Derzeit besteht noch keinerlei praktische Erfahrung durch einen pflegenden Schilfschnitt, welche generell auf das gesamte Schilffareal übertragbar wäre, ja man kennt noch nicht einmal die Dauer des Sukzessionsverlaufes im Schilfgürtel unter den gegenwärtigen natürlichen Bedingungen. Hier werden die Versäumnisse der letzten langen Jahre seitens der Bgld. Landesregierung offenkundig, die wissenschaftliche Analyse des Schilfgürtels über die angewandte und basal orientierte Forschung bisher vernachlässigt zu haben.

Aus diesen gegebenen Gründen erheben die Aussagen des vorliegenden Projekt - Endberichtes über ökologische Zusammenhänge im Schilfgürtel kein Recht auf deren lückenlose Kenntnis und die angesprochenen Pflegemaßnahmen stellen nur Richtlinien dar, die als Empfehlungen für ein anwendbares Pflegekonzept möglich wären.

## 1. GRUNDLAGEN:

### 1.1.1. DER SCHILFGÜRTEL

Der riesige Schilfgürtel des Neusiedler Sees ist mit 178 km<sup>2</sup> (Stand 1990) geschlossenem Schilfbestand die größte derartige Pflanzengesellschaft Mitteleuropas, wobei davon rund 67% auf den Anteil auf österreichischem Staatsgebiet entfallen. Von insgesamt 321 km<sup>2</sup> Seefläche werden über 55% vom Schilf eingenommen, in manchen Bereichen des Westufers, etwa bei Rust und Donnerskirchen, erreicht der Schilfbestand Mächtigkeiten bis zu 7 km, im Südteil sogar 11 km (GUNATILAKA, 1990).

Die Ausbildung so enormer Schilfgebiete ist eng mit der wechselvollen Geschichte des Sees verbunden und im wesentlichen auf die erneute Füllung des Seebeckens seit der letzten Austrocknungsperiode ab 1868 zurückzuführen.

Seit der ersten Bestandesaufnahme von 1872 hat sich der Schilfbestand um den See - speziell am Westufer und im ungarischen Südteil - insgesamt knapp um das 3-fache vermehrt. Auffällig ist seine verstärkte Ausdehnung jedoch erst seit etwa 70 Jahren (1901: Gesamtfläche 98 km<sup>2</sup>, 1923: 149 km<sup>2</sup>). Seinen bisherigen höchsten Stand der Ausbreitung hatte der Schilfgürtel vor 30 Jahren (1965: Gesamtfläche 198 km<sup>2</sup>), allein zwischen 1958 - 1979 betrug der Zuwachs 13 km<sup>2</sup>, jener des Illmitzer Zicksees erhöhte sich in diesem Zeitraum sogar um 71 % (LÖFFLER, 1974, CSAPLOVICS, 1984).

Die Ursachen in der rasanten Vermehrung des Schilfes liegen primär in den natürlichen Gegebenheiten günstiger Wachstumsbedingungen im seichten Wasser eines Flachwassersees, welche noch durch die hauptsächlich vegetative Verbreitung über das Rhizom erleichtert werden. Seit 1900 ist der Seespiegel durch massive Wasserabfuhr über den Einserkanal nach Ungarn, sowie verringerter Grundwasserzufuhr aus dem Hánsag, um 60 cm abgesunken. Zusätzlich fördert die seit Jahrzehnten verstärkte Kultivierung des Seeufers seine Ausdehnung. Verbauungen, starke Vermehrung der landwirtschaftlichen Nutzungsflächen, vor allem im Seewinkel, und der solcherart bedingte permanente Eintrag von Nährstoffen über verschiedene oberirdische Zuflüsse und diffus über den Luftweg sind die hauptsächlichsten Gründe. Seit 1965 regelt ein bilateraler Vertrag zwischen Österreich und Ungarn den Wasserstand des Sees, wonach dieser um im Durchschnitt um 0,5 m angehoben und so das Vorrücken des Schilfrandes gegen die offene Wasserfläche vorerst

stark verlangsamt wurde. Der angestrebte mittlere Pegelwasserstand entspricht einer Seespiegelhöhe von 115,5 cm.

(Für einen völligen Stopp des Wachstums müßte die Wassertiefe allerdings rund 2 m betragen (RODEWALD-RUDESCU, 1974).

Auch sei angemerkt, daß seitens der Behörde in den letzten Jahren verstärkte Anstrengungen unternommen wurden, um eine Reduzierung der Nährstoffzufuhr über die diversen Vorfluter in den Schilfgürtel zu erreichen.

Mit der Errichtung einer automatischen Wehranlage im Bereich des Einser-Kanales 1991 wurden -spät aber doch- Maßnahmen zur Anhebung des Wasserspiegels über längere Zeiträume gesetzt, welche zugleich auch der Förderung einer verbesserten Wasserqualität dienen sollen.

Schilffläche	1872	1901	1923	1937	1957	1965	1982
österr. Teil	42	69	78	98	107	118	321
ungar. Teil	20	29	71	65	70	80	---
Gesamtanteil	62	98	149	163	177	198	178

Im Gegensatz zum Balaton-See, wo der aufgrund des steil abfallenden Ufers und des starken Wellenganges schütterere Schilfstreifen durch mechanische Störung sogar eher abnimmt (HERODEK, 1990), weist der Schilfgürtel am Neusiedlersee gegen die Seemitte zu generell günstige Wachstumsbedingungen auf. Speziell zur freien Seefläche hin gleichen Prozesse des Sedimentwachstums die Anhebung des Pegels zum Teil aus. Die starke Windwirkung bewirkt bei niederem Wasserstand eine ständige natürliche Sediment - Erosion aus der Seefläche in den Schilfgürtel.

#### 1.1.2. ÖKOLOGISCHE GLIEDERUNG DES SCHILFGÜRTELS

Eine allgemeine Grundgliederung der Schilfbestände vom Ufer zur offenen Seefläche erfolgt durch den jahreszeitlich wechselnden Wasserstand, demzufolge die ufernahen Bereiche im seichten Wasser regelmäßig während der Sommerzeit trockenfallen ("trockener Rohrwald"). Die seenahen Schilfflächen liegen normalerweise ganzjährig unter Wasserbedeckung ("nasser Rohrwald"). Eine umfangreiche ökologische Gliederung des Schilfgürtels nach pflanzensoziologischen Kriterien erfolgte durch WEISSER (1970), eine lokale Einteilung der Schilfflächen in verschiedene Zonierungen durch IMHOF (1966). Die letztere befasste sich allerdings nur mit den lokalen Verhältnissen der breiten Schilfflächen nahe von Rust. Bereits am Ostufer mit seinem schütterem Schilfbestand sind die

Verhältnisse nicht direkt mehr vergleichbar. CSAPLOVICS (1982) hat in einer umfangreichen Studie zahlreiche, standortmodifizierte Wuchsgesellschaften des Schilfes differenziert und deutlich zwischen jenen des Ostufers und des übrigen Schilfgürtels unterschieden.

## 1.2. DIE SCHILFPFLANZE

### 1.2.1. MORPHOLOGIE, ANATOMIE, ÖKOLOGIE:

*Phragmites australis* besitzt celulose- und kieselsäurereiche Halme, die aus einem unterirdischen Rhizom entsandt werden. Morphologisch entsprechen die Rhizome Halmen, die aber waagrecht verlaufen. Den Rhizomen entspringen somit die Halme als aufrechte Seitenäste. Diese erreichen am Neusiedler See Längen zwischen 2- bis 4m bei Durchmessern zwischen 0,8 - 1,5 cm, wobei zu berücksichtigen ist, daß sich die Halme nach oben zu verzüngen. Der Schilfhalm wird in Knoten und Internodien unterteilt. Die Zahl der Knoten variiert zwischen 15 - 25 pro Halm, die Internodienlängen können eine sehr unterschiedliche Länge zwischen 2 - 33 cm aufweisen. Die Nährstoffversorgung der Pflanze spielt hierfür eine große Rolle.

Der Gewebszylinder des Schilfrohrhalmes besteht aus zahlreichen Schichten. Wesentlich sind mehrfache Parenchym-, festigende Sklerenchymschichten und Festigungsringe. Wie die Anzahl der Zellschichten, ist auch die Wanddicke der Nodien standortspezifisch ausgebildet und nimmt zur Spitze hin ab. Ebenso verringert sich zur Spitze hin der Cellulosegehalt und damit die Festigkeit des Halmes. Höhe und Dicke des Halmes sind aber nicht nur von den Standortsfaktoren sondern auch stark von den Entwicklungsbedingungen im Frühjahr, und auch von der Größe des Schilfsprosses abhängig, der in der vorhergehenden Vegetationsperiode angelegt wird.

In Beständen, welche während der ganzen Vegetationsperiode im stehenden Wasser wachsen, können die submersen Stengelbereiche statt der Blätter an 3 - 5 Nodien Adventivwurzeln ausbilden. Diese haben neben dem Rhizom eine wichtige Bedeutung für den Mineralstoffwechsel. Je länger und höher der Wasserstand anhält, desto dichter werden auch die Adventivwurzeln ausgebildet. Ihnen kommt zweifelsohne eine starke Filterwirkung zu.

Die Funktion von *Phragmites*-Beständen als natürliche Belebtschlammbecken, ihr positiver Einfluß auf die bakterielle Zusammensetzung des Wassers, welche diese Flächen durchfließt und die Reinigung sulfathaltiger Wässer durch Schilf ist hinreichend nachgewiesen (SUKOPP & MARKSTEIN, 1981). Im übrigen sei an dieser Stelle auch darauf hingewiesen, daß Schilfbestände zugleich auch eindrucksvolle Windfilter darstellen. Windstärken von 100 km/h werden durch 50 m breite Schilfstreifen völlig gebremst.

Das Wachstum des Rhizoms hängt vom Wasserstand ab, weist also einen starken Hydrotropismus auf. Bei stark schwankendem Wasser-

spiegel wächst das Rhizom sehr tief in den Bodengrund hinein, bei gleichbleibendem hingegen, genügen wenige Dezimeter zur Verankerung.

Die Jungsprosse entstehen in der Regel durch klonales Wachstum aus den Nodien der Rhizome, wobei festgestellt werden kann, daß das Ausmaß des Rhizoms, sowie die Anzahl und Größe der Knospen, die für die Jungsprosse angelegt werden, in einem gewissen Verhältnis zu einander stehen. Größere Rhizome besitzen auch größere Knospen, weshalb diese Jungsprosse auch eine größere Überlebenschance aufweisen. Generell stellt die klonale Ausbreitungsstrategie die Grundlage zur Bildung riesiger mono- Kulturen dar.

Die Knospen entwickeln sich bereits im Spätherbst zu kleinen Jungsprossen, welche ihr Wachstum mit dem Einbruch der Frostperiode beenden und unter der Eisdecke ein Ruhestadium einlegen. Sind sie während der Winterzeit nicht durch Eis und Schnee geschützt, muß im folgenden Frühjahr bei plötzlicher hoher Überflutung mit Ausfällen bis zu 70 % gerechnet werden (Generell liegt ja die oberste Vitalitätsgrenze von Phragmites bei 2m Dauerwasserbedeckung). Wandern die Rhizome in zu große Wassertiefen, bzw. steigt der Wasserspiegel über ein bestimmtes Maß, so reichen die Reserven des Rhizoms nicht aus, das Wachstum der Jungsprosse bis über die Wasseroberfläche vorzutreiben und sterben ab (RODEWALD-RUDESCU, 1974).

#### 1.2.2. PHYTOMASSE-PRODUKTION:

Die Produktion ist in den Monaten April und Mai besonders hoch. In dieser Zeit findet der Hauptanteil der Blattentwicklung statt. Die ökologische Energieausbeute der Globalstrahlung ist während der gesamten Produktionszeit mit 3 % hoch und erreicht den dreifachen Wert natürlicher Grasgesellschaften temperierter Zonen und etwa den gleichen Nutzungswert von Mais oder Weizen. Insgesamt sind dauerüberflutete, halbsubmerse Bestände deutlich produktiver als solche auf semiterrestrischen Böden. Trockenheit wird von Schilf so lange gut vertragen, als der Rhizomkomplex mit dem Grundwasser in Verbindung steht. Die hygroskopische Sättigung des Bodens sollte dabei nicht unter 60 % sinken, andernfalls vermindert sich die Produktivität und die Pflanzen erreichen nur mehr geringe Größen (SIEGHARDT, 1973).

Die Biomasse - Produktion des Schilfgürtels am Neusiedler See wurde genau untersucht. Am Höhepunkt des Wachstums (Mitte Juni - Mitte Juli) hat ein Quadratmeter Schilf durchschnittlich 1,5 - 2,5 kg oberirdische Biomasse produziert, das entspricht 1 - 1,5 kg Trockenmaterial, wobei die Blätter 5-30 % ausmachen. Großflächig - und unter Berücksichtigung der unterirdischen Rhizomproduktion - hochgerechnet, ergibt sich eine mittlere Jahresproduktion von 20 - 35 t/ha Schilffläche. Kalkuliert man die in einem Gramm Trockengewicht chemisch gebundene Energie mit ca. 17,6 KJ

(Kilogramm-Joule), so ergibt das bei Hochrechnung auf den lebenden Bestand einen Energiegehalt in der Trockenmasse zwischen 15 - 20.000 KJ/m<sup>2</sup>. Solche Nutzungsgrößen werden allerdings nur unter optimalen Wachstumsbedingungen im dauerüberfluteten Bereich des Schilfgürtels und bei optimaler Lichteinstrahlung erreicht.

Auf die hohe photosynthetische Leistung der Schilfes wurde bereits verwiesen; alleine zwischen Mitte Mai und Mitte Juli beträgt der Nettogewinn der Produktivität zwischen 24 - 30 kg oberirdische Trockenmasse / ha. In dieser Zeit wird vermutlich zu gleichen Teilen in die ober- und unterirdischen Organe investiert. Der überschuß an Assimilaten wird erst ab Mitte Juli-August in die Rhizome verlagert und dient z.T. als Energiereserve für den Austrieb eines neuen Sproßaustriebes im Herbst, welcher aber nicht mehr zur Blüte gelangt (MAIER & SIEGHARDT, 1977, SIEGHARDT & Maier, 1985).

## 1.2 EUTROPHIERUNG, NÄHRSTOFFBILANZ

### 1.2.1. DAS PHOSPHORPROBLEM

Der Neusiedler See ist als Flachsee besonders stark den natürlichen Schwankungen von Salinität, Schwebstoffgehalt und Lichtdurchlässigkeit ausgesetzt, welche wiederum großen Einfluß auf die Planktonproduktion ausüben. Darüber hinaus hat sich der Nährstoffgehalt des Sees innerhalb der letzten 20 - 25 Jahre stark erhöht. Stickstoff- und insbesondere Phosphorkomponenten sind die Träger jedes Hypertrophieprozesses durch Steigerung der Produktion, wobei der außergewöhnliche Wasserhaushalt des Sees eine besondere Situation schafft. Allgemein genügt in Flachseen bereits ein geringer Nährstoffzuwachs um Eutrophierungsprozesse einzuleiten, da die Umsatzgeschwindigkeiten kurz sind und die Nährstoffe von einer Planktongeneration direkt auf die nächste übertragen werden. Neben diesen raschen turn over rates spielt aber auch das Konglomerat von Abbauprodukten sterbender Planktongemeinschaften zusammen mit den bakteriellen Umsetzungen im Seewasser eine bedeutende Rolle, wodurch der gesamte Wasserkörper zum "Wirkstoffraum" wird (HAMMER, 1984). Allen bisherigen Untersuchungen zufolge, verringert eine permanente, starke Nährstoffbelastung in Feuchtgebieten die Bindekapazität für N und P (WHIGHAM & SIMPSON, 1978, GIBLIN et al., 1983).

Erste Hinweise für eine zunehmende Eutrophierung des Sees 20 Jahre lang zurück und wurden erstmalig an der deutlichen Veränderung im Artenspektrum des Phytoplanktons, insbesondere dem zeitweisen Massenaufkommen der Blaualge *Microcystis aeruginosa* ersichtlich (HAMMER, 1979, KUSEL-FETZMANN, 1983).

Über die langzeitige Entwicklung einer zunehmenden Nährstoffbelastung liegen für die freie Seefläche durchaus ausreichende Untersuchungen vor, welche allerdings hier nicht im Detail behandelt werden sollen. Insgesamt wird die Erhöhung der Gesamtphosphor-Werte ab etwa 1972 sehr deutlich, welche 1979 den bislang höchsten Wert von 150 µg P/l (NEUHUBER et al. 1979). Seither ist die Phosphor-Belastung leicht gefallen (Wert für 1984: 119 µg P/l (HOFBAUER, 1984), für 1990: 115 µg P/l (HERZIG, 1990). Vergleichsweise zum Phosphor steigen die Stickstoffkonzentrationen allerdings weiter an und erreichen derzeit Werte zwischen 1200 und 1600 mg.m<sup>3</sup> (HERZIG, 1990).

Die Problematik der hohen Phosphorbelastung gilt gleichermaßen auch für den Schilfgürtel, zumal die Wechselwirkungen mit der Seefläche durch den breiten, flachen Litoralbereich erleichtert werden. Die strukturreiche Entfaltung verschiedener limnologischer Kleinbiotope im Verlandungsbereich einschließlich der besonderen Wuchsstrukturen der dauerüberfluteten und wechsellassen Rohrbestände schaffen spezifische ökologische Verhältnisse, die am Neusiedler See einzigartig sind. An den limnochemischen Prozessen im Humin - Wasserkörper des Schilfgürtels ist die Bestandesentwicklung von Phragmites über mehrere Generationen intensiv beteiligt, wenn auch die abiotischen und biotischen, speziell die trophogenen, Verhältnisse mit den Vegetationsstrukturen kleinräumig rasch wechseln können.

Im Schilfgürtel liegen die Nährstoffe konzentriert im Sediment, im Wasserkörper und in der Schilfbiomasse selbst. Die Ausdehnung der Schilfzone, welche mit der freien Seefläche direkt im chemischen Austausch steht, ist unbekannt und kann nur annähernd geschätzt werden. Unbekannt ist somit auch die potentielle Menge an potentiell austauschbarem Gesamtphosphor. Entsprechend der Wurzeltiefe der Schilfrhizome, erfolgt er wahrscheinlich bis zu 1 m Tiefe.

Die dominierende Rolle des Schilfgürtels am Phosphorhaushalt des gesamten Systems geht aus den nachfolgenden Daten sehr deutlich hervor (LÖFFLER, NEWRCLA, 1985):

	Tonnen T-P/Jahr	% Gesamtgehalt
<b>SEE</b>		
Wasserkörper	20	0,2
Sediment	30	0,3
SEE TOTAL	50	0,5
<b>SCHILFGÜRTEL</b>		
Wasserkörper	10	0,1
Sediment	8.000	
Schilf	1.800	18,3
SCHILFG. TOTAL	9.810	99,5
NEUS.SEE TOTAL	9.860	100,0

Die große Bedeutung des Schilfgürtels als Energiezentrale für den Nährstoffumsatz des Sees steht außer Frage, wenngleich auch noch nicht geklärt ist, ob in der Funktion eines natürlichen, jedoch stark überlasteten Filters oder einer Sediment/Nährstofffalle (LÖFFLER, 1974, 1979, HAMMER, 1984).

Erstere Hypothese setzt die Ausfilterung der Nährstoffe aus den landseitig in das Schilf einfließenden Oberflächenwässern voraus; als eigentliche Filter fungierten in diesem Fall die in das Huminwasser eintauchenden Adventivwurzeln. Bei einer überhöhten Einfuhr von P- und N-Verbindungen - wie gegenwärtig - wäre allerdings das Filtersystem stark überfordert, wodurch große Nährstoffmengen in das freie Seewasser gelangten.

Die zweite Hypothese sieht die Trübeartikel des Sedimentes als Adsorbens für Phosphate an (METZ, 1985). Insbesondere bei stärkeren anlandigen Windverhältnissen wird trübehaltiges Wasser aus der Seefläche u.U. bis zu 400/500 m (meist nur etwa 30 m) weit in den Schilfgürtel verdriftet (abhängig von der Bestandesdichte), wo die Feststoffe im Stillwasser sedimentieren. Auf diese Weise würden dem See zwar in unregelmäßigen Zeitabständen, aber letztlich doch in großen Mengen, Nährstoffe entzogen, jedoch im Schilfgürtel wieder angereichert. Die limnochemischen Parameter unterliegen in der flachen Litoralzone allerdings starken örtlichen und zeitlichen Schwankungen, wodurch in den dichten Schilfbeständen die Reduktionspotentiale, als Ausdruck oxydativer oder reduktiver limnochemischer Prozesse, regelmäßig während der Sommerzeit in negative Bereiche rücken (METZ, 1985). Die klaren, an Nährstoffen überreichen Blänkenwässer sind zudem potentielle Quellen für die Massenentwicklung von Blaualgen. Insgesamt ergibt sich somit im Schilfgürtel ein stark eutropher Charakter der Wassergüte. Deutliche Anzeichen für eine zunehmende Verschlechterung der Wasserqualität waren bereits gegen Ende der 70-er Jahre durch entsprechendes starkes Blaualgenwachstum feststellbar (DOKULIL 1978, NEUHUBER 1978, KUSEL-FETZMANN 1979).

### 1.2.2. QUELLEN DES EXTERNEN NÄHRSTOFFEINTRAGES

Die Nährstoffsituation des flachen Sees wird prinzipiell durch den Wasserhaushalt beeinträchtigt, der eine Kompensation der großteils gelösten oder suspendierten Stoffe durch einen Austrag über den Abfluß nicht ermöglicht. Die Verdunstungsrate gleicht Niederschläge und Zuflüsse aus, der Austrag durch den Einserkanal ist für den Nährstoffhaushalt verhältnismäßig unbedeutend (FLECK-SEDER, H., 1980). Besonderen Einfluß auf die Wasserbilanz hat das Flächenverhältnis zwischen der freien Seefläche und dem Schilfgürtel, da die Evapotranspiration des Schilfes die Verdunstungsrate der Seefläche um 20% übertrifft (STALZER, 1990).

Drei Hauptquellen bedingen maßgeblich die starke Zunahme des Stickstoff- und Phosphorgehaltes im See. Diese sind entweder punktueller Herkunft (Vorfluter, Entwässerungsgräben, Bäche) und daher prinzipiell gut kontrollierbar oder werden diffus und breitlinig in das System Schilfgürtel-See eingebracht (bes. durch Bodenerosion, Schadstoffausschwemmungen, Luftverfrachtungen, Niederschlag) und können meist nur bestenfalls annähernd über eine Gesamtbilanz erfasst, jedoch wohl kaum ausgeschlossen werden.

1. Der hypertrophierten Anstieg des Fremdenverkehrs während der letzten 15 Jahre. 1977 überschritt die Zahl der Nächtigung bereits eine Million, 1989 1,4 Millionen (Statistisches Jahrbuch Burgenland 1989, in HERZIG, 1990). Die Entwicklung setzte zu einem Zeitpunkt der noch ungenügenden hygienischen Sanierungsmaßnahmen im Einzugsbereich des Sees ein.

Der starke Bauboom ("Wettlauf der Gemeinden zum Seeufer") hat starke indirekte Auswirkungen auf das sensible Ökosystem, da sich von den 12 Arainergemeinden bereits 9 einen künstlichen Zugang zur freien Wasserfläche verschafft haben und alleine die Bautätigkeiten für die Damm- und Kanalanlagen schwere Beeinflussungen des jeweiligen lokalen Schilfgürtelbereiches darstellen. Die Orientierung der Fremdenverkehrsindustrie an einer Nutzungsmaximierung äußert sich auch etwa in den diversen Feriensiedlungen wie in Purbach oder Weiden, deren Eindringen in die Randzonen zwischen Schilfgürtel und Seefläche eine zusätzliche Belastung bedeutet und die ökologischen Auswirkungen durch die Pfahlbau-"Dörfer" (alleine in der Ruster Bucht stehen davon 500) nur noch summiert (ARNOLD, 1990).

Der Fremdenverkehr stellt den See auch direkt vor ernste Probleme, zieht man ins Kalkül, daß rund 100.000 Tagesausflugsgäste während der sommerlichen Wochenenden die Strandbäder und Seeklubs besuchen und zur Verschmutzung des Seewassers beitragen.

2. Der nahezu vollständige Rückgang des einstmals dominierenden Weidelandes zugunsten eines großflächigen Ausbaues der Rebkulturen im Seewinkel zwischen 1966 und 1975, welche Vergrößerungen der bestehenden Anbauflächen zwischen 48 % (Mönchhof) bis 153 % (St. Andrä) folgerten. Parallel dazu stieg auch der Düngemittelaufwand stark an. Für 1974 etwa ergibt sich eine Nährstoffzufuhr von minimal 53 kg je ha (Purbach) und maximal 126 kg Superphosphat je ha (St. Andrä) (LÖFFLER, NEWKLA, 1985). Die Ausdehnung der Weinärten oft bis unmittelbar an die Lackenränder und der damit verbundene Eintrag von Nährstoffen in das Seewasser durch Erosionstätigkeit, aber auch über den Grundwasserspiegel (immerhin be trägt der unterirdische Zufluß zum See nach KOPF, 1974 8 Mio m<sup>3</sup>), stellt auch aus dem Bereich des Seewinkels eine stete potentielle Beeinflussung des Seechemismus dar. Für die Wulka wurden diesbezüglich eindrucksvolle Daten erarbeitet; demnach steigt der Phosphoreintrag durch Hochwasserereignisse von 30 auf 42 t T-P/Jahr an (HAIDER, 1982)

3. Die relativ hohe Belastung der oberirdischen Zuflüsse durch partikuläre organische Substanzen, Feststoffe und angelagerte Nährstoffe. Ihr Eintrag in den See resultiert aus Boden- und Materialabschwemmungen nach Starkregenereignissen. Alleine die Wulka, der Hauptzufluß zum See führt jährlich große Mengen von partikulär gebundenem Phosphor in das Mündungsdelta (Angabe für 1983: 35 t Ges. P, STALZER, 1983). Die Phosphorbelastung wird insoferne noch verschärft, als durch Stoffumsetzungen im anoxisch-anaeroben Milieu des Schilfgürtels auch der abgelagerte partikuläre Phosphor - Pool mobilisiert wird.

Im Bemühen, mit der erheblichen Schwebstoffverfrachtung durch die Wulka auch den Phosphortransport in den Schilfgürtel und die daraus folgenden anaeroben Umsetzungsvorgänge über das mobilisierte Phosphordepot möglichst zu verringern, wurde durch v.d. EMDE et al. (1987) die Errichtung eines Hochwasser-Absetzbeckens erwogen. Wie sich durch Untersuchungen von METZ (1990) allerdings zeigte, greifen solche Vorhaben stark in die Fließgeschwindigkeit, die Sedimentführung und somit in die gesamte Dynamik ein (METZ, 1990). Ein zusätzlicher Einfluß auf Denitrifikationsprozesse wäre gleichfalls nicht auszuschließen (KEENY, 1973).

Zusätzlich münden zahlreiche Vorfluter von Kläranlagen und unkontrollierten Rinnsalen in den Schilfgürtel. Wenn auch deren Zuflußfracht gegenüber der Wulka gering erscheint (Wulka 39,7, Golser Kanal 6,2, Angerbach bei Purbach 0,2 Mio m<sup>3</sup>/Jahr, STALZER et al. 1985), so prägt sie dennoch die ohnedies kritische Wasserbilanz des Neusiedler Sees entscheidend mit. Etliche natürliche Zuflüsse, welche als kleine Bäche aus dem nördlichen Einzugsbereich des Leithagebirges zum See hin ziehen ( z.B. Windener Bach), besitzen keine ganzjährige Wasserführung, andere, wie etwa der Neusiedler oder Weidener Ortsbach und verschiedene Entwässerungsgräben (Golser Kanal) ziehen direkt aus dem Ortsbereich oder den seenahen Kulturflächen in den Schilfgürtel.

Problematische Einträge von Nährstoffen - insbesondere im Seewinkel - entstehen auch durch die Stoßbelastungen der großflächigen Winzereibetriebe (STANIA, 1986).

Die erste umfassende Bilanzierung der oberirdischen Zuflüsse durch v.d.EMDE, 1978 (zit. STALZER et al. 1983) hat ergeben, daß auch bei absoluter Ausschaltung der abwasserbürtigen Nährstoffe deren Akkumulierung besonders im Schilfgürtel zu erwarten ist. Auch unter günstigsten Bedingungen würden dem See weiterhin 50 t Ges.P zugeführt. Die seinerzeitigen Empfehlungen sahen eine Absenkung des Phosphoreintrages durch eine Neukonzeption in der Abwasserreinigung vor, welche mittlerweile - zumindest hinsichtlich einer verbesserten Phosphorfällung für sämtliche Abwasserreinigungsanlagen eingeführt wurde. Seit 1980 wurde in allen Kläranlagen eine weitgehende Phosphatelemination sichergestellt. Bereits an dieser Stelle muß jedoch deren Wirksamkeit bezweifelt werden, wie spätere Ausführungen noch zeigen werden (vgl. S.17). Noch für 1984 gibt STANIA (1986) jedenfalls deutliche Konzentrationserhö-

3. Die relativ hohe Belastung der oberirdischen Zuflüsse durch partikuläre organische Substanzen, Feststoffe und angelagerte Nährstoffe. Ihr Eintrag in den See resultiert aus Boden- und Materialabschwemmungen nach Starkregenereignissen. Alleine die Wulka, der Hauptzufluß zum See führt jährlich große Mengen von partikulär gebundenem Phosphor in das Mündungsdelta (Angabe für 1983: 35 t Ges. P, STALZER, 1983). Die Phosphorbelastung wird insoferne noch verschärft, als durch Stoffumsetzungen im anoxisch-anaeroben Milieu des Schilfgürtels auch der abgelagerte partikuläre Phosphor - Pool mobilisiert wird.

Im Bemühen, mit der erheblichen Schwebstoffverfrachtung durch die Wulka auch den Phosphortransport in den Schilfgürtel und die daraus folgenden anaeroben Umsetzungsvorgänge über das mobilisierte Phosphordepot möglichst zu verringern, wurde durch v.d. EMDE et al. (1987) die Errichtung eines Hochwasser-Absetzbeckens erwogen. Wie sich durch Untersuchungen von METZ (1990) allerdings zeigte, greifen solche Vorhaben stark in die Fließgeschwindigkeit, die Sedimentführung und somit in die gesamte Dynamik ein (METZ, 1990). Ein zusätzlicher Einfluß auf Denitrifikationsprozesse wäre gleichfalls nicht auszuschließen (KEENY, 1973).

Zusätzlich münden zahlreiche Vorfluter von Kläranlagen und unkontrollierten Rinnsalen in den Schilfgürtel. Wenn auch deren Zuflußfracht gegenüber der Wulka gering erscheint (Wulka 39,7, Golser Kanal 6,2, Angerbach bei Purbach 0,2 Mio m<sup>3</sup>/Jahr, STALZER et al. 1985), so prägt sie dennoch die ohnedies kritische Wasserbilanz des Neusiedler Sees entscheidend mit. Etliche natürliche Zuflüsse, welche als kleine Bäche aus dem nördlichen Einzugsbereich des Leithagebirges zum See hin ziehen ( z.B. Windener Bach), besitzen keine ganzjährige Wasserführung, andere, wie etwa der Neusiedler oder Weidener Ortsbach und verschiedene Entwässerungsgräben (Golser Kanal) ziehen direkt aus dem Ortsbereich oder den seenahen Kulturflächen in den Schilfgürtel.

Problematische Einträge von Nährstoffen - insbesondere im Seewinkel - entstehen auch durch die Stoßbelastungen der großflächigen Winzereibetriebe (STANIA, 1986).

Die erste umfassende Bilanzierung der oberirdischen Zuflüsse durch v.d.EMDE, 1978 (zit. STALZER et al. 1983) hat ergeben, daß auch bei absoluter Ausschaltung der abwasserbürtigen Nährstoffe deren Akkumulierung besonders im Schilfgürtel zu erwarten ist. Auch unter günstigsten Bedingungen würden dem See weiterhin 50 t Ges.P zugeführt. Die seinerzeitigen Empfehlungen sahen eine Absenkung des Phosphoreintrages durch eine Neukonzeption in der Abwasserreinigung vor, welche mittlerweile - zumindest hinsichtlich einer verbesserten Phosphorfällung für sämtliche Abwasserreinigungsanlagen eingeführt wurde. Seit 1980 wurde in allen Kläranlagen eine weitgehende Phosphatelemination sichergestellt. Bereits an dieser Stelle muß jedoch deren Wirksamkeit bezweifelt werden, wie spätere Ausführungen noch zeigen werden (vgl. S.17). Noch für 1984 gibt STANIA (1986) jedenfalls deutliche Konzentrationserhö-

den Niederschlag eingebrachten (NEUHUBER et al., 1980, STALZER, 1982, MALISSA et al., 1985). Die Höhe des Nährstoffeintrages über Luftverfrachtung ist über längere Zeit -bedingt durch Errechnung über Literatur- und Niederschlagsdaten - viel zu hoch angenommen worden. Aufschlußreich ist allerdings die Erkenntnis, daß der Schilfgürtel auch in dieser Hinsicht eine bedeutende Filterwirkung besitzt, da rund 2/3 des atmosphärischen P-Eintrages hier deponiert wird (MALISSA et al., 1985).

4. Die atmosphärische Nährstoffdeposition aus der Aerosolphase im Gesamtausmaß von durchschnittlich 7,7 t P tot /Jahr erfolgt aufgrund der hohen Filterwirkung zu 65% im Schilfgürtel (MALISSA et al., 1985). Eine zukünftige Verminderung ist nur durch eine umfassende, großflächige Reduzierung der primären Staubemissionen zu erwarten.

### 1. 3. NÄHRSTOFFBILANZIERUNG IM SCHILFGÜRTEL

Der Wasserstand des Sees beeinflusst vorrangig die Strömungsverhältnisse, welche besonders seit der Schleusenregelung über den Einserkanal für die erosive Umlagerung von Sedimenten der freien Seewanne in die Bereiche des Schilfgürtels verantwortlich sind. Schätzungsweise werden dabei jährlich insgesamt 120.000 t Sedimentmaterial freisetzt (IRLWECK et al., 1990). Zusätzlich trägt auch der - allerdings wesentlich niedrigere - Feststofftransport der Wulka bei Hochwässern (0,5-1,6 kg/m<sup>2</sup> jährlich) zur weiteren Sedimentierung bei. Im Wesentlichen wird jedoch der Materialeintrag der Wulka wie auch anderer, kleinerer Zuflüsse bereits im ufernahen Bereich des Schilfgürtels deponiert. Die Sedimentationsraten differieren zwischen Ost- und Westufer, sie betragen etwa am westseitigen Rand des Schilfgürtels jährlich 2-5 kg /m<sup>2</sup>, des entspricht einer Auflandung von 5-20 mm. Es handelt sich um eine locker gepackte, homogene Weichschlammoberfläche, durchmischt mit Feinsedimentlagen (Gleye), welche aber in Buchten und Kanälen größere Mächtigkeit von 100 bis zu 125 cm erreicht und im Übergangsbereich zwischen See- und Schilffläche wallartige Sedimentbänke bildet. Diese können bei Niedrigwasser den Austausch zwischen Schilfgürtel und Seebecken erheblich beeinträchtigen, wenn nicht gar lokal unterbinden.

Von ebenso wesentlicher Bedeutung für die Verschlechterung des Austausches zwischen See- und Schilfgürtel ist aber, neben den genannten Erosionsfrachten, die starke autochtone Produktion von Phytomasse, welche bei fehlender Bewirtschaftung einen dicken Detritus-Akkumulationshorizont aus mehrjährigem Bestandesabfall von Schilfstämmen und -Blättern bildet. Die darunter befindliche Rhizom-Wurzelfilzzone und eine schwarzgraue Transitionszone sind bereits Orte mit zeitweilig stark reduzierten Verhältnissen, wie aus dem Redoxpotential der einzelnen Horizonte abgelesen werden

kann (LÖFFLER, 1990). Anaerobe Verhältnisse im Boden und die Bildung von Schwefel-Wasserstoffen limitieren normalerweise die Existenz der meisten Pflanzenarten. Schilf überlebt allerdings bis zu einer relativ hohen Konzentration des anaeroben Milieus durch den Sauerstoff-Transport von oben in die hohlen Rhizome.

Die riesige, nahezu aus einer Monokultur von Phragmites bestehende Fläche des Schilfgürtels, der zu 95% aus Phragmites besteht, stellt ein gewaltiges Biofilter dar, welches den landseitig einmündenden Oberflächenwässern substantiell über die Adventivwurzeln Nährstoffe entzieht. Diese Organe dienen vor allem der Ionenaufnahme aus dem Wasser und können die Effizienz der Mineralstoffaufnahme um das 10-fache der Aufnahme durch die Wurzeln alleine steigern (DYKYJOVA, 1973). Durch interne Stoffverschiebung erfolgt die weitgehende Einlagerung der Nährstoffe unmittelbar nach der Blüte als Assimilate in das Rhizom. In den Blättern verbleiben nur Minimalstoffe, welche hier bis zum Laubfall im Herbst lokalisiert sind und während des Winters unter Wasserbedeckung remineralisiert und in den Wasserkörper eingebracht werden (HAMMER, 1985). Da sich der Abbau bei niedrigen Temperaturen nur langsam und unvollständig vollzieht, werden einerseits Huminstoffe gebildet und andererseits im Laufe der Zeit von einer spezialisierten Litterfauna besetzt, welche den Abbau von Cellulose und Lignin übernimmt. Der subaquatische Abbau erfolgt nur sehr langsam. Alte Blätter sind nach 2 Jahren erst zu 2/3 aufgearbeitet, von den Stengeln gar nur 35%. Innerhalb eines Jahres werden dabei 114 mg Phosphor pro m<sup>2</sup> freigesetzt (HIETZ et al., 1990). Die Nährstoffanteile des Sedimentes selbst schwanken in den einzelnen Profiltiefen und in Abhängigkeit von der See- oder Landnähe und betragen im Durchschnitt P-tot 0,2-1,2 mg pro g Detritus-Trockengewicht (LÖFFLER, 1990). Prinzipiell stellt also bereits der Litter des Schilfgürtels ein langlebiges und gewaltiges Nährstoffdepot dar, welches unter normalen Nährstoffverhältnissen die Basis für den Kreislauf der Schilfpflanze darstellt. Bei einer erhöhten Nährstoffzufuhr, die aus übersteigerter Düngung und Bodenerosion stammt, ist der Schilfgürtel in seiner Rolle als natürlicher Vorfluter allerdings überlastet und die Nährstoffe fließen größtenteils ungefiltert in den See.

Große ökologische Probleme entstehen zusätzlich durch die sommerliche Sauerstoffuntersättigung über dem Sediment bei Windstille, wenn das warme Seewasser vom kühleren Bodenwasser aus dem Schilfgürtel unterschichtet wird. Dadurch erfolgt nicht nur der rasche Verbrauch von bereits 1/3 der verfügbaren Sauerstoffmenge sondern auch die Zufuhr einer durch bakterielle Umsetzungsprozesse über dem Schilfdetritus stark belasteten, erheblichen Huminwassermenge als Ausgangsphase von Sauerstoffdefiziten. Im Schilfgürtel selbst hängt der Sauerstoffgehalt des Wasserkörpers stark von der Halmdichte und der Belichtung der Wasseroberfläche ab, außerdem sind alle, von den submersen Beständen des Wasserschlauhes, *Utricularia vulgaris*, bedeckten Blänken einem zunehmenden Anaerobievorgang durch Stagnationsprozesse im Gasaustausch ausgesetzt,

ebenso dichte Schilfbestände mit ungenügender Beleuchtung der Wasseroberfläche; hier sinken die Redoxpotentiale sogar in negative Bereiche (METZ, 1985). Einen ähnlichen Effekt rufen die Schwebeteilchen aus dem freien Seewasser in der breiten Durchmischungszone des Schilfgürtels hervor. Windeinwirkungen verstärken diese Auswirkungen noch. Die mikrobiellen Vorgänge im Huminwasser, aber auch im freien Seewasser, insbesondere bei erhöhten Werten von Nitrat- und Ammoniumstickstoff (HOFBAUER, 1985), werden als Auslösefaktoren für das Massenaufkommen von Grünalgen (*Pediastrum duplex*) und Blaualgenblüten (*Microcystis aeruginosa*) angesehen, welche das aquatische System selbst schwer beeinträchtigen (HAMMER, 1985).

GUNATILAKA (1985) konnte in einer umfangreichen Studie festhalten, daß der gesamte Litter-Sediment-Wasser-Komplex äußerst stark reduziert ist, wenn auch weniger an der Grenze zur offenen Seefläche mit ständigem Austausch. Insbesondere während der sommerlichen Austrocknung großer Schilfflächen sinken die Redoxwerte in negative Bereiche, wobei die gleichzeitige Erwärmung der Bodenoberfläche - besonders in den offenen Blänken - eine hohe metabolische Aktivität auslöst: Diese wiederum äußert sich in höheren Sulfidgehalten und einer zu hohen Freisetzung von Phosphaten. Ebenso treten im Herbst, bald nach dem Blattfall durch Leaching, und im Winter bei Eisbedeckung durch anaerobe Bedingungen, hohe Nährstoffwerte auf.

Wie gefährdet europäische Schilfbestände gegenüber der Belastung durch die allgemein zunehmende Eutrophierung sind, zeigen eindrucksvoll die Beispiele des ehemals 100 ha umfassenden Schilfgürtels am Zürichsee, welcher innerhalb der letzten 125 Jahre auf 5 ha schrumpfte (BURNAND, 1979) bzw. die in 50 Jahren um 35% verringerten Schilfbestände des Bodensees (SCHRÖDER, 1979).

### 1.3.1. PRODUKTIONSÖKOLOGIE DES SCHILFGÜRTELS

Der Schilfgürtel steht seit gut 15 Jahren im Zentrum verschiedener Fragestellungen zum Thema Eutrophierung, Schilfschnitt/Verwertung und Raumpflegekonzept. Der Schilfgürtel bildet als weitgehend monospezifischer Pflanzenbestand prinzipiell zwar ein stabiles Ökosystem (KLÖTZLI & ZUST, 1973), er hängt in seiner Dynamik, wie die bisherigen Ausführungen klarlegen, jedoch intensiv vom Nährstoffhaushalt und Wasserstand des Sees ab.

Da sich nun im Schilfgürtel bewirtschaftete und über viele Jahre hindurch unbeerntete, überalterte Rohrbestände mosaikartig abwechseln und zusätzlich diverse, standortsmodifizierte Gesellschaften ausgebildet sind, ist eine einheitliche Betrachtung des Schilfgürtels nur schwer möglich sondern bedarf einer Differenzierung.

Generell sind der landseitige "trockene" und der seewärts gelegene "nasse" Rohrwald von einander zu unterscheiden, deren gesam-

te Ökologie vom jahreszeitlich wechselnden Wasserstand gesteuert wird. Er steuert die Ausbildung verschiedener Sukzessionsgesellschaften, von der uniformen Monokultur (*Phragmitetum nudum*) an der Grenze zur offenen Seefläche über die riesige Zentralzone des *Scirpo-Phragmitetums* bis hin zur Verlandungszone des *Magnocaricetums*. Zahlreiche, hier nicht näher erläuterte Arbeiten haben sich in den letzten 30 Jahren mit der pflanzensoziologischen Gliederung, Physiologie und Produktionsökologie des Schilfgürtels auseinander gesetzt.

Im Zentrum der produktionsökologischen Betrachtung steht generell die Entwicklung der Phytomasse welche entlang des Feuchte- und Nährstoffgradienten zwischen See- und Landseite sehr unterschiedlich ausfällt. Zusätzlich ist auch die Wuchsdynamik unterschiedlich alter Schilfbestände bedeutsam.

Wesentlich ist die Feststellung, daß der gesamte Schilfgürtel sowohl eine enorme Rolle hinsichtlich seiner primären Bedeutung als Lebensraum einer artenreichen, spezifischen Fauna als auch eines lokal wichtigen Wirtschaftsraumes darstellt. Aus Sicht des Naturschutzes bzw. der ökonomischen Nutzung ist die Zumessung der ökologischen Wertigkeit des Schilfgürtels daher bedingtermaßen unterschiedlich.

Die Erzielung möglichst dichter, durch verschiedene Schilfgenerationen horizontal (Knickschichten) und vertikal ökologisch reich strukturierter Schilfbestände setzt eine wirtschaftliche Nutzung über lange Jahre aus. Solange die Rhizome lebensfähig sind - etwa 8-10 Jahre (SZCZEPANSKI, 1969), werden Halme produziert, wenn auch in immer geringerer Anzahl, da zumindestens Lichtmangel und Konkurrenzdruck eine räumlich unbegrenzte Verdichtung der Gesellschaft verhindern. Solche inhaltsreichen und mikroklimatisch gut gestaffelten Schilfgesellschaften werden außerhalb des Wasserkörpers langfristig von einer vielfältigen Arthropoden- und Vogelfauna besiedelt, schließlich gab die letztere bereits seit Jahrzehnten Anlaß, den Schilfgürtel als Lebensraum einem umfassenden Schutz zuzuführen.

Gerade zum Thema Schilfvögel existieren zahlreiche Arbeiten, welche allerdings teilweise unter Außerachtlassung einer ganzheitlichen Betrachtungsweise nur für den bedingungslosen Schutz der Vogelfauna plädieren. Glücklicherweise setzen aber auch andere Arbeiten eine Neuorientierung und beziehen etwa den Parameter der Vegetationsstruktur als wichtiges Requisit der Raumgestaltung ein (z.B. ZWICKER, GRÜLL 1985, DVORAK 1985, SEZEMSKY, RIPPEN 1985).

Ganz anders hingegen verlaufen die Gesetzmäßigkeiten in regelmäßig abgeernteten Beständen, welche sich demzufolge nur aus Jungschilf der jeweiligen Saison zusammensetzen. Die Halme wachsen uniform gleichmäßig und gerade, die Halmdichte ist geringer, der Konkurrenzdruck durch die jährliche Erneuerung der oberirdischen Bestandeselemente herabgesetzt. Solche Schilfflächen vermitteln ökologisch einen sehr monotonen Eindruck, da ihnen jegliche horizontale und altersmäßige Gliederung fehlt. Sie schließen eine Faunenvielfalt aus und werden nur von wenigen Arten besiedelt

welche hier ihr Bedürfnis nach einer Gliederung des Lebensraumes abdecken können.

Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus sind solche Schilfflächen jedoch nicht nur relativ einfach beerntbar sondern als einzige auch gewinnbringend verwertbar, eine Ausdehnung der solcherart "gepflegten" Rohrbestände wäre nach dem Wunsch der Schilf verwertenden Betriebe anzustreben. Zweifellos liegt in einer großflächigen Beerntung des Schilfgürtels durch den Winterschnitt auch die einzige Chance, den Nährstoffaustrag zu fördern. Aus der Sicht des Naturschutzes ist jedoch die ökologische Verarmung zu Restzönosen in einem prinzipiell sehr reich gegliederten System, welches zahlreiche Nischen bietet, zu bedenken.

SIEGHARDT & MAIER (1985) haben sich mit einer umfangreichen Studie eingehend mit den produktionsbiologischen Aspekten unterschiedlich alter und standortsdifferenzierter Schilfbestände auseinandergesetzt. Eine - unter der Einbeziehung verschiedener Untersuchungsergebnisse (HÜBL 1966, MOOK & v.d.TOORN 1982) - sorgfältig durchgeführte Wachstumsanalyse läßt eine Differenzierung von unbewirtschaftetem Altschilf und regelmäßig beernteten Flächen mit Jungschilfbestand nach folgenden Kriterien zu:

#### 1.) bewirtschaftetes Schilf:

- \* stets größere Bestockungsdichte und deshalb höhere oberirdische Stoffproduktion (weitgehend standortsunabhängig) durch besseres Lichtklima für die Schößlinge und bessere Wassererwärmung durch ungehinderte Sonneneinstrahlung, wodurch bessere Startbedingungen im Wachstum entstehen.
- \* Bestandesdichte:  
landseitiger Übergangsbereich 128 Halme pro m<sup>2</sup> und Biomasseproduktion 22 t Trockenmasse pro ha,  
zentraler Schilfgürtel 125 Halme pro m<sup>2</sup> und Biomasseproduktion 10 t Trockenmasse pro ha,  
seeseitige Randzone 140 Halme pro m<sup>2</sup> und 16 t Trockenmasse pro ha.
- \* homogene Bestandesstruktur

#### 2.) unbewirtschaftetes Schilf:

- \* Konkurrenz von Junghalmen mit Althalmen und Überständern (bilden die Knickschicht) um Licht, dadurch auch geringere oberirdische Stoffproduktion; Jungschilfanteil am Gesamtbestand zwischen 30 und 55%.  
Insgesamt ist - bedingt durch die geringere Bestandesdichte - die oberirdische Produktion um 13-44% niedriger als in geschnittenen Beständen.
- \* Bestandesdichte:  
landseitiger Übergangsbereich 113 Halme pro m<sup>2</sup> und Biomasseproduktion 12 t Trockenmasse pro ha,  
zentraler Schilfgürtel 68 Halme pro m<sup>2</sup> und Biomasseproduktion 9 t Trockenmasse pro ha  
seeseitige Randzone 77 Halme pro m<sup>2</sup> und Biomasseproduktion

- 11 t Trockenmasse pro ha
- \* verstärktes Längenwachstum durch größere Streckung der Internodien
  - \* Alte Sprosse beeinflussen das Mikroklima in den Beständen und schützen die Jungtriebe im Frühjahr weitgehend vor Frost

### 1.3.2. NÄHRSTOFFEINTRAG UND SCHILFWACHSTUM

Die Nährstoffaufnahme und -Rückhaltekapazität des Schlammsedimentes und die Dynamik der Nährstoffkreisläufe steuern letztlich auch den Nährstoffhaushalt der Schilfpflanze. Beedeutsam ist dabei der Transport von großen Nährstoffmengen mit dem Sediment aus der freien Seefläche in den Schilfgürtel, wo diese deponiert werden. Teilweise reichen diese Sedimentationsflächen bis zu 1,5 km weit in den Schilfgürtel hinein. Andererseits produzieren Schilfbestände ohne regelmäßige Entfernung der oberirdischen Phytomasse durch den Schnitt selbst große Nährstoffmengen. Aus diesem Pool können die Pflanzen über die Rhizome und vor allem die Adventivwurzeln Nährstoffe teilweise nützen. Vor allem Stickstoff, Phosphor und Kalium werden von den jungen Trieben am Beginn der Vegetationsperiode in hohem Maße benötigt, insbesondere Bestände im tieferen Wasser investieren große Mineralstoffmengen um das Streckungswachstum zu beschleunigen (SIEGHARDT & MAIER, 1985). Bis zur Bildung der Blütenrispen steigt der Nährstoffgehalt in den oberirdischen Teilen ständig an. Ab August erfolgt die Verlagerung der Nährstoff- und Photosyntheseüberschüsse in das Rhizom. Diese Speicherprodukte ermöglichen den Jungpflanzen der nächsten Saison ein besonders rasches Wachstum.

Die allgemeine Zunahme des Eutrophierungsgrades im Schilfgürtel beeinflusst auch das Wachstum des Schilfes. Dieses kann vorübergehend durch eine überhöhte Nährstoffzufuhr zwar gefördert werden, letztlich beruht jedoch - wie bereits festgehalten - der Rückgang großer Schilfflächen europaweit vorwiegend auf der Hypertrophierung des Nährstoffeintrages (BINZ, 1989). Geradezu ein klassisches Beispiel für das anthropogen ausgelöste Endstadium in Schilfbeständen bietet der Uferbereich des Bodensees, wozu eine umfangreiche wissenschaftliche Dokumentation aufliegt (SCHRÖDER, 1987). Die Ursache des Schilfsterben durch eine zu hohe Eutrophierung des Gewässers weist einen typischen Verlauf auf und endet stets in der Schwächung des Halmes und der folgenden Rhizomfäule. Während der Eutrophierungsphase erfolgt vorerst eine Steigerung der Produktivität und äußert sich in einer Zunahme der Bestockung (Dichte gegen 100 Halme /m<sup>2</sup>) und der Halmhöhe. Gleichzeitig verringert sich allerdings auch die mechanische Stabilität, wodurch die Bestände im Winter niederbrechen. Zusammen mit einer gesteigerten Biomassenentwicklung von Algen bewirkt der erhöhte Nährstoffeintrag durch die Schilfbestände selbst im ohnedies nähr-

stoffbelasteten Wasser eine Anhäufung des subaquatischen Litters mit Wallbildungen gegen die offene Seefläche hin. Gleichzeitig erfolgt die Intensivierung der Denitrifikationsprozesse und eine Zunahme anoxischer Zustände durch die vermehrte Bildung von Schwefelwasserstoff.

Letztlich sinken im Wasser die Faunenbestände dramatisch ab, wie das besonders durch das Ausbleiben der Fischfauna dokumentiert wird.

Schilfhalm erreichen ihre mechanische Festigkeit durch die Ausbildung zweier verschiedener Zelltypen, den unverholzten Kollenchymzellen und den verholzten Sklerenchymzellen. Diese Festigungsgewebe ermöglichen gleichzeitig auch eine hohe Elastizität der Pflanze gegen Wind- und Wellendruck. Die Verholzung beruht auf der Einlagerung von Holzstoffen (Ligninen) in das Cellulosegerüst der Zellwände. Eine zusätzliche Deponierung von Kieselsäure fördert den Grad der Halmfestigung. Wie die Untersuchungen von BINZ (1989) ergaben, ist der Ligningehalt des Schilfes direkt vom Eutrophierungsgrad des Standortes abhängig. Dieser wirkt sich etwa bei hohen Stickstoffgaben zwar positiv auf die Erhöhung des Halmradius und die Halmhöhe aus, allerdings negativ auf die Ausbildung der äußeren Sklerenchymring aus. Der Ligningehalt erhöht sich in solchen Fällen gesteigerten Wachstums selbst nicht, womit auch die Halmfestigkeit (Bruchfestigkeit, Zerreißfestigkeit) sinkt (TOBLER, 1943, RAGHI-ATRI & BORNKAMM, 1979).

Schilfbestände, welche sich im erhöhten Nährstoff-Milieu entwickeln, erreichen oft enorme Höhen und Halmdurchmesser (390 cm, 10 mm). Dennoch sind diese Halme wenig widerstandsfähig gegen mechanische Belastung, sie weisen keine Elastizität auf und brechen leicht, wie die Testergebnisse von MISSELINGER (1992) eindeutig ergeben haben. Die hohe Frisch-Phytomasse täuscht, da solches Schilf aufgrund des geringen Ligningehaltes einen hohen Anteil von Wasser in den Wandzellen sammelt.

Den wichtigsten Faktor im Stoffhaushalt des Schilfrohres stellt das Nitrat dar, wobei die N-Mineralisation an den wasserbedeckten Standorten mit anaeroben Bedingungen geringer ist als an den im Sommer besser belüfteten und den Nährstoffeinflüssen der angrenzenden Agrarflächen ausgesetzten landseitigen Bestandserändern. Aus diesem Grund enthält auch das Trockenschilf höhere Stickstoffwerte. Eine Folge dieser Situation ist daher die besonders hohe Halmdichte mit durchwegs dünnen Halmen (ELLENBERG, 1964).

Ein erhöhter Phosphoreintrag bewirkt wiederum eine Reduzierung des Rohfasergehaltes (GUNTALI, 1989). Die Gesamtbelastung des Standortes durch Eutrophierung führt demnach je nach Kombination der Nährstoffe zu unterschiedlichen Reaktionen.

Die von MISSELINGER (1992) im Schilfgürtel durchgeführten Untersuchungen über den Parasitierungsgrad verschiedener Schilfbestände durch "Schad"insekten zeigen deutlich die Zusammenhänge zwischen Nährstoffeintrag, resultierenden Standortbedingungen und Parasitenbefall.

Interessant ist die Feststellung, daß der Verholungsgrad von der Bewirtschaftung der Schilffläche abhängt. Gebrannte und gemähte Rohrbestände weisen einen signifikant niedrigeren Ligningehalt auf als nicht bewirtschaftete (GUNTLI, 1989). Gemessen am Ligningehalt, besitzen die Halme gebrannter Schilfflächen daher die geringste Stabilität.

LIGNINGEHALT in %	
nicht bewirtschaftet	10,5
gebrannt	8,7
gemäht	9,2

Für den Neusiedler See lassen sich solche Befunde folgendermaßen umsetzen:  
 Bestimmungen des Sklerenchm- und Phosphorgehaltes in Schilfbeständen verschiedener Entnahmestellen im Bereich von Kläranlagen zwischen Purbach und Winden weisen deutlich auf die zwar funktionierende Phosphor-Rückhaltung, jedoch mangelhafte Kontrolle der Abwasserwerte für Stickstoff hin. Alle untersuchten Vorfluter (Purbach, 1, Breitenbrunn, 2, Winden, D1) wiesen erheblich erhöhte Nährstoffwerte auf, welche nicht nur im Wasser feststellbar sind sondern sich letztlich auch in den Schilfpflanzen und ihrer morphologisch-anatomischen Beschaffenheit dokumentieren lassen. Zugleich konnte auch der starke Nährstoffeintrag entlang der ortsnahen Seeränder (Grünschnittdeponie in Neusiedl, 3) und in verschiedenen Wassergräben (Seedamm-Kanal Rust, 2) nachgewiesen werden, welche sichtlich unkontrolliert in den Schilfgürtel zielen. Die ermittelten Werte für P tot und N tot lagen stets erheblich über jenen ökologisch offensichtlich relativ intakter Schilfflächen (Winden n des Seedammes, B2, C2). Insgesamt ist aber an allen Standorten ein erhöhter P-tot Gehalt feststellbar, welche den eutrophen Charakter des Schilfgürtels wiedergeben.

STANDORT	Ptot $\mu\text{g/l}$ 1)	Ntot $\mu\text{g/l}$ 1)	JUNGHALMZAHL/0,25m <sup>2</sup> 2)
22.10.1991			
Neusiedl 1	84	1.263	12
Neusiedl 3	305	1.401	37
Winden B2	440	627	30
Winden C2	345	1.719	7
Winden D1	99	5.349	25
Breitenbrunn 2	72	1.921	52
Purbach 1	148	2.033	55
Rust 2	598	1.354	36

STANDORT	Ptot mg/0,25m <sup>2</sup> 3)	HALM- ELASTIZITÄT cm 4)	PARASITEN- BEFALL % 2)
-----			
17.10.1991			
Neusiedl 1	420	5,8	47,5
Neusiedl 3	4.516	4,3	60,0
Winden B2	1.537	13,4	43,2
Winden C2	275	15,8	24,2
Breitenbrunn 2	3.500	7,5	53,0
Purbach 1	5.071	4,0	58,4
Rust 2	2.569	4,6	60,3

Daten:

- 1) Biologische Station Illmitz
- 2) WAITZBAUER unveröff.
- 3) SLAPA unveröff.
- 4) MISSLINGER, 1992

#### 1. 4. INTERAKTIONEN ZWISCHEN SCHILFWACHSTUM UND PARASITENBEFALL

Am Schilf treten viele Schädlinge und Krankheiten auf. Insbesondere unter den Arthropoden beeinflussen etliche Arten das Wachstum der Pflanzen sehr nachhaltig, viele von ihnen leben monophag am Schilf. Nach der Art ihrer Ernährung lassen sie sich in Gallenbildner mit ihren Inquilinen, in Halm- und Rhizomminierer, in Halmminierer, phytophage Blattfresser und Pflanzensaftsauger gliedern. Eine umfangreiche, hier nicht speziell angeführte Literatur befasst sich eingehend mit der Larvalbiologie der häufigsten und - aus ökonomischer Sicht - durch ihr Schadbild auch auffallensten Arten. Insgesamt wurden 45 Arten nachgewiesen, welche immer oder zeitweise am Schilf leben und sich von dessen Pflanzmasse ernähren (GRABO, 1991). Unter ihnen haben die Gallenbildner und Minierer durch ihren hoch spezialisierten Entwicklungszyklus die engsten Bindungen an die Wirtspflanze, speziell an die Halmdichte oder den Halmdurchmesser und sind deshalb in ihrem Vorkommen auf bestimmte Bereiche von Schilfflächen konzentriert.

Auffällig ist in diesem Zusammenhang der Verbreitungsschwerpunkt von Gallen verschiedenster Verursacher in landseitigen Schilfbeständen, welche alle wichtigen Entwicklungsvoraussetzungen zum Zeitpunkt des Befalles aufweisen. An diesen suboptimalen Stand-

orten herrscht durch benachbarte Kulturflächen auch ein höherer Trophiegrad, weshalb die Halme hier durch höheren Stickstoff-Einfluß zu dichteren Beständen, bei jedoch geringen Durchmesserneigen. Schilf im semiaquatischen Bereich hat dickere Halme und wirkt für die Eiablage nicht attraktiv. Dieses Verbreitungsbild ist vor allem für die auffälligen Wipfelgallen der LIPARA-Arten (Schilfgallenfliegen) sehr typisch, die unter günstigen Umständen landseitig bis zu 43% des Schilfes stark schädigen können (GRABO, 1991). LIPARA SIMILIS, welche im landnahen Schilfgürtel des Neusiedler Sees die häufigste Art ist, befällt 23% der jungen Schilfhalme (MISSLINGER, 1992), für die phyto-saprophage Halmfliege PLATYCEPHALA PLANIFRONS gibt TSCHIRNHAUS (1981) eine 10% Befallsrate an. Solche suboptimal entwickelten Rohrbestände sind allerdings für die wirtschaftliche Nutzung bedeutungslos.

Analoge Konzentrationen der Parasitierung treten bei der Gallmücke Giraudiella inclusa auf, deren Befall eine Verlängerung der dünnen Trockenschilf-Halme bis zu 11% verursacht und zwar umso länger, je stärker der Befall ist. Die Anhäufung der reiskorngroßen Gallen in der Schilfwand kann zu einer Vermehrung bis zu 32% des Trockengewichtes führen. Prinzipiell sind lange, dünne Halme zwar photosynthetisch bevorzugt, allerdings bedingt die Parasitierung zugleich auch eine verstärkte Brüchigkeit der Halme und aus wirtschaftlicher Sicht damit auch einen Verlust ("Papierrohr").

Für die räumliche Verteilung und die Populationsdynamik der Rohreule, ARCHANARA GEMINIPUNCTA, dem -auch am Neusiedler See- einzigen, gefährlichen Schilfschädling, ist die Nähe landseitiger Schilfbestände lebensnotwendig. Die Junglarven, welche den Winter in den Halmen verbringen, wechseln im folgenden Frühjahr auf neue Jungtriebe über, welche sie entweder über den Boden oder eine dicke Streuauflage erreichen. Erst beim Ortswechsel zu weiteren Wirtspflanzen - mit dickeren Halmdurchmessern, in denen später auch die Verpuppung erfolgt - im späten Frühjahr/ frühen Sommer, erfolgt die Wanderung auch über Wasserflächen, sofern die Belaubungsdichte ausreicht, um eine neue Pflanze zu erreichen.

Die Auswirkungen des Befalles sind zwar immer nur lokal, können jedoch massiv sein. Durch die Unterdrückung eines weiteren Wachstums der parasitierten Pflanze bereits in einem sehr frühen Stadium, ist solches Schilf wirtschaftlich völlig wertlos, zumal der Endbefall immer in dickhalmigen Beständen erfolgt. Die Halmverkürzungen können bis zu 44% betragen, der Biomasseverlust, welcher letztlich auch von wirtschaftlicher Effizienz ist, bis zu

60% (TSCHARNTKE, 1990). Der Befall kann so stark sein, daß 76% (WAITZBAUER, 1986) - 90% (GRABRO, 1991) der betroffenen Schilffläche zerstört werden. Andererseits tritt das Phänomen eben nur scharf abgegrenzt auf und niemals großflächig.

Bemerkenswert ist die Interaktion zwischen Wirtspflanze und Parasit. Die Archanara-Populationen weisen 3-5-jährige Gradationen auf, welche über Massenvermehrung bis zum völligen Zusammenbruch reichen.

Nach bisherigen Untersuchungsergebnissen (MOOK & VAN DER TOORN, 1985) reagiert das Schilf auf die Archanara-Schädigung wie auch auf andere Arten der mechanischen Schädigung (Grünschnitt, Frosteinwirkungen) durch die sofortige Aktivierung schlafender Knospen und einer u.U. hypertrophierte Ausbildung von Seitenästen. Deren Anzahl kann bis über 300 pro m<sup>2</sup> betragen. Die indirekte Reaktion ist die Ausbildung dünnerer Halme im folgenden Frühjahr, welche für die abschließende Entwicklung adulter Raupen nicht geeignet sind.

Am Neusiedler See sind folgende, wenige Insektenarten als echte Schilfschädlinge von Bedeutung:

#### DIPTERA:

##### Cecidomyiidae:

- Giraudiella inclusa* Bildung von Reiskorn artigen Gallen im Inneren von Haupt- und Seitentrieben  
*Lasioptera hungarica* zahlreiche, freilebende Larven pro Halm, Ernährung von papierähnlichen Pilzmycelien in den Internodien

##### Chloropidae:

- Lipara lucens* Bildung einzelner, großer Endgallen ("Schilfzigarren", der Befall unterbindet ein weiteres Längenwachstum und verhindert den Blütenansatz  
*Lipara similis* Gallen ähnlich, allerdings viel kleiner.  
*Platycephala planifrons* Zerstörung des Vegetationspunktes ohne Gallenbildung, der Befall unterbindet ein weiteres Längenwachstum und den Blütenansatz

#### LEPIDOPTERA:

##### Noctuidae:

- Archanara geminipuncta* Raupe frißt im oberen Halmdrittel, wechselt dann zum nächsten über und zerstört während der Entwicklung bis zu 7 Halme, verhindert das weitere Wachstum und den Blütenansatz, induziert die Bildung von Seitentrieben

## 1.5. EUTROPHIERUNG UND KLEINTIERWELT IM WASSERKÖRPER DES SCHILFGÜRTELS

### 1.5.1. DIE SUBAQUATISCHE INSEKTENFAUNA

Der Schilfgürtel beherbergt nicht nur in den Röhrichtwäldern über der Wasseroberfläche sondern auch in seinem subaquatischen Raum eine reichhaltige Evertebratenfauna, deren Lebenszyklus z.T. eng an die jahreszeitlichen Schwankungen des Wasserspiegels angepaßt sind. Viele Arten weisen spezielle physiologische Einrichtungen auf, welche in einem vielfach anaeroben, anoxischen Milieu das Leben gewährleisten. Unter allen Bewohnern des Wasserkörpers sind vor allem die Insekten mit hoher Populationsstärke und vielen Arten vertreten. Nun ist aber der Schilfgürtel kein monotoner Pflanzenbestand sondern natürlicherweise ein vielfältiges Mosaik zahlreicher Teilsysteme und Kleinstlebensräume, die durch den Wasserkörper in Verbindung stehen. Auch hier herrscht keineswegs Einheitlichkeit, da bereits durch die Standortsfaktoren örtlich beträchtliche Schwankungen in den limnochemischen Parametern auftreten. Offene Blänken und geschlossene Rohrbestände weisen zudem eine sehr verschiedenartige räumliche Strukturierung des subaquatischen Bereiches auf, submerse Makrophyten und Algenwatten bilden weitere Requisiten der räumlichen Gliederung. Zusätzlich schaffen Schilfflächen mit unterschiedlicher Altersstruktur und sehr differenter Anordnung der Strukturelemente eine nochmalige Möglichkeit der Diversität. Die Detritusaufgabe des Bodengrundes ist in jahrelang unbewirtschafteten Altschilfbeständen von ganz anderer Zusammensetzung als in regelmäßig geschnittenen Jungschilfgebieten. All diese vielfältigen Bausteine der Lebensraumgliederung bedingen letztlich auch die Zusammensetzung der Fauna.

Im Rahmen von Untersuchungen über die Abundanz, Artendichte und Populationsdynamik von aquatischen Insekten in verschieden alten Schilfbeständen sind -ohne den Endresultaten vorweg greifen zu wollen- bisher folgende Aussagen möglich:

Im Vergleich zwischen offenen Blänkensystemen, Schilfinseln und dichten Schilffarealen unterschiedlicher Altersstruktur (1-jährig, 3-5 jährig, etwa 6-10 jährig) sind stets die Schilfinseln jene Lebensräume mit der größten Artenvielfalt. Hier trifft sich der freie Wasserraum mit dem Unterwasserwald der eng gestellten Schilfhalme und sorgt so für große Abwechslung in den Lebensbedingungen.

Die artenärmsten Biotope stellen die Blänkensysteme dar. Wenn diese im Frühjahr durch den intensiven Lichtgenuß und die raschere Erwärmung des Blänkenwassers auch klimatische Vorteile gegen-

über dem beschatteten, kühleren Wasserkörper im Schilfgürtel aufweisen, so kehren sich die ökologischen Verhältnisse im Sommer mit sinkendem Wasserstand und höherer Wassertemperatur in das Gegenteil. Dicke Algenwatten bedecken große Bereiche des Wasserspiegels, behindern den Gasaustausch und tragen durch ihre rasche Vermehrung selbst zur Bildung anoxischer Vorgänge bei. Bereits im Mai sinkt der Sauerstoffgehalt des Wassers auf ein Minimum. Hier leben nur wenige Spezialisten, welche mit den keineswegs einfachen Lebensbedingungen ihr Auslangen finden. Typische Vertreter sind etwa die Waffenfliegen (Stratiomyidae, z.B. *Stratiomyia chamaeleon*, *Eulalia viridula*) und verschiedene Schwebfliegen (Syrphidae, z.B. *Eristalis tenax*, *Helophilus pendulus*, *Myiatropa florea*). Sie sind durch die Möglichkeit, die Atemluft über einen Schnorchelfortsatz an den Endstigmen direkt an der Wasseroberfläche zu entnehmen befähigt, auch anaerobe Verhältnisse im Lebensraum langfristig zu ertragen.

Stellt man einen Vergleich zwischen verschiedenen alten Schilfgesellschaften her, so zeichnen sich vieljährige Altschilfbestände durch die geringste Arten- und Individuendichte aus. Die Gründe mögen darin liegen, daß der Unterwasserraum durch zahlreiche Detritusgenerationen stark eingeengt wird und der organische Abbau zudem stark Sauerstoff-zehrend ist.

Den vielfältigsten Faunenbestand weisen die untersuchten 3-5-jährigen Schilfflächen auf, wohingegen solche mit regelmäßigem Schnitt einen nur wenig abwechslungsreichen Artenbestand beinhalten. Hier könnten die zu monotone Unterwassergliederung durch das Jungschilf und die zu geringe Streuauflage limitierend wirken.

Insgesamt hat sich die aquatische Insektenfauna des Schilfgürtels gegenüber den letzten 20 Jahren stark verändert. Wenn auch vorerst nicht quantifizierbar, so stimmt doch auch die qualitative Aussage nachdenklich, daß seit den letzten umfangreichen Untersuchungen im Rahmen des Internationalen Biologischen Programmes, I.B.P., vor 25 Jahren der Artenschwund sehr auffällig ist. Die Odonatenfauna wirkt stark rückläufig, unter den Wasserwanzen ist *Ranatra linearis* selten geworden, große Schwimmkäfer (*Cybister laterimarginalis*, *Hydrous piceus*) könnten im Schilfgürtel des Neusiedler Sees vielleicht schon bald auf der Roten Liste stehen. Die Ursachen können nicht direkt auf die Eutrophierung des Schilfgürtels zurückgeführt werden sondern beruhen auf den Folgeerscheinungen, welche wiederum die Lebensverhältnisse beeinträchtigen. So z.B. sind die mächtigen schwimmenden Algenwatten über längere Zeit kein Ersatz für den reichstrukturierten Lebensraum, welcher durch den überaus stark in Rückgang begriffenen Wasserschlach, *Utricularia vulgaris* gebildet wird. Die drastische Verschlechterung der Sauerstoffverhältnisse fördert wohl das Ausbleiben vieler anspruchsvollerer Arten.

### 1.5.2. DIE WASSERSCHNECKENFAUNA IM SCHILFGÜRTEL

Wasserschnecken nehmen im Stoffkreislauf des Schilfgürtels eine bedeutsame ökologische Stellung ein. Sie sind eng in die Produktion und Transformation von Detritus eingebunden. Ein Großteil der produzierten Phytomasse bricht zusammen und gelangt unter die Wasserfläche ohne vorher wesentlich von Phytophagen reduziert worden zu sein.

Wasserschnecken können wie die meisten Detritivoren Cellulose nicht direkt verdauen sondern ernähren sich vorwiegend vom Verzehr von Mikroorganismen. Dennoch ist ihre Rolle beim Abbau des Schilfdetritus sehr bedeutsam. Durch Benagen und Zerkleinerung der äußeren Zellschichten vergrößern sie die Oberfläche und schaffen so die Basis für den weiteren Abbauvorgang durch Mikroorganismen. Die Einwirkung auf die Schnelligkeit der Abbaurate des Schilfes ist artspezifisch und hängt weniger vom Zerkleinerungseffekt ab (MENDEZ CARDOS, 1987). Insgesamt beschleunigen Wasserschnecken die Aufbereitung des Materials um das 7-fache gegenüber einem normalen Weg auf rein mikrobieller Basis, durch ihre oft großen Abundanzen weisen sie bereits auf ihre wichtige Rolle für den Stoffkreislauf im Ökosystem des Schilfgürtels hin (IMHOF & BURIAN, 1972).

Die aufgenommene Nahrung kann zu einem Großteil nicht direkt verwertet werden sondern wird bei der Darmpassage transformiert und steht dann weiteren Detritusfressern und letztlich den Detritusfressern direkt zur Verfügung. Wasserschnecken beschleunigen also den Dekompositionsprozeß, sie sind ein wichtiges Glied in der Wechselwirkung zwischen Mikro- und Makrofauna beim Abbau von Pflanzenresten, wobei den erwachsenen Schnecken im Winter, nach dem herbstlichen Blattfall, eher die Bedeutung als "Grobpartikelfresser", den Inadulten hingegen die Rolle von "Feinpartikelfressern" zukommt.

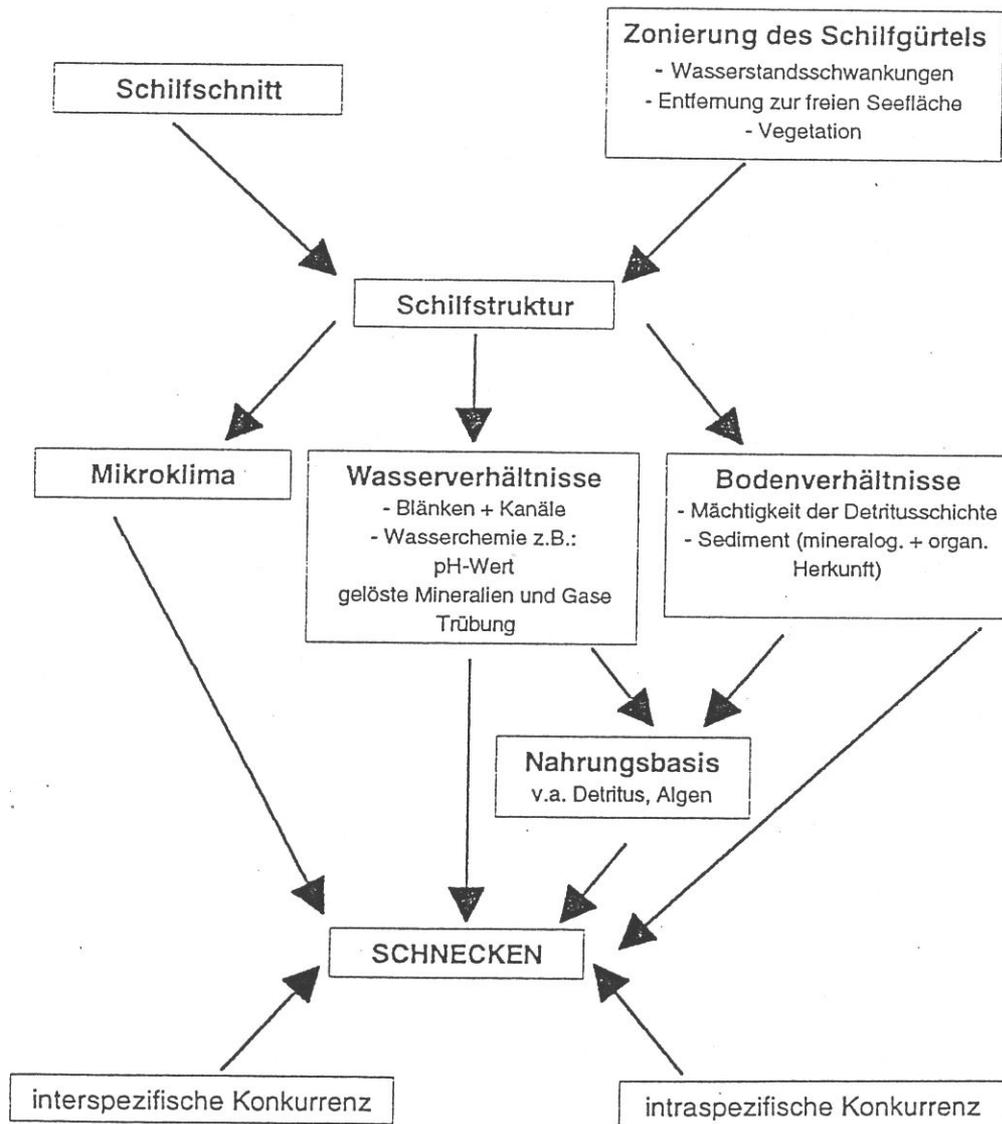
Die Verteilung der Artendiversität und Abundanz der Wasserschnecken im Schilfgürtel ist einerseits auf die Zonierung in einen wechselfeuchten und einen permanent wasserbedeckten Bereich zurückzuführen, andererseits auf die unterschiedlichen Nährstoffverhältnisse zwischen permanenten Jungschilfflächen und überalterten Beständen.

In den landseitigen Schilfgürtelzonen, welche dem sommerlichen Trockenfall ausgesetzt sind, müssen die Wasserschnecken, in das Gehäuse zurückgezogen, die Trockenperiode unter Einschränkung der Lebensprozesse überdauern, sicherlich eine für das Überleben der Population problematische Situation.

Andererseits spielen Standortfaktoren, wie Mikroklima und unterschiedliche Wasserverhältnisse eine wesentliche Rolle. Sie werden wiederum vom Schilfschnitt beeinflusst, welcher letztlich auch die Strukturierung des Lebensraumes kontrolliert. Das Problem der Eutrophierung zieht sich auch hier wie ein roter Faden durch die Biozöosen.

Im Vergleich verschiedener Altersgesellschaften erweisen sich Altschilfflächen als die arten- und individuenreichsten. Alle 5,

derzeit im Schilfgürtel lebenden Gastropodenarten treten hier auf. Die Gründe sind vermutlich vielseitig, könnten aber neben der längeren sommerlichen Wasserbedeckung in den diversen Detritusgenerationen liegen, welche möglicherweise als Nahrungsbasis für die einzelnen Arten unterschiedlich attraktiv wirken. Die an Schnecken arten- und individuenärmsten Flächen sind jene, die einer ständigen Bewirtschaftung unterliegen. Hier tritt nur eine einzige Art, *Planorbis planorbis*, auf, welche als euryök einzustufen ist. Die Populationsstärke erreicht nur wenig mehr als 1/10 des Bestandes im Altschilf (ESCHNER, 1992).



Schematische Darstellung einiger Faktoren, die die Artenstruktur der Schnecken bestimmen

Die allgemeine Verschlechterung der ökologischen Verhältnisse im-Schilfgürtel beweist die Tatsache, daß der Artenbestand in den letzten 20 Jahren dramatisch gesunken ist. IMHOF(1971) konnte 1968 noch 10 Arten nachweisen, welche damals zum Teil umfangreiche Populationen bildeten (*Lymnaea stagnalis*). Diese Art, ebenso auch die große Posthornschncke, *Planorbarius corneus*, war zum Zeitpunkt der 18 Jahre später vorgenommenen Untersuchungen von MENDEZ CARDOS (1987) bereits ausgestorben. Heute finden sich nur noch Gehäuse oder deren Reste in tieferen Rhizomschichten.

gefundene Arten:	Autor	1967 - 1968	1983 - 1984	1990 - 1991
		IMHOF	MENDEZ	ESCHNER
<i>Valvata cristata</i>	(O.F.MÜLLER 1774)	-	+	-
<i>Valvata piscinalis</i>	(O.F.MÜLLER 1774)	-	++	-
<i>Bithynia tentaculata</i>	(LINNE 1758)	-	+	++
<i>Bithynia leachii</i>	(SHEPPARD 1823)	+	-	+
<i>Lymnaea stagnalis</i>	(LINNE 1758)	++	+	-
<i>Radix peregra</i>	(O.F.MÜLLER 1774)	++	+	-
<i>Stagnicola corvus</i>	(GMELIN 1791)	-	+	-
<i>Stagnicola palustris</i>	(O.F.MÜLLER 1774)	++	+	++
<i>Physa fontinalis</i>	(LINNE 1758)	++	+	+
<i>Planorbarius corneus</i>	(LINNE 1758)	++	-	-
<i>Planorbis planorbis</i>	(LINNE 1758)	++	++	++
<i>Anisus spirorbis</i>	(LINNE 1758)	+	-	-
<i>Gyraulus crista</i>	(LINNE 1758)	++	-	-
<i>Segmentina nitida</i>	(O.F.MÜLLER 1774)	-	++	-
<i>Acroloxus lacustris</i>	(LINNE 1758)	+	+	-
vorhandene Artenanzahl		10	11	5

- ..... nicht vorhanden  
+..... vorhanden  
++.....häufig vorhanden

: Vergleich der Artenzusammensetzung im Schilfgürtel des Neusiedler Sees zwischen 1967 - 1991

#### 1.6. BEWIRTSCHAFTUNG DES SCHILFGÜRTELS, AUSWIRKUNGEN, AUSSICHTEN AUF EIN PFLEGEKONZEPT

Seit seiner Neubildung nach der letztmaligen Wasserfüllung des Seebeckens vor rund 130 Jahren, wird der Schilfbestand des Sees wirtschaftlich genutzt. Durch die explosive Entwicklung der Rohrbestände vor 40 Jahren aufgrund der zunehmenden Eutrophierung wurde die Nutzungsrate laufend geringer. Wurden in den 60-er Jahren noch über 1 Mill. MB geerntet (KNOLL, 1986), so beläuft sich das Ergebnis der letztjährigen Ernte auf 600.000 MB bei fallender Tendenz.

Der Schilfgürtel war immer schon ein Zankapfel zwischen den Anliegen des Naturschutzes und der ökonomischen Nutzung großer Schilfflächen. Einerseits sind die Vorwürfe berechtigt, daß die lange, überstarke Beerntung kaum mehr naturnahe Bereiche im Schilfgürtel zurückgelassen hat, andererseits geht seine derzeitige Ausdehnung auf menschliche Kultureinflüsse zurück, weshalb er eher mehr als eine Halbkulturlandschaft anzusprechen ist, denn als eine unberührte Wildnis.

Der Schilfgürtel ist seit Jahren durch Eutrophierungsprozesse, großflächigen sommerlichen Trockenfall, verstärkte Anhäufung von organischem Material und nachfolgende anoxische Prozesse in hohem Maße gefährdet. Warnzeichen für ein ökologisches Kippen und den möglichen Verlust einer einzigartigen Landschaft und eines in Mitteleuropa einmaligen Ökosystems gibt es genug, wenngleich sie über lange Jahre hinweg von der verantwortlichen Behörde immer auf die leichte Schulter genommen wurden. Mittlerweile existieren zahlreiche Schilfgebiete in ganz Europa, welche schwer existenzgefährdet sind oder sich bereits gar im Stadium des biologischen Unterhanges befinden.

FÜR DEN SCHILFGÜRTEL LAUTET DIE WESENTLICHSTE, ZUGLEICH AUCH SCHWIERIGSTE PFLEGEMASSNAHME:

UMFASSENDE NÄHRSTOFFAUSTRAG, VERMINDERUNG DES WEITEREN EINTRAGES

Eine umsichtige Pflege des Schilfgürtels, einschließlich des gesamten limnischen Systems, ist eine Notwendigkeit, wenn die riesigen Rohrbestände ökologisch intakt bleiben sollen. Lediglich in den Kernzonen des künftigen Nationalparks sollte jegliche Schilfpflege zugunsten des natürlichen Sukzessionsablaufes aussetzen.

### 1.6.1. WINTERSCHILF-SCHNITT

Schilfbestände geschnittener Flächen unterscheiden sich von jenen ungeschnittener recht auffällig. Das Schilf der neuen Generation hat räumlich genügend Platz zur Entwicklung, verfügt über einen größeren Lichtgenuß und hat demzufolge durch ein stärkeres Längenwachstum auch eine höhere Produktionsleistung (SIEGHARDT & MAIER, 1975). Insgesamt bewirkt die maschinelle Bewirtschaftung zweifellos einen günstigen Effekt auf die Bestandesbildung durch horizontale oder vertikale Strukturverbesserung aufgrund des unifornen Halmwachstums und längerfristig durch eine Reduzierung des anfallenden Detritus.

Ungeschnittene Rohrflächen unterscheiden sich von beernteten zudem entscheidend hinsichtlich ihrer Frostresistenz und der daraus resultierenden ökologischen Differenzierungen. In ungeschnittenen Beständen reicht die Frostwirkung mit Eisbildung maximal bis -40 cm, wodurch die tiefer gelegenen Rhizome vor Frostsprengung gut geschützt sind. In den Winterschnittgebieten hingegen kann zufolge der fehlenden Isolationswirkung plötzlich einsetzender, starker Frost zu schweren Ausfällen an den Rhizomen, Halmknospen und Endsprossen führen. Die Schädigung solcher Flächen ist jahrelang nachweisbar. Nach dem Einsetzen der ersten Wärmeperiode genügt bereits ein kurzer Frosteinbruch von -1,5°C, um auf den exponierten Schnittflächen die Endsprosse und Halmknospen zu vernichten (SIEGHARDT & MAIER, 1985).

Wesentlich ist also die richtige Schnitthöhe, da zu niedrig geschnittenes Rohr nach der Eisschmelze vom Wasser überschwemmt wird und abstirbt. Die Schnitthöhe von 15-20 cm über der Eisdecke hat sich in der Praxis bewährt (RODEWALD-RUDESCU, 1974), wird aber am Neusiedler See nicht eingehalten.

Ein ganz wesentliches Ergebnis des Schnittes ist auch die Beseitigung von Schilfparasiten mit einjähriger Entwicklung, welche mit dem winterlichen Schnitt als Puppen aus dem Bestand entfernt werden. nur wenig zielführend ist die Methode hingegen bei Schädlingen mit längerer Larvaldauer, wie z.B. die Rohreule, *Archanara geminipuncta*. Hier konnte nachgewiesen werden, daß die Entfernung der Halme lediglich eine Kontrolle auf die Parasiten ausüben kann, nicht aber deren endgültigen Ausschluß aus dem System. Parameter, wie Halmdurchmesser, Halmlänge, Präferenzen für bestimmte Dimensionen zur Eiablage, Verpuppung usw. werden als die Variablen nicht durch gängige Management-Methoden erfasst. Die "Antwort" einer endophagen Art auf den Schilfschnitt kann also an unterschiedlichen Standorten ganz gegensätzlich sein (KAMPICHLER, MISSLINGER, WAITZBAUER, 1993).

Die gewerbliche Nutzung des Schilfes hat am Neusiedler See eine lange Tradition und bezog sich auf seine Verwertung sowohl im frischen Zustand (Grünschnitt) als auch trocken (Winterschnitt).

1.) Das grüne Schilf wurde ab Mitte Juni bis Ende Juli geschnitten und fand als Beifutter Verwendung (Futterrohr-Schnitt). Die jährlich versteigerten Flächen ("Lusten") waren ca. 20 m breit und wurden vom Ufer aus 200-300 m weit in den Schilfgürtel hinein gemäht, der Rest blieb bis zur Reife stehen. Rinderherden wurden im Sommer in die feuchten Uferwiesen und in den Schilfgürtel getrieben, wodurch sich allmählich die Vegetation des Uferbereiches veränderte und zum Grenzraum zwischen Schilfbestand und Riedgrasflächen wurde.

2.) Die zweite Nutzungsform zur Gewinnung von Dachdeckmaterial (Reetdach) und zur Stall-Einstreu stellt die Mahd der trockenen Schilfhalme während des Winters dar. Ohne Eisbedeckung war die Ernte einstmals eine mühevollere Arbeit mit der Rohrsense oder Rohrsichel vom Boot aus. War der See zugefroren, konnte man mit der Methode des "Rohrstoßens" durch den Stoßschlitten die Halme von der Eisoberfläche abtrennen. Nachteilig an dieser Methode wirkte sich allerdings die tiefe Führung der Stoßklinge knapp ober dem Eis aus. Bei einem Anstieg des Wasserspiegels nach der Eisschmelze konnte Wasser in die Stoppeln eindringen und die Rhizome zerstören. Die weitere Behandlung der restlichen, nicht beernteten Schilfbestände erfolgte durch Abbrennen, um die hohe Qualität des einjährigen Schilfes zu erhalten.

Eine weitere Verwendungsmöglichkeit, welche in den 60-er Jahren aktualisiert wurde, fand sich in der Bauwirtschaft, vor allem in der Produktion von Rohrgeflechten und diversen Dämmplatten. Seitdem hat sich die Bautechnologie jedoch drastisch verändert, der Bedarf an Schilfprodukten ist stark gesunken. Seit einigen Jahren fördert die Tendenz zu natürlichen Baustoffen neuerdings ein stärkeres Interesse am Schilf.

3.) Moderne Erntemethoden arbeiten weitgehend mechanisiert.

In Verwendung sind vielfach Geräte der dänischen Firma Saiga ("Seekühe"), ein wat- und schwimmfähiges Gerät mit überbreiten Ballonreifen, welches sowohl für Eis- als auch Wasserhöhen bis zu 40 cm geeignet ist. Ein Einsatz für den Grünschnitt ist dabei prinzipiell möglich. Bei größeren Wassertiefen schwimmen die Fahrzeuge allerdings auf und brechen bei dünnem, hohlraumreichen Eis ein (KNOLL, 1986). Bei Verwendung im Wasser wirkt sich der niedere Bodendruck der Niederdruckreifen negativ aus, da sich die Reifen tief in den Bodengrund hinein wühlen und die Rhizome zerstören, darüber hinaus beträgt die Schnittbreite nur 2,5 m. Ein Problem ist zudem der mögliche Verlust von Öl während des Betriebes (HINTERLEITNER, mdl. Mttlg.).

Die zweite, im Schilfschnitt verwendete Maschinentype ist ein Raupenfahrzeug auf der Basis eines modifizierten Pistengerätes der Type Reedmaster, einer österreichischen Eigenentwicklung (HINTERLEITNER 1979, Abb.). Diese Erntemaschine besitzt eine Schnittbreite von 4 m und läuft auf zwei Raupenzonen, welche nach der Art des Untergrundes verstellt werden können um den Auflagedruck zu verringern, wodurch Spurschäden vermieden werden sollen. Aus konstruktionstechnischen Gründen ist ein Ölverlust in das Wasser nicht mehr möglich. Der Einsatz des Gerätes ist etwa bis

zu 70 cm Wassertiefe möglich und gestattet damit auch den Grünschnitt bis zur freien Seefläche.. Bei optimalen Bedingungen (Eisbedeckung) kann mit einer Erntemaschine 30-40.000 Meterbund Schilf geschnitten werden (HINTERLEITNER, mdl. Mttlg.).



Vereinzelt kommen auch Seilzugplätten mit aufgesetztem Mäh- und Bindegerät zum Einsatz, welche sich mittels Motorwinde an einem verankerten Seil entlang ziehen. Der Transport des Erntegutes zu den Lagerplätzen erfolgt anschließend mittels Zillen oder Schlitten, welche von Traktoren gezogen werden. Ein Nachteil dieser Methode ist die Schädigung der Rhizome durch die Traktoren. Ihre Reifen verursachen Ernteauffälle bis zu 30% durch Rhizomstörungen.

#### ANFORDERUNGEN an ERNTEMASCHINEN:

- \* Die erwünschte Beerntung von Großschilfflächen mit leichten, technisch unkomplizierten Geräten, am besten Seilzuggeräten
- \* mit großer Schnittbreite
- \* mit geringen Auswirkungen auf den Bodengrund und die Rhizome, Bodenaufgedruck max. 100g/cm<sup>2</sup>
- \* Einhaltung von bereits geschädigten Fahrspuren um den Schaden flächenmäßig möglichst gering zu halten
- \* einfache Erreichbarkeit der Schnittgebiete
- \* Schnitthöhe von mind. 10-15 cm über Eis/Wasser erforderlich

- \* Schnitthöhe von mind. 10-15 cm über Eis/Wasser erforderlich

#### ANLIEGEN der SCHILF VERARBEITENDEN BETRIEBE:

- \* Geförderte Entwicklung von Erntemaschinen, die für den Einsatz am Neusiedler See geeignet sind (ähnliche Projekte wurden bereits vor Jahren in Schweden und USA durchgeführt, (SCHUSTER, 1985)
- \* Einsatz von insgesamt 11 Maschinen nach dem Typ Reedmaster für den gesamten See ausreichend
- \* Vermehrung der Schilflagerplätze
- \* Geförderte Weiterentwicklung von Bioheizungs-Konzepten über Hackschnitzel-Verfahren
- \* Trennung zwischen Qualitätsschilf - Heizschilfgewinnung
- \* Ausdehnung der Ernteflächen und der Schilf-Vewertungsbetriebe

Insgesamt werden derzeit 10-15% des bestehenden Schilfgürtels durch 7 Betriebe beerntet, dem entspricht eine Ernte 1992/93 von 600.000 MB, jedoch ist deren Tendenz fallend. Als Gründe werden angegeben:

- \* Qualität des öst. Schilfrohrs bei Wasserernte ist sehr schlecht, bei Eisernte besser, insgesamt aber ist der Marktumsatz kaum möglich, da sich durch Billigimporte aus dem ehem. Ostblockländern der Preisverfall verschärft

#### 1.6.2. GRÜNSCHNITT

Bedeutete der sommerliche Grünschnitt nach der Getreideernte früher z.T. eine wirtschaftliche Notwendigkeit, so steht die Frage nach einem Pflegekonzept für den Schilfgürtel mit einer möglichst verstärkten Nährstoffausfuhr im Vordergrund. Aus Nährstoffanalysen ist abzuleiten, daß die höchsten Nährstoffgehalte in den oberirdischen Organen am Beginn der Vegetationsperiode auftreten. Prinzipiell hängt somit der maximale Nährstoffentzug für das System vom Schilfschnitt als auch vom jeweiligen Erntestandort ab; je früher der Schnitt erfolgt, umso größer ist die Nährstoffmenge, welche gleichzeitig mit der grünen Biomasse entfernt werden kann (GUNATILAKA, 1985).

Eine Ernte während der Vegetationsperiode ist jedoch aus verschiedenen Gründen problematisch:

1. Wird die oberirdische PHYTOMASSE entfernt, so entfällt die Möglichkeit, Assimilate und Nährstoffe im Rhizom zu lagern, die Pflanzen werden im folgenden Jahr kümmen.

2. Alle bisher verwendbaren, selbstfahrenden Erntemaschinen zerstören die Rhizome für die Sommergeneration von Halmen
3. Aus Naturschutzgründen müssen während der Brutzeit von Schilfvögeln großflächige Erntemaßnahmen generell entfallen
4. Der höchste Nährstoffgehalt konzentriert sich in den oberirdischen Organen am Beginn der Vegetationsperiode. Nach dem Schnitt ist der Nährstoffgehalt des Sekundärtriebes wesentlich geringer. Eine Ernte zu diesem Zeitpunkt bedeutet zwar die Ausfuhr von viel Biomasse, aber einem rel. geringen Makronährstoffgehalt (SIEGHARDT & MAIER, 1985).

### 1.6.3. BRANDRODUNG

An das geerntete Rohr werden verschiedene Ansprüche gestellt. Vorrangig ist die Feststellung, daß nur 1-jährige Bestände qualitativ hochwertig sind, während 2-3-jährige Schilfflächen eben noch beerntet werden können. (Es muß hier jedoch angefügt werden, daß solche Voraussetzungen nicht immer galten. Noch vor 25 -30 Jahren konnte man auch vieljähriges Schilf wirtschaftlich verwenden). Ältere Bestände mit sehr hohem Althalmanteil sind wirtschaftlich wertlos und werden nicht abgeerntet. Das bedeutet, daß entweder jedes Jahr auf der gleichen Fläche geschnitten wird oder es muß der alte Überstand abgebrannt werden. Das Anlegen von Brandflächen ergibt zudem verschiedene Auswahlmöglichkeiten für die nächste Saison, da ja die einzelnen Ernteflächen nicht jedes Jahr die gleichen Voraussetzungen mit sich bringen. Das Abbrennen von Altschilfflächen schafft größte Konflikte mit dem Naturschutz; Abbrennen im Frühsommer - wie es früher üblich war - schädigt die Brutpopulation in hohem Maße, Abbrennen im Winter raubt die Brutmöglichkeiten im kommenden Frühjahr.

Schon aus Sicht der Nährstoffdynamik bringt die Brandmethode eher nur Nach- als Vorteile für den Lebensraum. In Brandgebieten kommt es durch Leaching von Phosphat aus dem verbrannten Schilf zu erhöhten P-Werten und einer Akkumulierung von Ammonium durch Desaminierung von Aminosäuren. Diese Nährstoffanreicherungen lassen sich sogar noch in der freien Seefläche nachweisen (GUNATILAKA, 1985), allerdings verdünnen sich die Konzentrationen rasch und erreichen nach 2 Wochen wiederum normale Werte. Insgesamt ist der organische Eintrag von P und Ammonium -N gegenüber Altschilfflächen um 58-70% herabgesetzt.

Die Zusammenhänge zwischen dem Verholzungsgrad der Halme und der Bewirtschaftungsform von Schilfbeständen weisen deutlich darauf hin, daß deren Ligningehalt auf gebrannten (wie übrigens auch auf gemähten Flächen) signifikant geringer ist als in Altschilfbeständen (GUNTILI, 1989).

Aus der geringen Algenentwicklung auf Brandflächen läßt sich schließen, daß diese durch den Brand vorübergehend zwar reduziert werden, daß jedoch schon nach wenigen Monaten wieder vielfältige Algenzönosen den Wasserkörper besiedeln (KUSEL-FETZMANN & SPATZIERER, 1986).

## 2. ZUSAMMENFASSENDE BEFUNDE

1.

Im Rahmen eines Vorprojektes zum künftigen Nationalpark wurde der Ist-Zustand verschiedener ökologischer Parameter dargestellt. An ihrem Beispiel sollen Erkenntnisse über den ökologischen Zustand des Schilfgürtels, potentielle Gefährdungen und Möglichkeiten eines künftigen Pflegekonzeptes für dieses sensible Ökosystem gewonnen werden.

Die Schwerpunkte betrafen:

- \* Parasitierung des Schilfes durch Schadinsekten
- \* Pflegeplan für den Schilfschnitt
- \* Wasserschnecken als wichtige Detritusferesser
- \* Subaquatische Kleintierfauna
- \* Spinnen als Indikatoren verschiedener Schilfgesellschaften (aquatische Arten ausgeklammert)

2.

Von eminenter Bedeutung für die Erklärung vieler Ergebnisse ist die allgemeine Eutrophierung des gesamten Systems, welche sich direkt oder indirekt in verschiedener Form auswirkt.

- \* direkter Nährstoffeintrag über Oberflächenwässer, besonders intensiv durch Vorfluter bis weit in den Schilfgürtel hinein
- \* Auswirkungen auf den Schilfwuchs über Halmhöhe, Durchmesser und den Grad der Lignin- und Sklerenchymbildung
- \* Das Ausmaß des Schilfbefalles durch Schadinsekten hängt stark vom Nährstoffgehalt der Pflanzen ab. Große, mastige Halme sind stärker befallen als kleine, dünne, Befall durch Halmfliegen (Chloropidae) tritt nur in den Uferrandzonen massiv auf und äußert sich in einer Sproßverkürzung. Befall durch die Gallmücke *Lasioptera hungarica* ist harmlos und hat keine Auswirkungen auf den Schilfwuchs. Befall durch die Gallmücke *Giraudiella inclusa* verlängert den Halm, macht ihn aber dünner und brüchig. Befall durch die Rohreule, *Archanara geminipuncta* kann flächig bis zu 70% der Halme vernichten, bevorzugt werden nährstoffbelastete Schilfflächen mit sehr brüchigen Halmen parasitiert, ökologisch intakte Standorte mit dünnen Halmen sind gänzlich ohne Befall.
- \* Auswirkungen auf die starke sommerliche Algenbildung in den Blänken, dadurch drastische Verschlechterung der Lebensbe -

dingungen der aquatischen Kleintierfauna in allen Bereichen des zentralen Schilfgürtels.

- \* Die Blänken sind die kleintierärmsten Lebensräume und werden nur von wenigen Spezialisten besiedelt. Bereits im Mai erreicht der Sauerstoffgehalt unterste Werte. Die allgemeinen qualitativen Eindrücke lassen befürchten, daß zahlreiche, früher häufige Vertreter der Insektenfauna heute weitgehend fehlen (div. Odonata, Wasserwanzen-Nepidae, Wasserkäfer - gr. Dytiscidae, gr. Hydrophilidae). Mit ausschlaggebend könnte auch sein, daß der Wasserschlauch, ein wichtiges Requisit offener Lacken, im System weitgehend fehlt.
- \* die reichste Besiedlung durch aquatische Insekten weisen Schilfinseln auf; in ihnen scheint die Breite des ökologischen Spektrums am größten zu sein
- \* Wasserschnecken, neben den Wasserasseln wichtigste Detritivore im Dienste der Litter-Aufarbeitung, kommen im Schilfgürtel mit 5 Arten vor, das sind 50% weniger als noch vor 25 Jahren gefunden wurden. Einige stenöke Arten sind im See bereits seit dieser Zeit ausgestorben. Die arten- und individuenärmsten Lebensräume sind die montanen einjährigen Schilfbestände, sie enthalten nur 1 euryöke Art (*Planorbis planorbis*). Die überalterten Schilfbestände mit ihrem reichen Angebot an verschiedenen Abbaustufen des Detritus enthalten alle 5 angetroffenen Arten in der 10-fachen Populationsstärke.
- \* Schilfspinnen besiedeln meist reich strukturierte Lebensräume. 22 Arten besiedeln den Schilfgürtel. Die geringsten Artendichten und Abundanzen weist der Jungschilfbestand mit seinen ausschließlich senkrechten Raumstrukturen auf. Insgesamt dokumentieren die Spinnen anschaulich die Populationsverschiebungen im Bereich des sommerlich austrocknenden Rohrwaldes. Bemerkenswerter Neufund für die gut bekannte Schilfgürtelfauna ist *Enoplognatha oelandica* (Theridiidae).
- \* die Auswirkungen verschiedener Pflegemaßnahmen werden diskutiert

## EMPFEHLUNGEN FÜR EIN ÖKOLOGISCHES MANAGEMENT IM SCHILFGÜRTEL

Es muß vorausgeschickt werden, daß bereits in zahlreichen Veröffentlichungen zum Thema "Seechemismus, Eutrophierung, Nährstoffbilanz, Primärproduktion im Schilfgürtel" verschiedentlich Anregungen wie auch dringliche Aufforderungen zur Beseitigung von Übelständen und Durchführung von Maßnahmen erfolgten, deren Ziel umfassende ökologischen Verbesserungen des gesamten Ökosystems anstrebten. (z.B. STALZER et al 1979, GROSINA 1981, GUNATILAKA, 1985, HAMMER, 1985, LÖFFLER, NEWRKLA 1985, MALISSA et al. 1985, METZ 1985, SIEGHARDT, MAIER 1985, STALZER et al. 1985, KNOLL, 1986, STANIA 1986).

Berücksichtigung fand bisher die starke Verminderung des Phosphoreintrages über die Vorfluter von Kläranlagen in den Schilfgürtel durch Vorkehrungen zur Simultanfällung. In fast allen anderen dringlichen Maßnahme-Bereichen, die für das ökologische Management des Sees und seines Schilfgürtels unumgänglich sind, herrscht entweder Ratlosigkeit, Unwissenheit, oder auch ein gebührieliches Maß an selbstzufriedener Ignoranz.

Der so geliebte Neusiedler See, Meer der Wiener, Goldquelle des burgenländischen Fremdenverkehrs, dessen biologischer Einmaligkeit in Europa man sich stets dann bewußt ist, wenn es gilt, die Übernachtungszahlen jährlich noch weiter zu steigern, den See noch mehr zu vermarkten, ist schlichtwegs sehr krank. Trotz seiner respektablen Größe zeigt der Patient alle Symptome einer Verschlechterung, eine Stabilisierung, geschweige denn eine Verbesserung der Situation oder gar Genesung ist vorerst nicht in Sicht.

DER MASSIVE EINSATZ ALLER MASSGEBLICHEN STELLEN IST FÜR DIE NÄCHSTEN LANGEN JAHRE ZWINGEND NOTWENDIG, UM DEN SEE SO ZU ERHALTEN UND GESTALTEN, DASS ER SEINE EINZIGARTIGKEIT AUCH BEHÄLT UND NICHT ZUR RIESIGEN KLOAKE WIRD.

SOLLTEN NICHT ENDLICH DAUERHAFTER UND ERNSTHAFTER MASSNAHMEN GESETZT WERDEN, WÄREN DIE BEMÜHUNGEN ALL JENER UMSONST, DIE IHRE ARBEITSKRAFT DEM SEE GEWIDMET HABEN. DANK FÜR DIESES VERSÄUMNIS DÜRFTEN WIR IN DIESEM FALL VON DEN NÄCHSTEN GENERATIONEN WOHL KAUM ERWARTEN.

1.

Die Realisierung des Nationalparkes Neusiedler See erfordert klare Richtlinien zur GESTALTUNG und PFLEGE der Naturzone im Schilfgebiet des südlichen Seeteiles.

Einerseits soll dabei die primäre Nationalpark-Zielsetzung der IUCN-Kriterien, die Erhaltung bzw. Entwicklung möglichst naturnaher Ökosysteme in ihrer Gesamtheit, politisch verwirklicht werden, andererseits besteht die von wissenschaftlicher Seite nicht unbegründete Sorge, eine Nicht-Eingriffs-Regelung ohne Management-Maßnahmen könnte zur beschleunigten Verlandung führen, woraus sich durch den Verlust aquatischer Ökosysteme auch tiefgreifende Veränderungen im gesamten Faunenbestand, insbesondere der Schilfvogel-Fauna ergäben.

SÄMTLICHE MANAGEMENT-MASSNAHMEN SOLLTEN SICH AUSSCHLIESSLICH AUF DIE SCHUTZZONE BESCHRÄNKEN UND AUCH HIER NUR DARAUFG ABZIELEN, JENE BIOTOPVERHÄLTNISSE WIEDER HERZUSTELLEN, WELCHE DEN GESTELLTEN BEDINGUNGEN DER ENTSPRECHENDEN NATURLANDSCHAFT MÖGLICHS NAHE KOMMT. SIE UMFASSEN SOWOHL DIE SICHERUNG STATISCHER ZUSTÄNDE ALS AUCH JENE ZUKZESSIONSBEDINGTER ABLÄUFE.

2.

In der Kernzone des NP sollten sämtliche Pflegemaßnahmen ausgesetzt werden, sie sind vorübergehend nur dann vertretbar, wenn sie die angestrebte Naturnähe rascher fördern, als das durch natürliche Sukzessionsabläufe der Fall wäre.

Zugleich sollten Dauerbeobachtungsflächen für völlig naturbelassene als auch kontrolliert gepflegte Schilfbestände errichtet werden, welche die vergleichende Durchführung langjähriger Monitoringprogramme ermöglichen.

Aus ornithologischer Sicht sollten die Untersuchungsflächen als langfristige Altschilfinselfen im Bereich der südlichen Seezone festgelegt werden, da die hier isolierte und störungsarme Lage die Realisierung wissenschaftlicher Schutz- und Forschungsziele am ehesten ermöglicht.

JEGLICHES MANAGEMENT SOLLTE IN DER NATURNAHEN KERNZONE ENTWEDER VÖLLIG AUSSETZEN ODER NUR SOLANGE DURCHFÜHRT WERDEN, ALS ES DIE ERHALTUNG UND GESTALTUNG EINES MÖGLICHS NATURNAHEN ZUSTANDES GESTATTEN.

3.

Die Untersuchungen haben den eutrophen Charakter des Schilfgürtels nachgewiesen, der sich vielfältig äußert.

EIN WEITERER EINTRITT VON NÄHRSTOFFEN MUSS NACH MÖGLICHKEIT UNTERBUNDEN WERDEN, DAS OBERSTE SCHUTZZIEL IST DIE UNBEDINGTE REDUZIERUNG DER NÄHRSTOFFBELASTUNG DES SYSTEMS SCHILFGÜRTEL-SEE.

4.

Die Vorfluter von Kläranlagen halten Phosphor gut zurück, der Ausstoß von Nitraten ist allerdings z.T. recht hoch.

EINE VERBESSERUNG DER RÜCKHALTESYSTEME UND DEREN LAUFENDE FUNKTIONSKONTROLLE SOLLTE VORGESEHEN WERDEN.

5.

Die Sauerstoffverhältnisse des Wasserkörpers sind über weite Bereiche des Schilfgürtels bereits im späteren Frühjahr katastrophal (Sauerstoffgehalt z.T. Mitte Mai 20% , Ende Mai 5%).

Die Folge ist z.B. die auffällige Artenarmut der subaquatischen Insektenfauna.

Eine Verbesserung der Wasserqualität sollte als vorbeugende Begleitmaßnahme nicht durch ein ständig in den Schilfgürtel ein speisendes, großräumiges Kanalsystem erfolgen, welches eine ständige Beeinflussung des Schilfgürtels durch Seewasser bedingt und in den langjährigen Folgewirkungen auf das Ökosystem nicht abschätzbar ist.

DIE AUSWIRKUNGEN DER VORGESEHENEN SEEPEGEL-ANHEBUNG MÜSSEN WISSENSCHAFTLICH DOKUMENTIERT WERDEN.

Wissenschaftlich ausreichend begründbar ist als vorübergehende Maßnahme die weitgehende Öffnung aller bestehenden Dammstrukturen entlang künstlicher Kanäle. Die hydrologische Trennwirkung zwischen den südlichen und nördlichen Dammseiten beruht auf der unterschiedlichen Flutung, Windexposition, Sedimentation und Sauerstoffversorgung.

DIE QUERUNG DER BESTEHENDEN DÄMME BEWIRKT EINE VERBESSERUNG DER SAUERSTOFF-VERSORGUNG IN DEN ANGRENZENDEN SCHILFFLÄCHEN UND ERMÖGLICHT AUCH DIE EINWANDERUNG VON FISCHEN.

EINE ÄHNLICH GÜNSTIGE WIRKUNG UND VITALISIERUNG DES SCHILFGÜRTELS IST AUS DER STELLENWEISEN ÖFFNUNG DER SEESEITIGEN SEDIMENTATIONSWÄLLE ODER DER AUFSCHLIESSUNG BESTEHENDER SCHILFKANÄLE ZU ERWARTEN.

In jedem Fall ist jedoch zu bedenken, daß die ökologischen Verhältnisse, insbesondere die Stoffwechselraten, durch jede Form der Oxygenierung verändert werden. In den seenahen Schilfbereichen verstärkt sich in der Folge der Einfluß der Wellenbewegungen, Feinsedimente könnten aus der freien Seefläche über die Ka-

näle noch leichter in den Schilfgürtel transportiert und hier deponiert werden.

6.

Der Befall des Schilfes durch endophage Parasiten kann bei starker Eskalation ein wirtschaftliches Problem darstellen. DIE WIRTSCHAFTLICHE BEEINFLUSSUNG IST NUR DURCH DIE ROHREULE, ARCHANARA GEMINIPUNCTA, GEGEBEN. IHRE POPULATIONEN ERSCHÖPFEN SICH IN EINEM 3-5 JÄHRIGEN ZYKLUS VON SELBST. KLEINERE PARASITIERUNGSSCHERDE KÖNNTE MAN BEIM SCHNITT AUSSPAREN (lokales Totlaufen der Population). DIE ENDGÜLTIGE BESEITIGUNG IST NICHT MÖGLICH, DER BEFALLSGRAD HÄNGT MIT DEM NÄHRSTOFFGEGEHALT IM SCHILFBESTAND ZUSAMMEN, EINE KONTROLLE DURCH REGELMÄSSIGEN SCHNITT DICKWANDIGER HALMFLÄCHEN UNTEBINDET DEN ABSCHLUSS DER LARVALENTWICKLUNG. DER JÄHRLICHE SCHILFSCHNITT KANN DEMNACH DEN BESTAND DER ROHREULE BEINFLUSSEN UND LOKAL DEZIMIEREN.

EINE WIRTSCHAFTLICHE QUALITÄTVERBESSERUNG DES SCHILFES WIRD ABER AUCH DURCH DEN REGELMÄSSIGEN SCHILFSCHNITT DERZEIT KAUM ERFOLGEN. ERST EINE OPTIMIERUNG DER STANDORTSBEDINGUNGEN, d.h. EINE VERMIN- DERUNG DES EUTROPHIERUNGSGRADES WIRD DIE QUALITÄT ANHEBEN.

7.

Ein Pflegeplan für Schilfflächen wurde bisher noch nie ausgearbeitet und praktiziert, weshalb viele Unsicherheiten bestehen. DIE QUALITÄT DES SCHILFBESTANDES IST WESENTLICH VON DEN STANDORTSFAKTOREN ABHÄNGIG, IHRE BEURTEILUNG FÜR DEN GESAMTEN SCHILFGÜRTEL IST, AUFGRUND DEREN FEHLENDER, GROSSFLÄCHIGER UNTERSUCHUNG, DERZEIT NICHT MÖGLICH. EINE GEZIELTE ZUSTANDSERHEBUNG ÜBER WEITE SCHILFGÜRTELBEREICHE IST UNUMGÄNLICH.

8.

Eine zielführende Bewirtschaftung des Schilfgürtels außerhalb der Kernzone des NP. setzt einen ausreichendes, zweckentsprechendes Maschinenkontingent voraus, welches nur geringe Schäden in den Mähflächen verberursacht. VORGESCHLAGEN WIRD PRIMÄR DIE FÖRDERUNG BEI DER ENDFERTIGUNG GE- EIGNETER ERNTEMASCHINEN, EINE KONTAKTAUFNAHME MIT HR. HINTERLEIT- NER/NEUSIEDL WIRD EMPFOHLEN EBENSO SOLLTE DAS EINGEREICHTE PROJEKT ZUR VERWENDUNG VON ABFALL- SCHILF FÜR EINE BIOGASANLAGE ÜBERPRÜFT WERDEN

9.

ALS ALLEINIGE MASSNAHME ZUM AUSTRAG VON BIOMASSE KANN NUR DER WINTERSCHNITT DIENEN. GRÜNSCHNITT UND BRANDRODUNG WERDEN AUS BEGRÜNDETER URSACHE ABGELEHNT.

DIE WINTERSCHNITT-FLÄCHEN SOLLTEN LOKAL VERGRÖSSERT WERDEN, DIE VERMEHRTE ANLAGE VON GUT ZUGÄNGLICHEN SCHILFLAGERPLÄTZEN AUF BRACHFLÄCHEN ERSCHEINT NOTWENDIG.

DIE SCHNITTFLÄCHEN SOLLTEN SICH STREIFENFÖRMIG VON DER LANDSEITE ZUM SEESEITIGEN SCHILFRAND HIN ERSTRECKEN. DIE SCHNITTBREITE SOLLTE 50 M NICHT ÜBERSCHREITEN, DIE ABSTÄNDE DER EINZELNEN FLÄCHEN ZUEINANDER MUSSTEN SO GROSZ SEIN, DASS SICH SCHILFVÖGEL IN DEN GROSSFLÄCHIG VERBLEIBENDEN, UNGEMAHTEN SCHILFBESTÄNDEN MÖGLICHTST STÖRUNGSFREI AUFHALTEN UND VERMEHREN KÖNNEN. DER FLÄCHENPLAN HAT SICH AN DEN MINDESTPOPULATIONSGRÖSSEN DER VOGELFAUNA ZU ORIENTIEREN. DIESE BESTÄNDE SOLLTEN EIN LANGFRISTIGES ÜBERLEBEN DER TEILPOPULATIONEN SICHER STELLEN.

Nach bisherigen Befunden sind die Mindestgrößen von Altschilfparzellen für ungestörte Bruterfolge an der Landseite des Schilfgürtels größer als an der Seeseite und müßte 600 m im Durchmesser überschreiten.

EINE VERSTÄRKTE KONZENTRATION DER BEWIRTSCHAFTUNGSFLÄCHEN AUF DIE LANDSEITIGEN SCHILFGEBIETE WÄRE AUS ORNITHOLOGISCHER SICHT ZU BEVORZUGEN.

DIE UNGEMAHTEN SCHILFAREALE SOLLTEN ZWISCHEN DEN MÄHFLÄCHEN ALLE ALTERSSTRUKTUREN DER SCHILFGESELLSCHAFT ENTHALTEN (z.B. 3-5, 5-10 Jährig)-

DIE UMTRIEBSZEITEN FÜR DAS SCHILFMANAGEMENT MUSSTEN AUS SICHT DES VOGELSCHUTZES SOWEIT VERLÄNGERT WERDEN, DASS AUSREICHENDE ALTSCHILFFLÄCHEN VON 6-10 JAHREN ERHALTEN BLEIBEN.

DER SCHILFVOGELSCHUTZ IST NICHT ÜBER EINE GEZIELTE STEUERUNG DES ROHRSCHNITTES ZU ERREICHEN SONDERN NUR DURCH AUSSERNUTZUNGSTELLEN BEGRENZTER FLÄCHEN.

10.

LÄNGERFRISTIGE NACHFOLGEPROJEKTE ZU VERSCHIEDENEN THEMENSTELLUNGEN MÜSSEN UNBEDINGT DURCHGEFÜHRT WERDEN.

DIE BESTELLUNG EINES INTERDISZIPLINÄREN WISS. TEAMS ZUR SPEZIELLEN SCHILFKONTROLLE SOLLTE ÜBEPRÜFT WERDEN (Chemiker, Pflanzenphysiologe, Zoologe).

  
W. Waitzbauer  
Projektleiter Schilfgürtel

Wien, IV. 1993

## LITERATUR

- ARNOLD, K., 1990: Wirtschaftsraum Neusiedler See: Intensivnutzung, Strukturschwächen und Raumansprüche. Sympos. Bodensee-Neusiedler See-Balaton Pamhagen 1990, Tagungsband (Eisenstadt) 65-72
- BINZ, H.-R., 1989: Mechanische Belastbarkeit natürlicher Schilfbestände durch Wellen, Wind und Treibzeug. Veröff. Geobot.Inst. Stiftg. Rübel, Zürich 101.
- CSAPLOVICS, E., 1982: Interpretation von Farbinfrarotbildern, Schilfkartierung Neusiedler See. Veröff. Inst. Photogrammetrie, TU Wien, Geowiss. Mitt. 23
- BURNAND, J., 1979: Die Entwicklung des Röhrichts am Zürcher Ufer des Zürichsees. Verbd. Schutz Landschaftsbild Zürichsee 53, 53-69
- DOLAN, T., J., BAYLEY, S., E., ZOLTEK, J., HERMANN, J., 1981: Phosphorus dynamics of a Florida freshwater marsh receiving treated wastewater. J. App. Ecol. 18, 205-219
- DVORAK, M., 1985: Siedlungsdichte und Biotopwahl von kleinem Sumpfhuhn (*Porzana parva*) und Wasserralle (*Rallus aquaticus*) im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. AGN-Forsch.ber. 1981-84, 446-454, Wiss. Arb. Bgld. 72
- DYKYJOVA, D., 1973: Content of mineral macronutrients in emergent macrophytes during their seasonal growth and decomposition. IBP-Report 3, 163-172
- ELLENBERG, H., 1964: Stickstoff als Standortfaktor. Ber.dt.bot. Ges.77, 82-92
- v.d. EMDE, W., FLECKSEDER, H., RUIDER, E., SPATZEIRER, G., 1978: Studie über Lösungsmöglichkeiten zur fortgeschrittenen Abwasserreinigung im Einzugsgebiet des Neusiedler Sees. unveröff. Gutachten
- v.d.EMDE, W., MATSCHÉ, N., PLAHL-WABNEGG, F., 1987: Untersuchung zur Verminderung der Schwebstofffracht der Wulka durch Absetzen vor dem Eintritt in den Schilfgürtel des Neusiedler Sees und zur Verhinderung der Rücklösung eutrophierter Stoffe. AGN-Forsch.ber. 1985-86, 227-259
- ESCHNER, A., 1992: Ökologische Untersuchungen an Wasserschnecken in Schilfbeständen unterschiedlichen Alters am Neusiedler See. Zool. Dipl.arbeit Univ.Wien, 52 S.

- FLECKSEDER, H., 1980: Die Erarbeitung einer längerfristigen Strategie zur Abwasserreinigung im Einzugsgebiet des Neusiedler Sees. *Öst. Wasserwirtschaft* 32, 181-192
- GRABO, J., 1991: Ökologische Verteilung phytophager Arthropoda an Schilf (*Phragmites australis*) im Bereich der Bornhöveder Seenkette. *Faun.ökol.Mitt.Suppl.*12, 1-60
- GROSINA, H., 1981: Problemraum Neusiedler See. Bericht zur Raumforschung der ÖGRR. 25 (3), 150 S
- GUNATILAKA, A., 1990: Palaeolimnology of Neusiedlersee, Austria. II. The distribution of nutrients and trace metals. *Hydrobiologia* 214, 239-244
- GUNTLI, A., P., 1989: Ligningehalt und andere Merkmale des Schilfhalmes (*Phragmites australis* Trin. in Beziehung zur Röhrichtbewirtschaftung. Veröff. Geobot. Inst. Stiftg. Rübel, Zürich, 103, 65 S
- HAIDER, St., 1982: Der Einfluß von Hochwasserereignissen auf die Nährstoffbelastung des Neusiedler Sees am Beispiel der Wulka. Dipl.arbeit Univ.f.Bodenkultur Wien
- HAMMER, L., 1979: Die Entwicklung der phytoplanktischen Biomasse im Jahresverlauf und der ökologische Sauerstoffverbrauch des Neusiedler Sees im Verlauf von 1979. 5. Neusiedlersee - Tagung Biolog. Station Illmitz
- HAMMER, L., 1985: Das Problem der Eutrophie im Neusiedler See. AGN-Forschungsber. 1981-84, 342-371
- HERZIG, A., 1990: Zur limnologischen Entwicklung des Neusiedler Sees. Sympos. Bodensee-Neusiedler See-Balaton, Pamhagen 1990 Tagungsband (Eisenstadt) 91-98
- HIETZ, P., MAIER, R., SIEGHARDT, H., 1990: Zur Freisetzung von Nährstoffen aus dem Litter von *Phragmites australis* im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. AGN-Forsch.ber. 1987-89, 81-109.
- HOFBAUER, B., 1985: Untersuchungen über die Ursachen von Blaualgenblüten (Cyanobakterien) im Neusiedler See. *Wiss. Arb. Bgld.* 72, 375-410
- HÜBL, E., 1966: Stoffproduktion von *Phragmites communis* Trin. im Schilfgürtel des Neusiedler Sees im Jahr 1966 (Ergebnisse nach der Erntemethode). *Sitz.Ber.Öst.Akad.Wiss.,mathem.-naturwiss.* Kl. 14, 271-278

- IMHOF, G., 1971: Untersuchungen über Lebenszyklus und Wachstum einiger Süßwasser-Pulmonaten mit besonderer Berücksichtigung der Bedeutung von Temperatur und Photoperiode. Zool.Diss. Univ.Wien, 119 S.
- IMHOF, G., BURIAN, K., 1972: Energy flow studies in a wetland ecosystem. Reedbelt of the lake Neusiedler See. Special Publication Austr. Acad.Sci., Intern. Biol.Progr.(IBP), Springer Verlag Wien-New York, 1-15
- IRLWECK, K., NETRWAL, C., KHADEMI, B., SPATZIERER, G., FEURER, K. 1990: Ermittlung des Fortschrittes der längerfristigen Seeverlandung des Neusiedler Sees durch Bestimmung der Sedimentationsraten mittels radiochemischer Methoden. AGN-Forsch.ber. 1987-89, 181-219
- IMHOF, G., 1966: Ökologische Gliederung des Schilfgürtels am Neusiedler See und Übersicht über die Bodenfauna unter produktionsbiologischem Aspekt. Sitz.Ber.öst.Akad.Wiss., Math.-nat.Kl. I., 175, 219-235
- KAMPICHLER, C., MISSLINGER, B., WAITZBAUER, W., 1993: Der Einfluß des Schnittes auf die endophage Fauna des Schilfes (*Phragmites australis*). Z. Ökol. Natursch. i.Dr.
- KEENY, D., R., 1973: The nitrogen cycle in sediment -water systems. J. Environ,Qual 7, 15-29
- KLÖTZLI, F., ZUST, S., 1973: Conservation of reed beds in Switzerland. Pol.Arch.Hydrobiol.20, 229-235
- KNOLL, T., 1986: Der Schilfschnitt am Neusiedler See. Analyse einer Landschaftsnutzung für Landschaftsplanung. Seminararbt. Univ. Bodenkult. Wien, unveröff.
- KUSEL-FETZMANN, E., 1983: Algal vegetation of Lake Neusiedl and its natural and man-induced changes. Symp.Biol.Hung. 19, 49-57
- KUSEL-FETZMANN, E., SPATZIERER, G., 1986: Untersuchungen über die Algenentwicklung im Schilfbrand-Schilfschnitt- und Altschilfbeständen am Neusiedler See. Wasser und Abwasser 30, 261-291.
- LÖFFLER, H., 1979: Neusiedlersee. Limnology of a shallow lake in central europe. Junk Publ. The Hague
- LÖFFLER, H., 1990: Palaeolimnology of Neusiedlersee, Austria. I. The succession of ostracods. Hydrobiologia 214, 229-238
- LÖFFLER, H., NEWRCLA, P., ed. 1985: Der Einfluß des diffusen und punktuellen Nährstoffeintrags auf die Eutrophierung von Seen II. Veröff. öst. MaB-Programm 8., Wagner Innsbruck

- MAIER, R., SIEGHARDT, H., 1977: Untersuchungen zur Primärproduktion im Grüngrütel des Neusiedler Sees. Pol. Arch.Hydrobiol. 24, 245-257
- MALISSA, H., PUXBAUM, H., PIMMINGER, M., NIKOPOUR, A., 1985: Untersuchungen des Nährstoffeintrages in den Neusiedler See aus der Atmosphäre. AGN-Forsch.ber. 1981-84, 41-90
- MENDEZ CARDOS, M., 1987: The role of the macrofauna in the decomposition processes of *Phragmites australis* in the Neusiedler See reed belt. Zool.Diss. Univ.Wien, 143 S.
- METZ, H., 1985: Zur Phosphor- und Stickstoffsituation im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. AGN-Forsch.ber. 181-84, Land Burgenland, 311-339.
- METZ, H., 1990: Zur Hydrobiologie des Wulkamündungsbereiches. AGN-Forsch.ber. 1987-89, 29-50
- MISSLINGER, B., 1992: Der Einfluß des Schilfschnittes auf die endophage Fauna von *Phragmites australis* Trin. Zool.Dipl.arbeit Univ Wien, 97 S.
- MOOK, J., H., V.d. TOORN, J., 1982: The influence of environmental factors and management on stands of *Phragmites australis*. J. appl. Ecol. 19, 501-517
- MOOK, J., H., V.d. TOORN, J., 1985: Delayed response of common reed *Phragmites australis* to herbivory as a cause of cyclic fluctuations in the density of the moth *Archanara geminipuncta*. Oikos 44, 142-148
- NEUHUBER, F., et al., 1979: Phosphorous and nitrogen. in: LÖFFLER, H., ed.: Neusiedler See. Limnology of a shallow lake in Central Europe. Monogr. Biol. 37, 101-120. Junk Publ. The Hague,
- NEUHUBER, F., ZAHRADNIK, P., BROSSMANN, H., 1980: Phosphorous and Nitrogen in Neusiedler See. Devel. Hydrobiol. 3, 35 - 42
- RAGHI-ATRI F., BORNKAMM, R., 1979: Wachstum und chemische Zusammensetzung von Schilf (*Phragmites australis*) in Abhängigkeit von der Gewässereutrophierung. Arch.Hydrobiol. 82,192-228
- RODEWALD-RUDESCU, L., 1974: Das Scilfrohr. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
- SCHRÖDER, R., 1979: Decline of reedswamps in Lake Constance. Simp. Bio.Hung. 19, 43-48

- SCHRÖDER, R., 1987: Das Schilfsterben am Bodensee-Untersee. Beobachtungen, Untersuchungen, Gegenmaßnahmen. Arch. Hydrobiol. 76 (Suppl.) 53-100
- SCHUSTER, J., 1985: Schilfverwertung - Erntestudie. AGN-Forsch.ber. 1981-84, 589-618
- SEZEMSKY, R., RIPFEL, J., 1985: Zur Siedlungsdichte der Rohrweihe im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. AGN-Forsch.ber. 1981-84, 455-466, Wiss. Arb.Bgld. 72
- SIEGHARDT, H., 1973: Strahlungsnutzung von *Phragmites communis*. in ELLENBERG, H., ed. 1973: Ökosystemforschung, 79-85 Springer, Berlin.
- SIEGHARDT, H., MAIER, R., 1985: Produktionsökologische Untersuchungen an *Phragmites*-Beständen im geschlossenen Schilfgürtel des Neusiedler Sees. Wiss. Arb.Bgld., Sonderband 72, 190-221.
- STALZER, W., 1983: Gewässergüterrelevante Zusammenhänge von Wulka und Neusiedler See. ÖWW, Heft 9/10
- STALZER, W., 1990: Wasserwirtschaft und Gewässerschutz im Raume Neusiedler See. Sympos. Bodensee-Neusiedler See-Balaton, Pamhagen, Tagungsband (Eisenstadt), 79-81
- STALZER, W., SPATZIERER, G., WENNINGER, U., 1985: Nährstoffeintrag in den Neusiedler See über die oberirdischen Zuflüsse. AGN-Forsch. Ber. 1981-84, 123-188
- STANIA, K., 1986: Die Nährstoffbelastung kleiner Fließgewässer im Einzugsbereich des Neusiedler Sees. Dipl. arbeit Univ. f. Bodenkultur, Wien, 111 S.
- SUKOPP, H., MARKSTEIN, B., 1981: Veränderungen von Röhrichbeständen und -pflanzen als Indikatoren von Gewässernutzungen, dargestellt am Beispiel der Havel in Berlin (West). Limnologica (Berlin) 13, 459-471
- TOBLER, F., 1943: Stengelbau, Festigung und Verwertungsunterschiede beim Schilfrohr, *Phragmites communis* Trin. Angew. Bot. 25, 165-177
- TSCHARNTKE, T., 1990: Fluctuations in abundance of a stem-boring moth damaging shoots of *Phragmites australis*: Causes and effects of overexploitation of food in a late successional grass monoculture. J.Appl.Ecol.
- TSCHIRNHAUS, M., von, 1981: Die Halm- und Minierfliegen im Grenzbereich Land-See der Nordsee. Spixiana, Suppl. 6, München

- WAITZBAUER, W., 1986: Der Schädlingsbefall im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. Gutachten Bgld. Ldsregrg., unveröff.
- WEISSER, P., 1970: Die Vegetationsverhältnisse des Neusiedler Sees. Pflanzensoziologische und ökologische Studien. Wiss. Arb. Bgld. 45, 1-83
- ZWICKER, E., GRÜLL, A., 1985: Über die jahreszeitliche Verteilung, Brutphänologie und nachbrutzeitlichen Wanderungen bei Schilfsingvögeln am Neusiedler See. AGN-Forsch.Ber. 1981-84, 413-445, Wiss. Arb.Bgld.72