

Strategiestudie Neusiedler See

Phase 1



Österreichisch-Ungarische Gewässerkommission

Titel

Strategiestudie Neusiedler See – Phase 1

Auftraggeber

Österreichisch-Ungarische Gewässerkommission
c/o Amt der Bgld. Landesregierung
Abt. 9 – Wasser- und Abfallwirtschaft
Thomas Alva Edison-Straße 2
7000 Eisenstadt

Auftragnehmer und Projektleitung

DWS Hydro-Ökologie GmbH
Technisches Büro für Gewässerökologie und
Landschaftsplanung
Projektleiter: Georg Wolfram
Zentagasse 47
1050 Wien

SOLVEX Környezet-és Vízgazdálkodási
Tervező és Kivitelező Kft.
Vízöntő utca 9/C fszt.1.
9700 Szombathely

Redaktion

Georg Wolfram, Lajos Déri, Sibylla Zech

Autoren (alphabetische Reihung)

András AMBRUS
Ferenc BŐR
Alfred BRASCH
Elmar CSAPLOVICS
Lajos DÉRI
Martin DOKULIL
Karl DONABAUM
Michael DVORAK
Josef EITZINGER
Alois HERZIG
Krisztián HOMORÓDI
Hajnalka HORVÁTH
Mihály HUTFLESZ
Vera ISTVÁNOVICS
Emil JANÁK
János JÓZSA
Géza KIRÁLY
Alexander KIRSCHNER

Melinda KISS
Bernhard KOHLER
Tamás KRÁMER
Norbert KREUZINGER
Ingo KORNER
Gerhard KUBU
Gyula KUTRUCZ
Alois LANG
István MÁRKUS
Ernst MIKSCHI
Gabriella SIMON
MOHÁCSINÉ
Erwin NEMETH
Arnold MÓRA
Csilla PÁLINÉ KELLER
Károly PÁLFFY
Miklós PANNONHALMI
Attila PELLINGER

Mátyás PRÉSING
Patricia RIEDLER
Helmut ROJACZ
Boglárka SOMOGYI
László SÜTHEŐ
Imre SZEKELY
József SZILÁGYI
Gábor TAKÁCS
Péter TAKÁCS
Adrienn TÓTH
Ilona TÓTH
László G.-TÓTH
Viktor TÓTH
Anna TRAUNER
Lajos VÖRÖS
Georg WOLFRAM
Sibylla ZECH

Wien, Szombathely
2014

Zitationsvorschlag

Wolfram, G., L. Déri & S. Zech [Red.], 2014, Strategiestudie Neusiedler See – Phase 1. Studie im Auftrag der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission. Wien – Szombathely, 246 pp.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	3
1.1	Hintergrund und Zielsetzung.....	4
1.2	Projektstruktur	5
1.3	Involvierte Institutionen und ExpertInnen.....	6
2.	Wasserwirtschaft.....	7
2.1	Geographie und Hydrogeologie	8
2.2	Hydrologie und Wasserwirtschaft.....	10
2.3	Hydromorphologie	25
2.4	Entwicklung des Schilfgürtels	36
3.	Limnologie	43
3.1	Physikalisch-chemische Parameter	44
3.2	Schadstoffe und chemischer Zustand	59
3.3	Aquatische Lebensgemeinschaften.....	65
3.4	Mikrobiologie und Hygiene	85
3.5	Schlüsselfragen als Ausgangspunkte für künftige limnologische Forschungsprojekte	89
4.	Naturschutz	93
4.1	Naturschutzaspekte am Neusiedler See, im Seewinkel und im Hanság	94
5.	Raumplanung.....	127
5.1	Raumplanung und Siedlungsentwicklung	128
5.2	Siedlungswasserwirtschaft.....	138
5.3	Verkehr	148
5.4	Landwirtschaft.....	154
5.5	Tourismus und Freizeitnutzung	164
6.	Synthese	177
6.1	Schilf – Schutz, Nutzung, Perspektiven	178
6.2	Überlegungen zum Wasserstandsmanagement des Neusiedler Sees	189
6.3	Zusammenfassung der Ziele und Maßnahmen	198
7.	Ausblick.....	207
8.	Literatur.....	211
8.1	Zitierte Literatur	212
8.2	Ergänzende Literatur zum Fachbereich Hydrologie (Kap. 2.1).....	231
8.3	Ergänzende Literatur zu den Fachbereichen Hydromorphologie (Kap. 2.3) und Entwicklung des Schilfgürtels (Kap. 2.4)	233

1. Einleitung



1.1 Hintergrund und Zielsetzung

Die Region Neusiedler See umfasst eine der größten und bedeutendsten Naturlandschaften in Mitteleuropa und ist – nicht zuletzt aufgrund ihrer günstigen geographischen Lage im Einzugsgebiet großer Städte (Wien, Bratislava, Győr, Szombathely) – unbestritten auch wirtschaftlich von Bedeutung.

Seit mehr als 90 Jahren teilt die Staatsgrenze zwischen Österreich und Ungarn den See samt der dazugehörigen Region in zwei Teile. Die im Jahre 1922 errichtete Staatsgrenze bildete nach dem Zweiten Weltkrieg als Teil des Eisernen Vorhangs, der die beiden politischen Systeme voneinander trennte, mehr als 40 Jahre lang eine streng bewachte, praktisch unüberwindliche Linie. Während dieser Zeit waren jegliche Beziehungen zwischen den beiden Seiten der Grenze unterbrochen, und die benachbarten Regionen durchliefen fast ein halbes Jahrhundert hindurch zwei verschiedene Entwicklungsprozesse.

Seit mehr als 20 Jahren ist die Grenze wieder offen, und es findet seitdem eine langsame Angleichung der ökonomischen Entwicklung statt. Ein Meilenstein der jüngeren Entwicklung war 1995, als Österreich Mitglied der Europäischen Union wurde, 2004 folgte Ungarn. Im November 2007 trat das Schengener Abkommen auch in Ungarn in Kraft, wodurch die österreichisch-ungarische Staatsgrenze zur frei passierbaren Binnengrenze innerhalb der Gemeinschaft wurde. Im Mai 2011 schließlich folgte die Öffnung des Arbeitsmarktes, d.h. Österreich schaffte die bis dahin den ungarischen Staatsbürgern auferlegten Beschäftigungsbeschränkungen ab.

Auch wenn die Region in den letzten Jahren und Jahrzehnten zunehmend zusammenwuchs, so ist sie dennoch bis heute geprägt durch die lange währende Teilung. Die beschränkte wirtschaftliche Entwicklung aufgrund der gegebenen politischen Rahmenbedingungen hatte aber nicht zuletzt auch Einfluss auf die Entwicklung der Natur, die hier zu einem Refugium für Pflanzen und Tiere wurde. Die politische Grenze trug dazu bei, dass der Neusiedler See seine Sonderstellung als Naturraum über Jahrzehnte hinweg bewahren konnte. Eine Situation, die auch von anderen historischen Grenzregionen wie den March-Thaya-Auen oder der Lafnitz im Südburgenland bekannt ist.

Die herausragende Bedeutung des Neusiedler-See-Gebietes für zahlreiche seltene Pflanzen- und Tierarten wurde durch nationale Schutzbestimmungen auf beiden Seiten gewürdigt. Im Jahr 1977 wurde der gesamte österreichische Teil des Sees sowie das Westufer als Biosphärenpark deklariert, 1979 folgte der ungarische Teil. 1977 wurde zudem ein Naturschutzgebiet auf ungarischer Seite eingerichtet, 1980 das „Natur- und Landschaftsschutzgebiet Neusiedler See und Umgebung“ auf österreichischer Seite. Im Jahr 1993 schließlich folgte die Gründung des grenzüberschreitenden Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel; bereits seit 1991 hatte auf ungarischer Seite der Fertő-Hanság Nemzeti Park bestanden. Ebenfalls grenzüberschreitend sind das Ramsar-Gebiet (seit 2009 als „Neusiedlersee – Seewinkel – Waasen / Neusiedlersee – Fertő – Hanság“) und das UNESCO-Welterbe (seit 2001 „Kulturlandschaft Fertő/Neusiedler See“).

Eine vor allem in rechtlicher Hinsicht wichtige Wende brachten die EU-Beitritte von Österreich und Ungarn mit sich. Für beide Staaten gilt nun der gleiche rechtliche Rahmen in den Bereichen Naturschutz und Wasserwirtschaft. Die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG), die Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG) und die EU-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) sind die Grundlage für die gemeinsamen Anstrengungen zum Schutz und zum Erhalt des einzigartigen Naturraumes. Sie bilden jedoch nur einen groben Rahmen; im Detail betrachtet gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Geset-

ze, aber auch unterschiedliche Interessen und Ansprüche von „Stakeholdern“, welche die Umsetzung der nationalen und internationalen Bestimmungen nicht immer leicht machen.

Das Nebeneinander von hochwertigem Naturraum und vielfältigen Nutzungen als Kulturräum machen den Reiz der Landschaft aus, bergen jedoch auch gewisse Gefahren und machen eine behutsame Abstimmung verschiedener Interessen unerlässlich. Nur so kann die Natur- und Kulturlandschaft als solche langfristig erhalten bleiben.

Im Bewusstsein dieses Handlungsbedarfs ersuchte die Österreichisch-Ungarische Gewässerkommission im Jahr 2009 ein Expertenteam aus den beiden Ländern mit Vorarbeiten zur Entwicklung eines Strategiepapiers für den Neusiedler See. Der vorliegende Bericht stellt das Ergebnis dieser Arbeit dar: eine umfassende Bestandsaufnahme in den Fachbereichen Wasserwirtschaft, Limnologie, Naturschutz und Raumplanung. Sie ist als Phase I der strategischen Entwicklung der Region Neusiedler See zu sehen. In einer daran anschließenden Phase II sollen konkrete Maßnahmen für die zukünftige Entwicklung der Landschaft Fertő-Neusiedler See ausgearbeitet und umgesetzt werden.

Am Beginn der vorliegenden Arbeit stand ein erster Entwurf zu einem Maßnahmenkatalog, der im Frühjahr 2007 von der Unterkommission der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission erarbeitet wurde. Der Katalog erfuhr in den Folgejahren mehrere Überarbeitungen und bildete letztlich die Basis für das vorliegende Projekt. Im Jahr 2011 wurden die Projektgliederung und die Themenschwerpunkte in der hier vorgestellten Form von den stellvertretenden Regierungsbevollmächtigten der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission angenommen.

1.2 Projektstruktur

Zur Umsetzung des Projekts wurde im April 2011 eine Lenkungscommission eingerichtet. Die Abwicklung erfolgte über DWS Hydro-Ökologie als Generalauftragnehmer, die Arbeiten der ungarischen Seite wurden über SOLVEX Kft. (als Subauftragnehmer von DWS) abgewickelt.

Österreichisch-Ungarische Gewässerkommission	
<i>Erster Regierungsbevollmächtigter</i>	
Wilfried SCHIMON (BMLFUW)	Péter KOVÁCS (VM)
Subkommission	
<i>Zweiter Regierungsbevollmächtigter</i>	
Gerhard SPATZIERER (Amt der Bgld. LR, Abt. 9), bis 2012	Emil JANÁK (ÉDUVIZIG), bis 2013
Gerhard HÜLLER (Amt der Bgld. LR, Abt. 9), ab 2012	László SÜTHEŐ (ÉDUVIZIG), ab 2013
Lenkungscommission	
Helmut ROJACZ (Amt der Bgld. LR, Abt. 9)	László SÜTHEŐ (ÉDUVIZIG), ab 2013
Gerald HÜLLER (Amt der Bgld. LR, Abt. 9)	János JÓZSA (BME)
Herbert SZINOVATZ (Amt der Bgld. LR, Abt. 9)	József SZILÁGYI (BME)
Georg WOLFRAM (DWS Hydro-Ökologie GmbH)	József NÉMETH (ÉDUVIZIG), ab 2013
Sibylla ZECH (stadtland GmbH)	László KÁRPÁTI (FHNPI), bis 2013
	Gábor REISCHL (FHNPI), ab 2013
	Miklós PANNONHALMI (ÉDUVIZIG)
Auftragnehmer	Subauftragnehmer
Georg WOLFRAM (DWS Hydro-Ökologie GmbH)	Lajos DÉRI (SOLVEX Kft.)

1.3 Involvierte Institutionen und ExpertInnen

(in alphabetischer Reihenfolge)

Alpokalja-Ikvamente Leader Egyesület (ALPOKALJA)

Csilla PÁLINÉ KELLER

Amt der Bgld. Landesregierung, Abt. 9

Helmut ROJACZ

Herbert SZINOVATZ

Arge Vegetationsökologie und Landschaftsplanung

GmbH (AVL)

Ingo KORNER

Biologische Station Neusiedler See

Thomas ZECHMEISTER

Birdlife

Michael DVORAK

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem (BME)

Krisztián HOMORÓDI

Vera ISTVÁNOVICS

János JÓZSA

Melinda KISS

Tamás KRÁMER

Joszeif SZILÁGYI

Büro Dr. Kirschner

Alexander KIRSCHNER

DWS Hydro-Ökologie GmbH

Martin DOKULIL

Karl DONABAUM

Patricia RIEDLER

Georg WOLFRAM

Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (ÉDUVIZIG)

Ferenc BŐR

Gyula KUTRUCZ

Simon GABRIELLA MOHÁCSINÉ

Emil JANÁK

Richárd KOVÁCS

Miklós PANNONHALMI

László SÜTHEŐ

Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság (FHNP Ig.)

András AMBRUS

Attila PELLINGER

Gábor TAKÁCS

Fertő-táj Világörökség Magyar Tanácsa Egyesület

(FERTŐTÁJ)

Tamás TASCHNER

Győr-Moson-Sopron Megyei Kormányhivatal

Földművelésügyi Igazgatóság (GYMSFMI)

Ilona TÓTH

Gellért BÁTKY

Győr-Moson-Sopron Megyei Önkormányzat

(GYMSMO)

Imre SZÉKELY

Konrad-Lorenz-Institut für Vergleichende

Verhaltensforschung (KLIVV)

Erwin NEMETH

Landwirtschaftskammer Burgenland

Alfred BRASCH

Magyar Tudományos Akadémia Balatoni

Limnológiai Kutatóintézet (MTA BLKI)

Hajnalka HORVÁTH

Arnold MÓRA

Károly PÁLFFY

Mátyás PRÉSING

Boglárka SOMOGYI

Péter TAKÁCS

Adrienn TÓTH

László G.-TÓTH

Viktor TÓTH

Lajos VÖRÖS

Magyar Turizmus Zrt (MT ZRT)

István TAMA

Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel,

Österreich (NP)

Alois HERZIG

Alois LANG

Naturhistorisches Museum Wien (NMW)

Ernst MIKSCHI

Régiófókus Nonprofit Kft. (RF)

Mihály HUTFLESZ

SAVARIA Agentura Kft. (SAVARIA)

Andrea KESZEI

SOLVEX Környezet-és Vízgazdálkodási, Tervező és

Kivitelező Kft. (SOLVEX)

Lajos DÉRI

Gergely HORVÁTH

Tibor KRANITZ

stadtland

Anna TRAUNER

Sibylla ZECH

Technische Universität Dresden

Elmar CSAPLOVICS

Technische Universität Wien

Norbert KREUZINGER

Universität für Bodenkultur, Institut für Meteorologie

Josef EITZINGER

Herbert FORMAYER

Gerhard KUBU

Westungarische Universität (NYME)

Géza KIRÁLY

István MÁRKUS

WWF Österreich

Flora HOSEK

Bernhard KOHLER

2. Wasserwirtschaft



2.1 Geographie und Hydrogeologie

Gerhard KUBU, László SÜTHEŐ, Ferenc BŐR, Emil JANÁK

2.1.1 Überblick

Der Neusiedler See ist aufgrund seiner geologischen und hydrologischen Gegebenheiten der größte westliche Vertreter der steppenartigen Seen mit einer hohen Salzkonzentration. Er ist mit hoher Wahrscheinlichkeit während der letzten Interglazialzeit des Pleistozäns im Zuge einer tektonischen Absenkung entstanden und ist zusammen mit dem Hanság-Becken zu einem abflusslosen Gebiet geworden. Die Zuflüsse in den Neusiedler See (von denen die wichtigsten die Wulka und der Rákos-Bach sind) haben sich sukzessive mit einer zurückgehenden Erosion herausgebildet.

Hinsichtlich des Reliefs lässt sich das Wassereinzugsgebiet auf drei unterschiedliche Arten von Bereichen aufgliedern: die östlichen Ausläufer des Leitha-Gebirge entsprechen einer Gebirgslandschaft, der westliche, nördliche und nordöstliche Teil des Wassereinzugsgebietes wiederum bilden eine Hügellandschaft, während das sich auf östlichem Gebiet erstreckende Seewinkel die Charakteristika eines Flachlandes aufweist.

Die Gesamtfläche des Einzugsbereiches beträgt 1 116 km². Die Fläche des Seebeckens beträgt 309 km². Das Verhältnis zwischen See und dem außerhalb des Sees befindlichen Wassereinzugsgebietes liegt also bei 1 : 2,6, was auch Auswirkungen auf die Wasserhaushaltseigenschaften hat.



Abb. 1. Das hydrologische Einzugsgebiet des Neusiedler Sees.

2.1.2 Wissensstand und Informationsdefizite

Es befassen sich sämtliche Monografien, Studien und Pläne, die sich dem See widmen, mit den geographischen Gegebenheiten des Neusiedler Sees, in vielen Fällen auf identische Quellen aufbauend. Die Liste der im Planverzeichnis der ÉDUVIZIG aufgelisteten Studien ist im Anhang (Kap. 8) enthalten.

Die allgemeinen naturgeographischen Charakteristika sind gut erforscht, wobei hinsichtlich der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse noch möglicherweise eine weitere zusammenfassende Arbeit bzw. gegebenenfalls auch noch weitere Forschungsarbeiten erforderlich sein können. In diesem Themenkreis verfügen wir bislang nur über Kenntnisse über bestimmte Teilbereiche untersuchende Forschungen (Seewinkel, Wasserbasis-Schutzgebiet, etc.); ferner kann die Erstellung eines zusammenfassenden Dokuments, welches das gesamte Wassereinzugsgebiet betrifft, unter Anwendung der zur Verfügung stehenden Materialien, unter Umständen auch mit einer Überprüfung/ Revision derselben, erforderlich sein. Sonstige naturgeographische Beschreibungen und Daten über das Wassereinzugsgebiet sind auf Basis der jüngsten Daten zu vereinheitlichen, damit in Zukunft in den unterschiedlichen Studien die zahlentechnisch abweichenden Daten auf gleiche Weise aufscheinen (z.B. Größe des Wassereinzugsgebietes, charakteristische geographische Höhendaten, etc.).

2.1.3 Schnittstellen zu anderen Fachbereichen und grenzüberschreitende Perspektive

Die geographischen Gegebenheiten üben – wenn auch in jeweils unterschiedlichem Ausmaß – einen Einfluss auf sämtliche Fachbereiche aus. Angesichts der Tatsache, dass diese weniger veränderlich sind, müssen wir sie aus der Sicht der Neusiedler See-Strategie als eine ständige Randbedingung betrachten.

Angesichts der Tatsache, dass der Einzugsbereich des Neusiedler Sees und die damit verbundenen oberflächennahen Wasserspeicher von der österreichisch-ungarischen Grenze durchschnitten werden, kann eine naturgeographische Beschreibung des Sees nur gemeinsam und unter Miteinbeziehung der gesamten Oberflächen- und oberflächennahen Wasserspeicher angefertigt werden. Hierzu kann ein Teil der im Kap. 7 aufgelisteten Literatur verwendet werden. Die zur strategischen Entwicklung des Neusiedler Sees ausreichenden einheitlichen Dokumente stehen in beiden Sprachen zur Verfügung.

2.1.4 Sektorale Ziele und Vorschläge für Maßnahmen

Ziele	Z1 Einheitliche Definition des hydrologischen Einzugsgebietes.
	Z2 Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen dem Ableitungssystem im Waasen / Hanság und den wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen
Maßnahmen	M1 Überarbeitung der Festlegung der Teileinzugsgebiete anhand aktueller geodätischer Messdaten, insbesondere von Geländemodellen aus ALS.
	M2 Ausweitung des für Österreich existierenden Grundwassermodells (Prof. A. Blaschke, TU Wien) auf ungarisches Gebiet

2.2 Hydrologie und Wasserwirtschaft

Gerhard KUBU, Tamás KRÁMER, József SZILÁGYI

2.2.1 Wasserbilanz

Der Wasserhaushalt des Neusiedler Sees wird vor allem durch die meteorologischen Einflüsse wie Niederschlag und Verdunstung bestimmt. Die Änderung des Seeinhaltes (Volumens) wird durch folgende Komponenten bestimmt:

$$dV_{\text{See}} = (V_{N,\text{See}} + V_{Z0,\text{See}} + V_{ZU,\text{See}}) - (V_{V,\text{See}} + V_{AO} + V_{AU,\text{See}})$$

dV_{See}	Änderung des Seeinhaltes V
$V_{N,\text{See}}$	Wasservolumen des Niederschlags auf die Seefläche
$V_{Z0,\text{See}}$	Oberirdische Zufluss in den See
$V_{ZU,\text{See}}$	Unterirdischer Zufluss in den See
$V_{V,\text{See}}$	Verdunstung des Sees (mit Evapotranspiration der Schilfflächen)
V_{AO}	Oberirdischer Abfluss (durch Wehranlage)
$V_{AU,\text{See}}$	Unterirdischer Abfluss vom See

Im Folgenden werden verschiedene Ergebnisse von Wasserbilanzen vorgestellt. Sie verdeutlichen die generelle Charakteristik des Neusiedler Sees, zeigen aber auch auf, dass es in Abhängigkeit des Betrachtungszeitraumes durchaus abweichende Werte für Wasserbilanzelemente gibt.

2.2.1.1 Wasserbilanz 1967–1984 nach Boroviczény & al. (1985) und Baranyi et al. (1994)

Diese Studie zeigte mit Hilfe geophysikalischer und geochemischer Methoden auf, dass in vorangegangenen Untersuchungen der unterirdische Zufluss wesentlich überschätzt wurde. Sie wirkte sich maßgeblich auf nachfolgende Darstellungen der Wasserbilanz aus.

Tabelle 1. Wasserbilanz des Neusiedler Sees auf Basis der Mittelwerte 1967–1984, nach Boroviczény & al. (1985). Bezugswasserstand: 116,00 m ü.A., Seefläche: 317 km².

Komponente	Fracht Mio m ³ /s	Höhe mm/s	Anteil %	Bemerkung
Niederschlag	183,6	579,2	78	Plattner 1990
oberirdischer Zufluss	46,7	147,2	20	Summe
Wulka	32,4	102,3	13,9	Pegel Schützen
Rákos patak	2,2	7,0	0,9	Pegel Schützen
andere	12,1	37,9	5,2	Schätzung
unterirdischer Zufluss	3,7	11,6	<2	Summe
Seewinkel	0,5	1,6	0,2	Maximalschätzung
Ungarn	1,5	4,7	0,6	Maximalschätzung
Wulkatal	0,1	0,3	0,1	Maximalschätzung
Leithagebirge	1,5	4,7	0,6	Maximalschätzung
andere	0,1	0,3	0,1	Maximalschätzung
SUMME +	234	738	100	
Verdunstung	209,5	660,7	90	Restglied
oberirdischer Abfluss	24,5	77,3	10	Schleuse
unterirdischer Abfluss	0,0	0,0	0	vernachlässigbar
SUMME –	234	738	100	

2.2.1.2 Wasserbilanz 1967–1998 nach Plattner (2004)

Diese Wasserbilanz berücksichtigt bereits die Erkenntnisse aus der Studie von Boroviczény & al. (1985). Der oberirdische Zufluss wurde in die Rubrik „Sonstige Zuflüsse“ integriert, der unterirdische Abfluss ist laut o.a. Studie mit 5 mm pro Jahr angegeben, also geringer als 1% der positiven Wasserbilanzkomponenten und damit faktisch vernachlässigbar.

Tabelle 2. Wasserbilanz des Neusiedler Sees auf Basis der Mittelwerte der Jahresreihe 1967–1998, nach Plattner (2004).

Komponente	Jahresfracht [Mio m ³ /a]	Höhen [mm/a]
Gebietsniederschlag	202,5	643
Ober- und unterirdische Zuflüsse		
Wulka	33,8	107
Golser Kanal	5,9	19
Rákos patak	2,0	6
Sonstige	4,0	13
Summe +	248,2	788
Gebietsverdunstung	222,8	707
Unterirdischer Abfluss	1,6	5
Oberirdischer Abfluss	23,8	76
Summe –	248,2	788

2.2.1.3 Wasserbilanzen 1965–2012 (aktuelle Studie)

Aus der Differenz zwischen den mittleren positiven und negativen Wasserbilanzkomponenten ergibt sich der Pegelunterschied zwischen den Zeitpunkten 1.1.1965 und 31.12.2012.

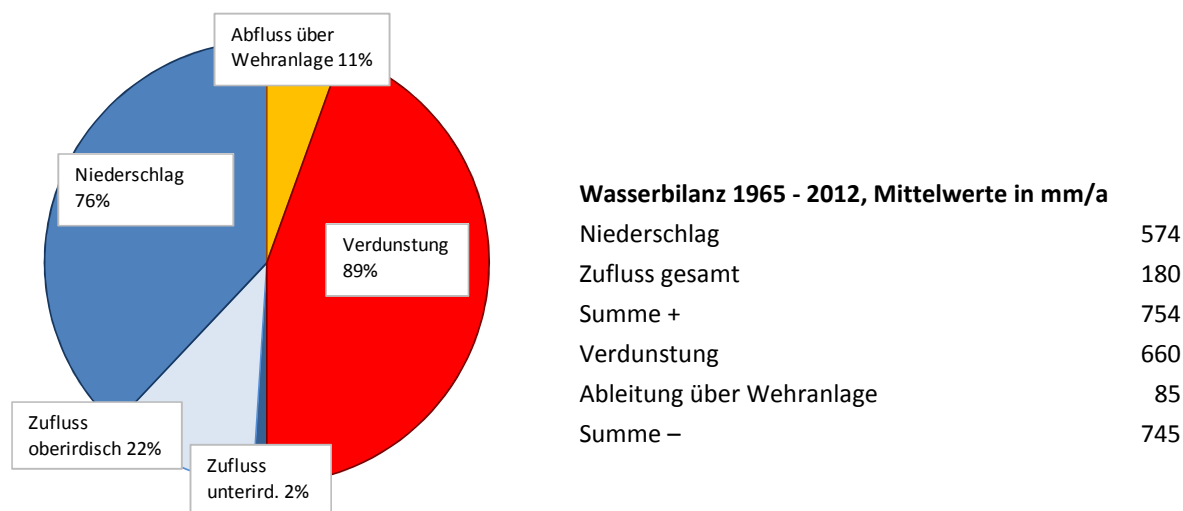


Abb. 2. Wasserbilanz des Neusiedler Sees 1965–2012 (aktuelle Studie).

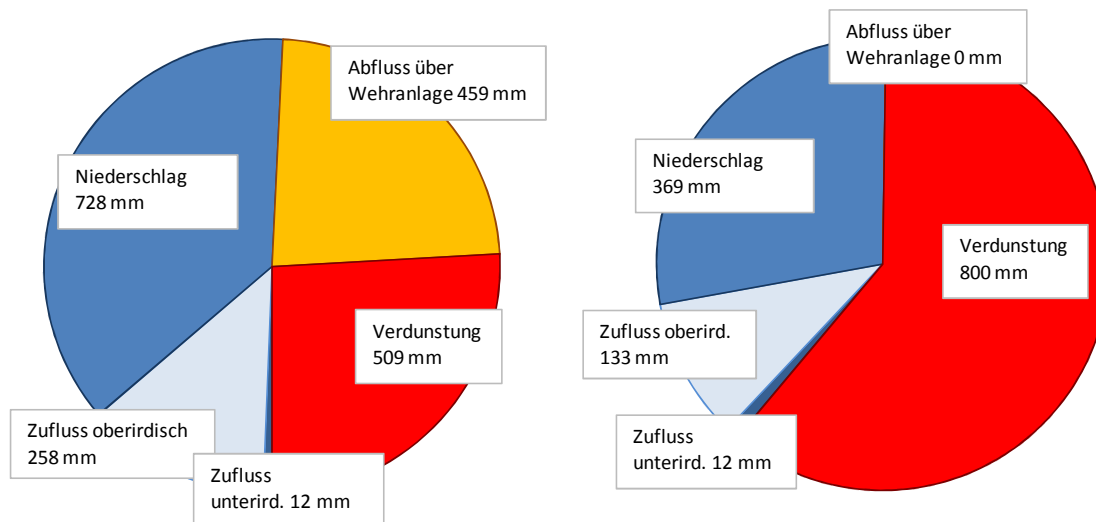


Abb. 3. Wasserbilanz signifikanter Jahre. Links: 1996, rechts: 2003.

Die Wasserbilanzkomponenten bildeten eine wesentliche Grundlage zur Erarbeitung der Wehrbetriebsordnung 2011 (siehe nachfolgendes Kapitel). Österreichische und ungarische Daten wurden hierbei zu „akkordierten“ Datensätzen zusammengeführt. Diese liegen für den Zeitraum 1965–2008 als Monatswerte vor, ab 2009 werden jährlich nach Vorliegen der geprüften nationalen Datensätze die Wasserbilanzdaten als Tageswerte zusammengestellt.

Auch wenn die Werte auf mm genau angegeben sind, ist zu erwähnen, dass sie mit gewissen Unsicherheiten behaftet sind.

- Gute Ergebnisse sind bei der Ermittlung des Gebietsniederschlages zu erwarten, der anhand zahlreicher Niederschlagsmessstellen mit der Thiessen-Polygon Methode ermittelt wird.
- Nicht alle oberirdischen Zuflüsse sind mit Messstellen versehen, darunter zahlreiche Trockengräben, die nicht ganzjährig Wasser führen.
- Abflüsse über die Wehranlage sind mit guter Genauigkeit erfasst.
- Unsicherheiten gibt es bei den jährlichen unterirdischen Zu- und Abflüssen.
- Die Verdunstung wird als Restglied der Wasserbilanz ermittelt. Hierzu wird auch die Seeinhaltslinie von Csaplovics *et al.* (1997) verwendet.

2.2.1.4 *Evapotranspiration des Neusiedler-See-Einzugsgebietes*

Die Kap. 2.2.1.4 und 2.2.1.5 befassen sich mit einer speziellen Methode zur Ermittlung der Verdunstung des gesamten Neusiedler-See-Einzugsgebietes. Mit Hilfe eines Wasserbilanzmodells wird auf Verdunstungsraten bzw. Evapotranspirationsraten von Einzugsgebiet, freien Seewasserflächen und Schilfflächen geschlossen.

Dieser Ansatz kann als ergänzende Methode zur Ermittlung der Wasserbilanzkomponenten des Neusiedler Sees betrachtet werden, mit einem Potential zur Verbesserung des Verständnisses der hydrologischen Verhältnisse des Sees und seines Einzugsgebietes. Die verwendeten Randbedingungen können weiterentwickelt werden durch die Integration von Ergebnissen aus anderen Studien, z.B. der Schätzungen des Grundwasserflusses.

Die räumliche Verteilung der mittleren jährlichen Evapotranspirationsrate des Einzugsgebietes wird mit Hilfe des CREMAP Modells von Szilagy et al. (2011) für den Zeitraum 2000 – 2012 geschätzt. CREMAP verwendet MODIS Satellitendaten mit einer Auflösung von ca. 1 km, um die räumliche Verteilung der Evapotranspirationsrate zu schließen. Die in oranger und gelber Farbe dargestellten Zonen der folgenden Abbildung entsprechen den schilfbedeckten Flächen.

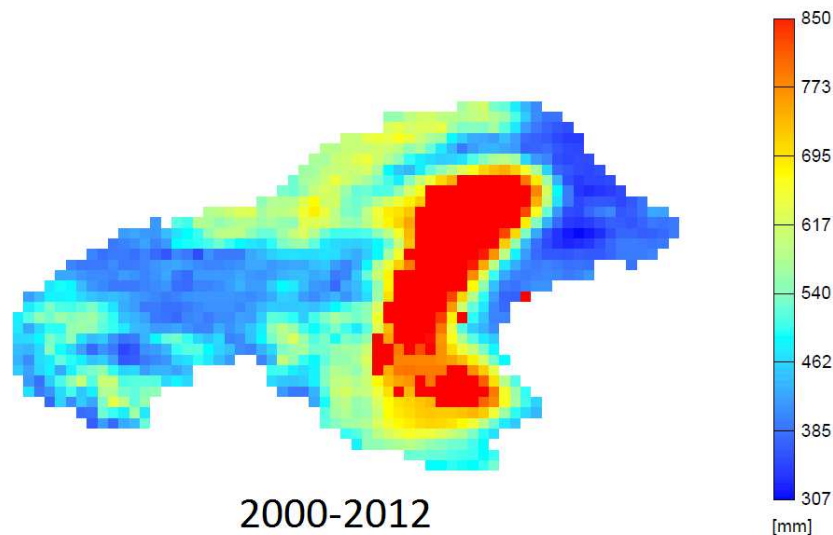


Abb. 4. Mit CREMAP ermittelte mittlere jährliche Evapotranspirationsraten des Einzugsgebietes für den Zeitraum 2000-2012.

2.2.1.5 Abschätzung der Verdunstung auf Basis der Wasserbilanz des Einzugsgebietes

Die Abschätzung der mehrjährigen mittleren Jahresverdunstungsrate des Neusiedler Sees wird durch das Fehlen von Grundwasserströmungsmessungen in bzw. aus dem See erschwert. Dies kann einer der Gründe für den großen Unterschied in der mittleren jährlichen Verdunstung des Sees sein.

Ein anderer Ansatz ist die Ableitung der Evapotranspirationsverluste des Sees durch Betrachtung der Wasserbilanz des gesamten See-Einzugsgebietes und Trennung der Beiträge aus Landflächen, freien Wasserflächen und Schilfzonen

$$d_{V,EG} = V_{N,EG} - (V_{V,EG} + V_{AO} + V_{AU,EG})$$

$$V_{V,EG} = V_A + V_{E,FW} + V_{ET,Schilf}$$

$d_{V,EG}$	Veränderung des Wasservolumens im Einzugsgebiet
$V_{N,EG}$	Wasservolumen des Niederschlags auf das Einzugsgebiet
$V_{V,EG}$	Gesamte Verdunstung + Evapotranspiration des Einzugsgebietes
V_{AO}	Oberirdischer Abfluss (durch Wehranlage)
$V_{AU,EG}$	Grundwasserabfluss vom Einzugsgebiet auf regionaler Ebene
V_A	Evapotranspiration des Einzugsgebietes ohne See
$V_{E,FW}$	Verdunstung der freien Wasserfläche
$V_{ET,Schilf}$	Evapotranspiration der Schilfflächen

Einige Komponenten können direkt aus der Bilanz des gesamten Einzugsgebietes ermittelt werden. Die Evapotranspiration des gesamten Einzugsgebietes ($V_{V,EG}$) ergibt sich aus der Differenz zwischen Niederschlag und Abfluss. Die Verdunstung der freien Wasserfläche ($V_{E,FW}$) kann mit dem WREVP

Modell von Morton *et al.* (1985) berechnet werden. Die zwei verbleibenden Wasserbilanzkomponenten des Einzugsgebietes sind die Evapotranspiration der Schilfflächen ($V_{ET, \text{Schilf}}$) und der Grundwasserabfluss ($V_{AU, EG}$).

Unter der Annahme, dass die Änderung des Grundwasserstandes über eine Dekade betrachtet sehr gering ist ($V_{AU} \approx 0$), erhalten wir für die Periode 2000–2012 eine mittlere jährliche Evapotranspirationsrate der Schilfflächen von 878 mm/a. Die flächengewichtete Summe über die freien Wasser- und Schilfflächen ergibt eine Verdunstungsrate von 866 mm/a, die sehr nahe an den Werten der Einschätzung von ÉDUVÍZIG für die vergangenen letzten 39 Jahre liegt (Pannonhalmi & Sütő 2007).

Andererseits ergibt die Ermittlung der Evapotranspirationsrate der Schilfflächen mit Hilfe des kalibrationsfreien CREMAP Modells von Szilágyi *et al.* (2011) für den Zeitraum 2000–2012 einen Wert von 640 mm/a. Unter Annahme eines Grundwasserabflusses von 20 mm/a, bezogen auf die Gesamteinzugsfläche, erhält man eine Evapotranspirationsrate der Schilfflächen von 756 mm/a und eine Gesamtevapotranspirationsrate des Sees von 796 mm/a. Diese entspricht mehr oder weniger dem Mittel aus den Werten von 866 mm/a (Pannonhalmi & Sütő 2007) und 707 mm/a (Plattner 2004), die für abweichende Zeitperioden und mit verschiedenen Methoden ermittelt wurden.

Tabelle 3. Wasserbilanzkomponenten des Neusiedler Sees, abgeleitet aus Daten der Periode 2000–2012. Indizes: * Annahme, # Restgröße.

Komponente	Fläche [km ²]	ohne Grundwasserabfluss		Annahme von Grundwasserabfluss	
		Jährl. Rate [mm/a]	Volumen [10 ⁶ m ³ /a]	Jährl. Rate [mm/a]	Volumen [10 ⁶ m ³ /a]
Niederschlag	1116	596	665	596	665
Gesamt positiv	1116	596	665	596	665
Verdunstung Einzugsgeb. (ohne See)	796	466	371	466	371
Verdunstung See (Schilf und Wasserfl.)	320	866	277	796	255
Evapotransp. Schilf	182	878 [#]	160	756 [#]	138
Verdunstung freie Wasserfläche	138	850	117	850	117
Grundwasser Abfluss		0*	0	20*	21
Oberirdischer Abfluss	1116	16	18	16	18
Gesamt negativ	1116	596	665	596	665

2.2.1.6 Verdunstung gemessen/berechnet

Wie oben erwähnt, wird die Verdunstung als Restglied der Wasserbilanz des Sees ermittelt. Für den Zeitraum 2009–2012 wurde ein Vergleich von Monatswerten der gemessenen Wannerverdunstung (Illmitz, Biologische Station) und der berechneten Verdunstung als Restglied der Wasserbilanz durchgeführt.

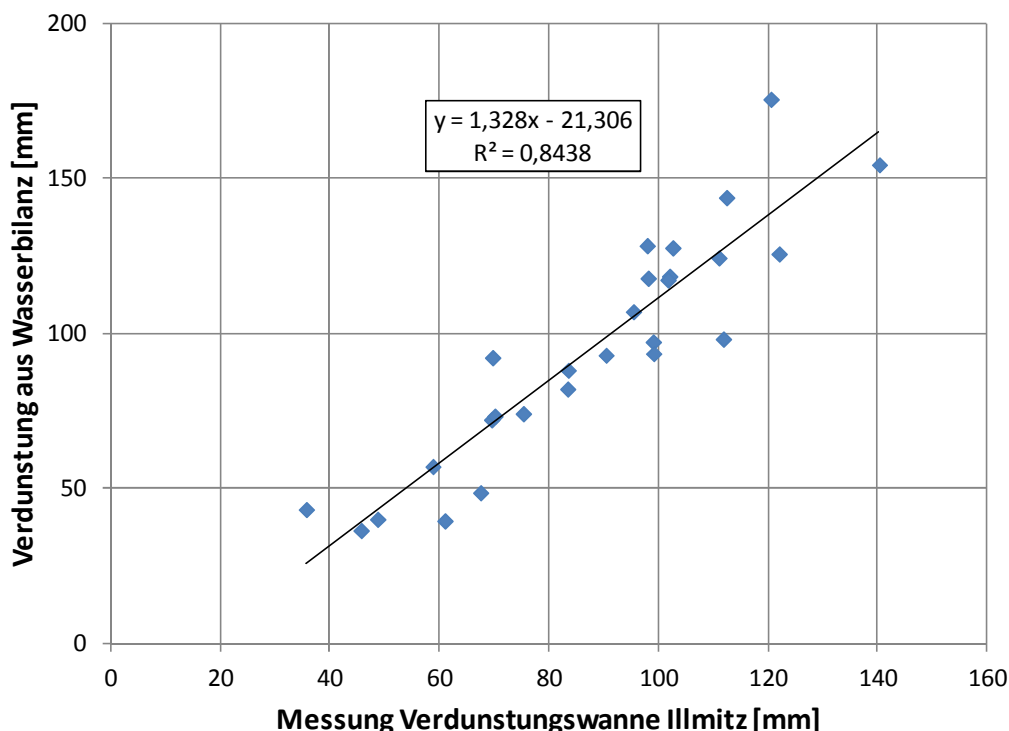


Abb. 5. Vergleich von Verdunstungswerten gemessen und berechnet, Monatswerte (2009–2012).

Die Auswertung ergibt, dass die Werte gut korreliert sind. Generell liegt die Wannerverdunstung etwas niedriger als jene Verdunstung, die als Restglied der Wasserbilanz ermittelt werden kann. Sortiert man die **Monatswerte** der Verdunstung aus Abb. 5 (Zeitraum 2009–2012) und vergleicht jeweils gemessene und berechnete Verdunstungshöhen (Tabelle 4), so stellt man fest, dass

- in Monaten mit hohen Verdunstungsraten die berechneten Werte (WB [mm/Monat]) höher liegen, umgekehrt findet man
- in Monaten mit geringen Verdunstungsraten höhere Werte (Wanne [mm/Monat]) der Wannerverdunstung.

Tabelle 4. Vergleich von korrespondierenden Monatswerten der Wannerverdunstung mit Monatswerten der Verdunstung, die aus der Wasserbilanz ermittelt wurden.

Wanne [mm/Monat]	46	61	49	36	67	59	69	70	75	83	83	70	90	99	99	112	95	102	98	102	111	122	103	98	112	140	120
WB [mm/Monat]	37	40	40	43	49	57	72	73	74	82	88	92	93	94	97	98	107	117	118	119	124	126	128	128	144	155	176

2.2.2 Pegelstände und die Wehrregelung am Einserkanal

Historische Entwicklung

Für die schematische Darstellung der Schwankungen der Pegelstände des Neusiedler Sees von 1600–1960 wurden alte Aufzeichnungen und Nachrichten ausgewertet. Die historischen Schwankungen weisen auf wiederkehrende niedrige Seepegel bis zur Austrocknung hin, aber auch auf wiederholte Pegelhochstände.

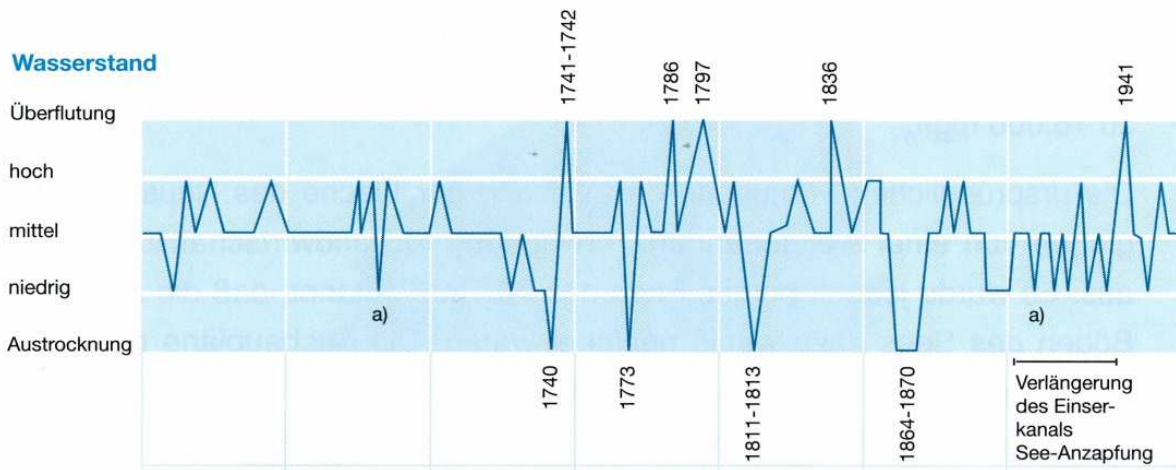


Abb. 6. Schematische Darstellung der Wasserstände des Neusiedler Sees im Zeitraum 1600 bis 1960. Quelle: Österreichisch-Ungarische Gewässerkommission (1996).

Ganglinie 1932–2013

Die Darstellung des Pegelverlaufes in den vergangenen 80 Jahren zeigt deutlich den Anstieg des mittleren Seepiegels ab 1965 (Abb. 7). Dies ist mit der Umsetzung bzw. dem Wirksamwerden der Bedienungsvorschrift für die Wehranlage Mekszikópuszta zu erklären. Der mittlere Pegel des Zeitraumes 1965–2013 liegt mit 115,48 m ü.A. ca. 37 cm über dem mittleren Pegelstand des Zeitraumes 1932–1964¹.

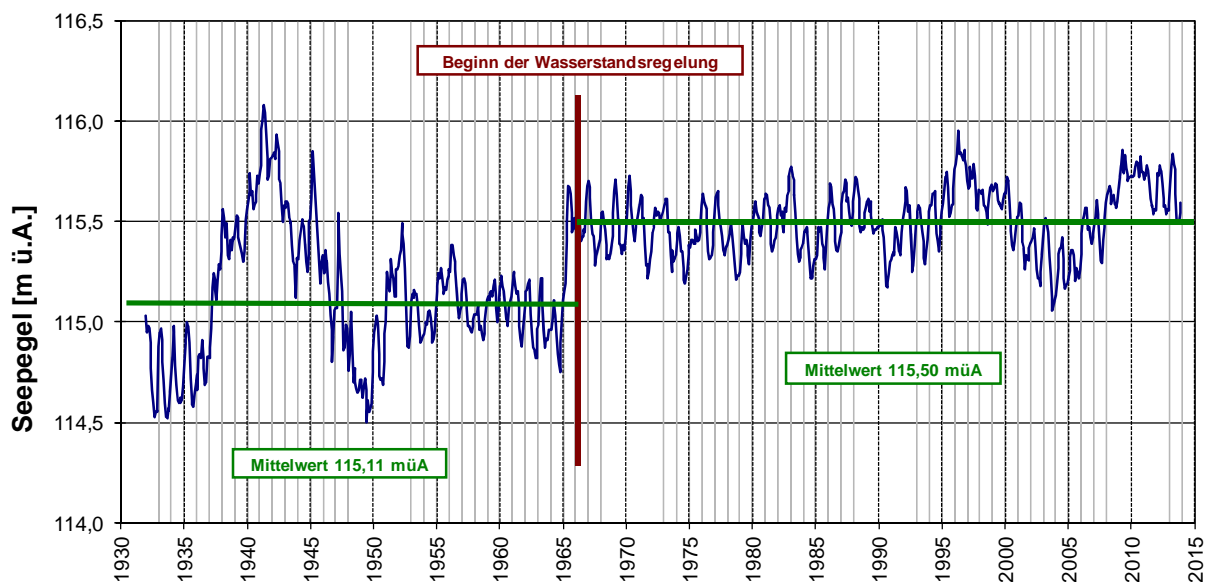


Abb. 7. Ganglinie des Seewasserpegels 1932–2013. Quelle: Referat Hydrographie Burgenland.

Aktuelle Pegelwerte vom Neusiedler See sind im Internet über das Wasserportal Burgenland <http://wasser.bgld.gv.at/> verfügbar.

¹ In der vorliegenden Studie beziehen sich alle Angaben zu absoluten Seehöhen auf die in Österreich verwendete Normalhöhe in Meter über Adria (Pegel Triest 1875).

Ableitungen

Die Errichtung des Einser-Kanals steht in Zusammenhang mit Plänen, den Hanság vor Hochwässern der Raab, Rabnitz und Donau zu schützen und die ausgedehnten Flächen landwirtschaftlich nutzbar zu machen, einschließlich der Fläche des Neusiedler Sees. Die von der 1873 gegründeten Raabregulierungsgesellschaft errichteten Dämme an Raab und Rabnitz verhinderten erfolgreich das Eindringen derer Hochwässer in den Hanság. Die Verbindung des Neusiedler Sees mit der Rabnitz – der Einser-Kanal / Hanság-Kanal – wurde 1909 fertiggestellt.

Eine wirksame Trockenlegung des Sees gelang damit nicht, in niederschlagsreichen Perioden erreichte der See wieder Pegelhöchststände. Bodenuntersuchungen zeigten weiters, dass der Seeboden (Salzböden) zum größten Teil landwirtschaftlich minderwertig ist. Außerdem begann man allmählich, die Bedeutung der großen Wasserfläche für Klima, Wirtschaft und Volksgesundheit zu erkennen.

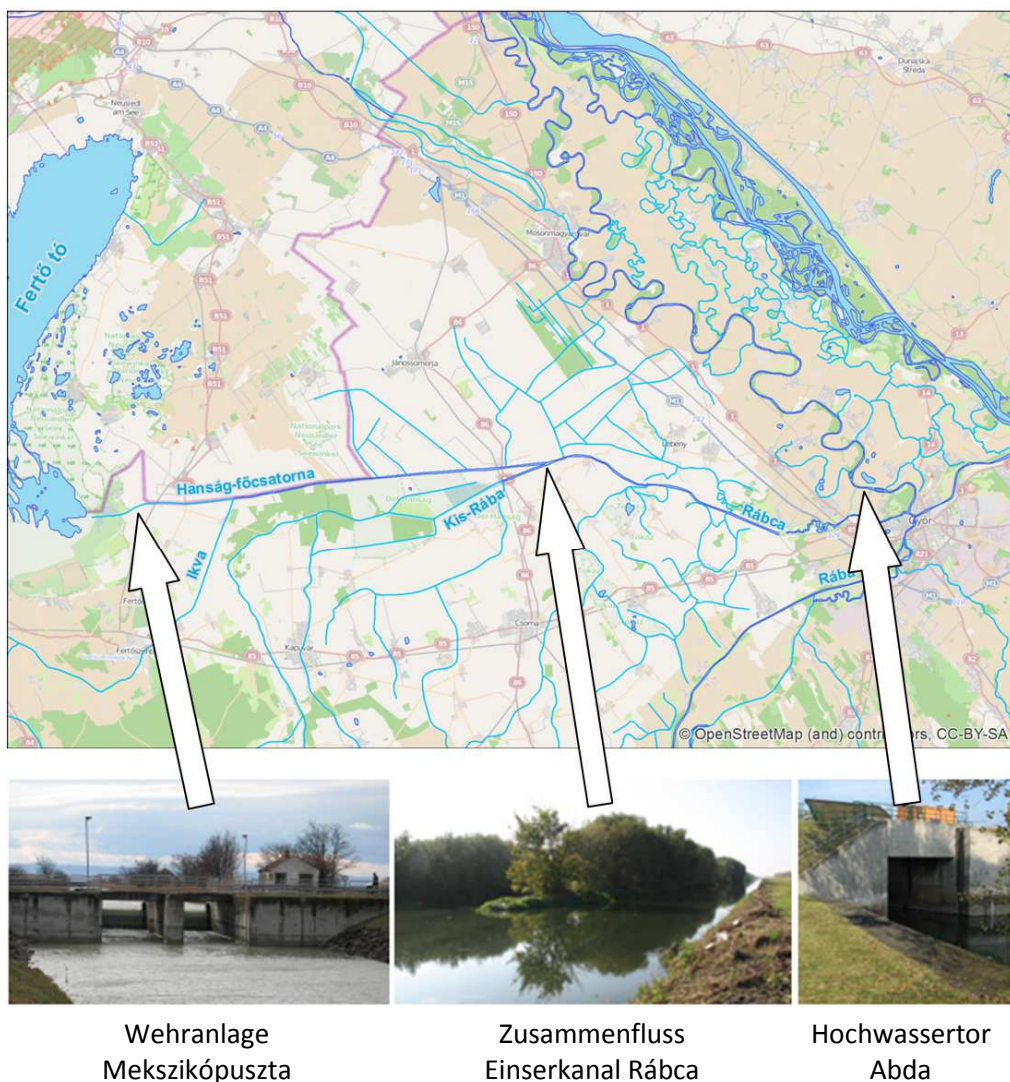


Abb. 8. Das Entlastungssystem des Neusiedler Sees. Fotos: G. Kubu.

In der Zeit nach erfolgtem Vortrieb des Kanals in den See und vor dem Wirksamwerden der Bedienungsvorschrift für die Wehranlage Mekszikópuszta im Jahr 1965 lag der Wasserspiegel um etwa einen halben Meter tiefer als danach (Kap. 2.2.2) (Österreichisch-Ungarische Gewässerkommission 1996).

Aktuell stellt der Einserkanal die einzige Möglichkeit dar, Seewasser bei hohen Wasserständen abzuleiten. Vom See aus führt der Kanal zur Wehranlage Mekszikópuszta. Hier wird entsprechend einer Wehrbetriebsordnung Seewasser abgeleitet. Der Einserkanal mündet in die Rabnitz, die in weiterer Folge bei Győr in die Mosoner Donau mündet. An der Mündung befindet sich das Hochwassertor Abda, welches bei Donauhochwässern geschlossen wird um einen Rückstau durch Donauwasser in die Rabnitz zu verhindern.

Wehrbetriebsordnung

Für die Bedienung der Wehranlage Mekszikópuszta bestand zunächst keine einvernehmliche Regelung zwischen den beiden Vertragsstaaten Österreich und Ungarn. Erst durch die Gründung der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission 1956 konnte die Festlegung eines Regelungsmodells erzielt werden. Dieses wurde ab 1965 umgesetzt, vorerst mit Hilfe eines Nadelwehrs, 1992 wurde der Neubau der Wehranlage Mekszikópuszta fertiggestellt.



Abb. 9. Wehranlage Mekszikópuszta. Links: alte Anlage, rechts: neue Anlage in Betrieb seit 1992. Fotos: Österreichisch-Ungarische Gewässerkommission (1996).

Vor dem Ablauf der befristeten wasserrechtlichen Genehmigung (Ungarn) der Bedienungsvorschrift wurde von österreichischen und ungarischen Experten eine an den neuesten Stand der hydrologischen Messwerte und den Stand der Wissenschaft angepasste Wehrbetriebsordnung erarbeitet (ÉDU-KÖVIZIG 2011; Kubu 2011).

Folgende Vorgaben sind durch die Wehrbetriebsordnung bestmöglich zu erfüllen:

- Ein möglichst hoher mittlerer Wasserstand
 - positive Auswirkung auf die Wasserqualität
 - begünstigt die Wassersportnutzung
 - begünstigt den Wasseraustausch mit dem Schilfgürtel
 - gut für die Fischerei
 - wirkt tendenziell der weiteren Ausbreitung des Schilfgürtels entgegen
- Vorgaben des Hochwasserschutzes am Seerand:
 - Die Wehrbetriebsordnung ist so auszulegen, dass ein Seewasserstand von 116,00 m ü.A. (Ruhewasserspiegel) als ein 100-jährliches Ereignis definiert ist
- Jahreszeitliche Prioritäten

- Winterperiode: Ableitung des Sees ... bis zu $15 \text{ m}^3/\text{s}$, ab dem Frühjahr stark reduzierte Ableitungsmengen
- Sommerperiode: Binnenwasserverhältnisse im Hanság und Seewinkel – möglichst geringe Seeableitungen, um niedrige Wasserstände im Einserkanal einzuhalten und Vernässungen in den angrenzenden, landwirtschaftlich genutzten Flächen zu vermeiden

Der wasserrechtliche Bewilligungsbescheid sowie ergänzende Dokumente zur Wehrbetriebsordnung 2011 finden sich im Internet:

- http://wasser.bgld.gv.at/uploads/media/WB_2011.pdf
- <http://wasser.bgld.gv.at/uploads/media/Praesentation.pdf>

Möglichkeiten und Grenzen der Wehrbetriebsordnung

Hohe Wasserstände können durch den Betrieb der Wehranlage und das Ableitungssystem reduziert werden (Hochwasserschutz).

Die maximale Kapazität des Einserkanals beträgt $15 \text{ m}^3/\text{s}$, d.h. um den Wasserspiegel um 10 cm abzusenken, benötigt man ca. 25 Tage. An einem heißen Sommertag kann jedoch bis zu 1 cm Wasserhöhe verdunsten, das entspricht ca. 3 Mio. m^3 Seewasser.

Der Betrieb der Wehranlage dient der Regelung hoher Seewasserstände. Eine ausreichende Bevorratung von Wasserreserven für niederschlagsarme Jahre ist durch die Wehranlage nicht möglich (Kubu 2006)².

Hohe Wasserstände

Die Wehrbetriebsordnung ist derart ausgelegt, dass ein Ruhewasserpegel von 116,00 m ü.A. als 100-jährliches Hochwasserereignis zu erwarten ist. Die Auswertung von Laser-Scan-Aufnahmen des österreichischen Neusiedler-See-Gebietes stellt nunmehr ein hochaufgelöstes digitales Geländemodell zur Verfügung, mit dem hochwassergefährdete Seerandgebiete ausgewiesen werden können.

Eine vereinfachte Darstellung von hochwassergefährdeten Gebieten ist bereits am Wasserportal Burgenland im Internet verfügbar:

² Diese Untersuchung wurde noch auf Grundlage der „alten“ Wehrbetriebsordnung durchgeführt. Die behandelten Aspekte wie Dotierungsmengen, resultierende Ableitungsmengen über die Wehranlage, Start- und Endpegel von Dotierungen, Auswirkungen auf Pegelschwankungen u.a. sind auch für zukünftige Untersuchungen richtungweisend.

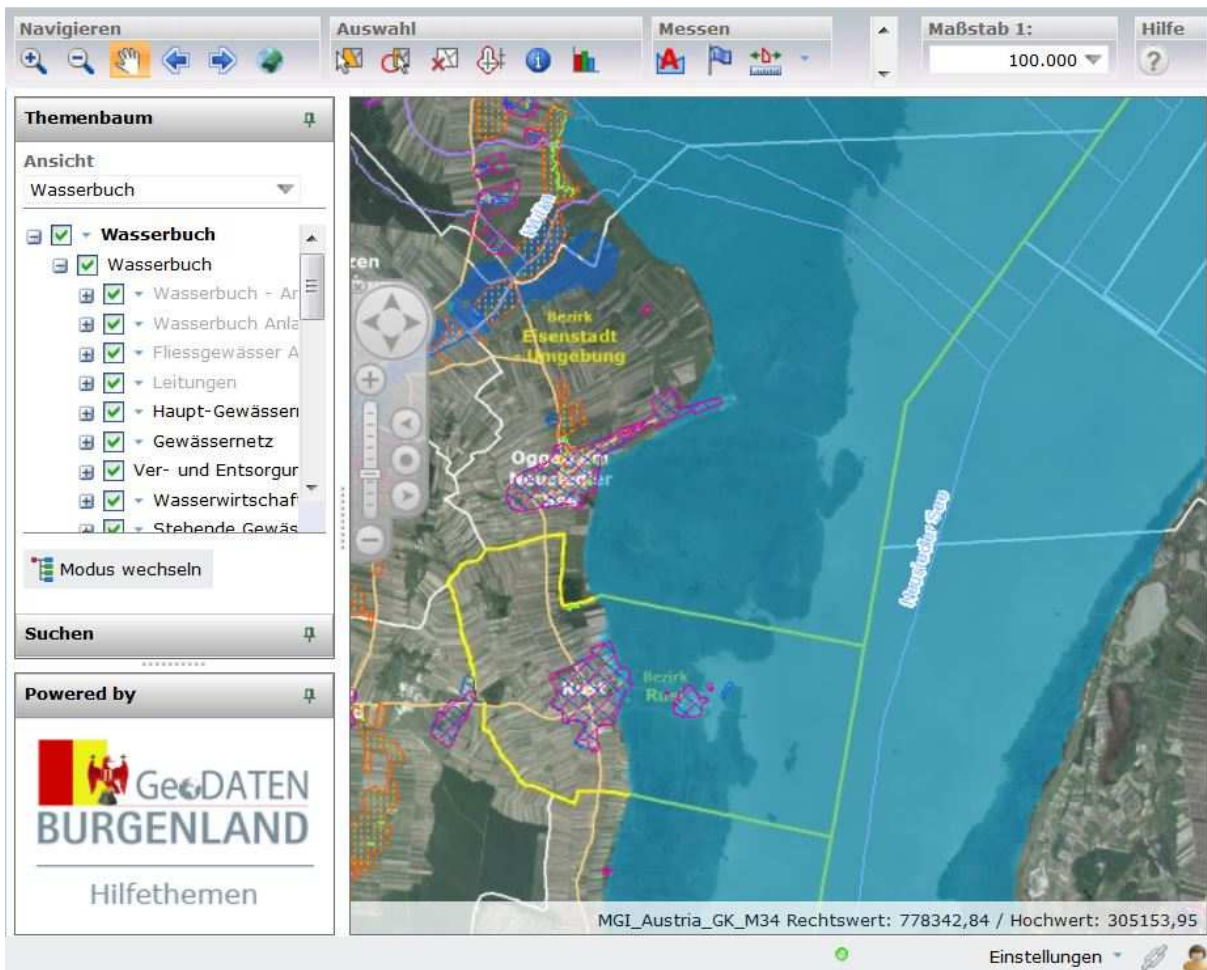


Abb. 10. Darstellung von Überflutungsflächen, exemplarisch am Westufer des Neusiedler Sees, im Wasserportal Burgenland (<http://wasser.bglg.at/wasserbuch/ueberflutungsflaechen.html>).

Im Rahmen des Projekts GeNeSee wurde eine Befliegung der ungarischen Seerandgebiete und des Uferbereiches des Einserkanals durchgeführt. Nach Abschluss des Projektes (Ende 2014) wird eine einheitliche Abdeckung des Neusiedler Sees Gebietes mit einem hochaufgelösten Geländemodell mit einer räumlichen Auflösung von 1 m zur Verfügung stehen.

Die Wasserspiegellage und die damit verbundene Größe der Seewasserfläche variiert mit der Zeit entsprechend den wechselnden Wasservolumina in einem hydrologischen Zeitmaß. Viel schnellere Abweichungen resultieren aus windinduzierten Ereignissen wie räumlicher Verlagerung von Wassermassen und Wellen. Als Konsequenz ergibt sich bei Hochwasserständen eine Verschärfung der Situation bei Windeinfluss. Aufgrund der Geometrie des Sees und der Hauptwindrichtungen sind Uferbereiche nahe dem Zentrum des Sees viel weniger den windinduzierten Überflutungen ausgesetzt als die v.a. nördlichen und südlichen Randbereiche (Abb. 11).

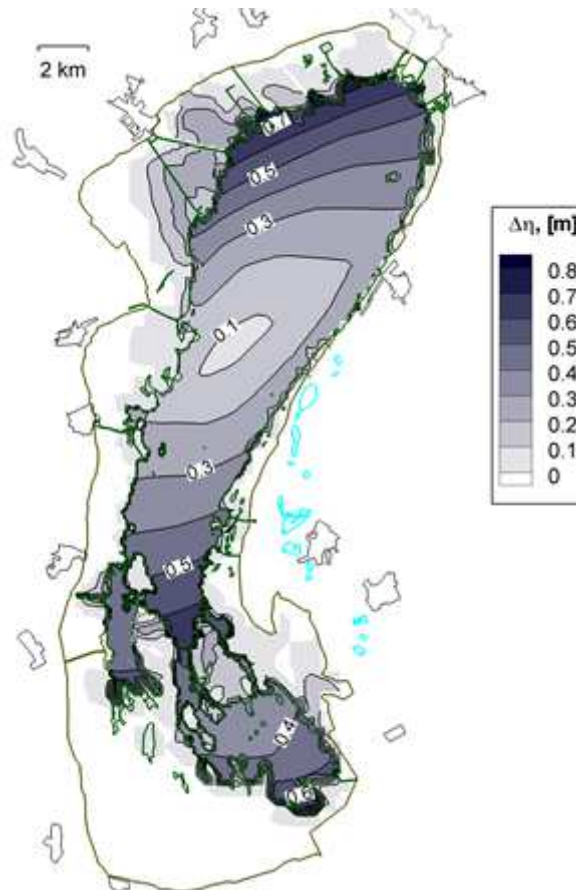


Abb. 11. Maximale Änderung der temporären Wasserpegel (höchste – niedrigste Wasserspiegellage) für eine 48 Stunden Windperiode (Józsa *et al.* 2007).

Niedrige Wasserstände

Simulationsberechnungen zeigen, dass

- mittlere Wasserspiegellagen durch die Wehrbetriebsordnung 2011 (WBO 2011) angehoben werden können,
- niedrige Wasserspiegellagen (bis hin zur Austrocknung) können durch die WBO 2011 nicht verhindert werden.

Es ist nicht möglich vorherzusagen, wann das Auftreten einer Folge von niederschlagsarmen Jahren zu kritisch niedrigen Seewasserpegeln bis hin zur Austrocknung führen wird. In jedem Fall ist jedoch bei sehr niedrigen Wasserständen mit negativen Auswirkungen auf bestimmte Interessensgruppen zu rechnen. Im Besonderen wäre die Regenerations- und Erholungsfunktion des Sees deutlich eingeschränkt. Wirtschaftliche Verluste für Fischerei, Beherbergung, Gastronomie und Wassersport wären zu befürchten, auch Beeinträchtigungen der Badewasserqualität sind nicht auszuschließen. Eine nähere Betrachtung dieses Themas erfolgt im Kap. 6.2.

Da diese Situation jedoch auftreten kann und davon **alle Interessensgruppen am Neusiedler See betroffen** sind, muss **umgehend eine akkordierte Strategie** erarbeitet werden, wie damit umgegangen werden soll.

Technisch ist es durch Wasserzuleitung möglich, unerwünschte Tiefstände zu verhindern. Die Planung, Einreichung, Bewilligung und bauliche Umsetzung einer Dotierungsanlage erfordert jedoch

„einige“ Jahre. Eine Klimastudie Neusiedler See der Universität für Bodenkultur (Kromp-Kolb *et al.* 2005) weist darauf hin, dass der See bei einer ständigen Aufeinanderfolge des extrem trockenen Jahres 2003 (ca. 60% weniger Jahresniederschlag als im Mittel 1961–1990) nach 4 bis 6 Jahren weitgehend austrocknen würde.

Unterschiedliche Wasserstände haben Auswirkungen auf die Hydrodynamik, den Massentransport und die Standortbedingungen des Sees. Höhere Wasserstände bewirken reduzierte Seebettveränderungen, Fließgeschwindigkeiten und Schubspannungen am Seeboden. Damit verbunden ist auch eine höhere Sichttiefe und geringerer horizontaler Massentransport durch Strömungen (Abb. 12).

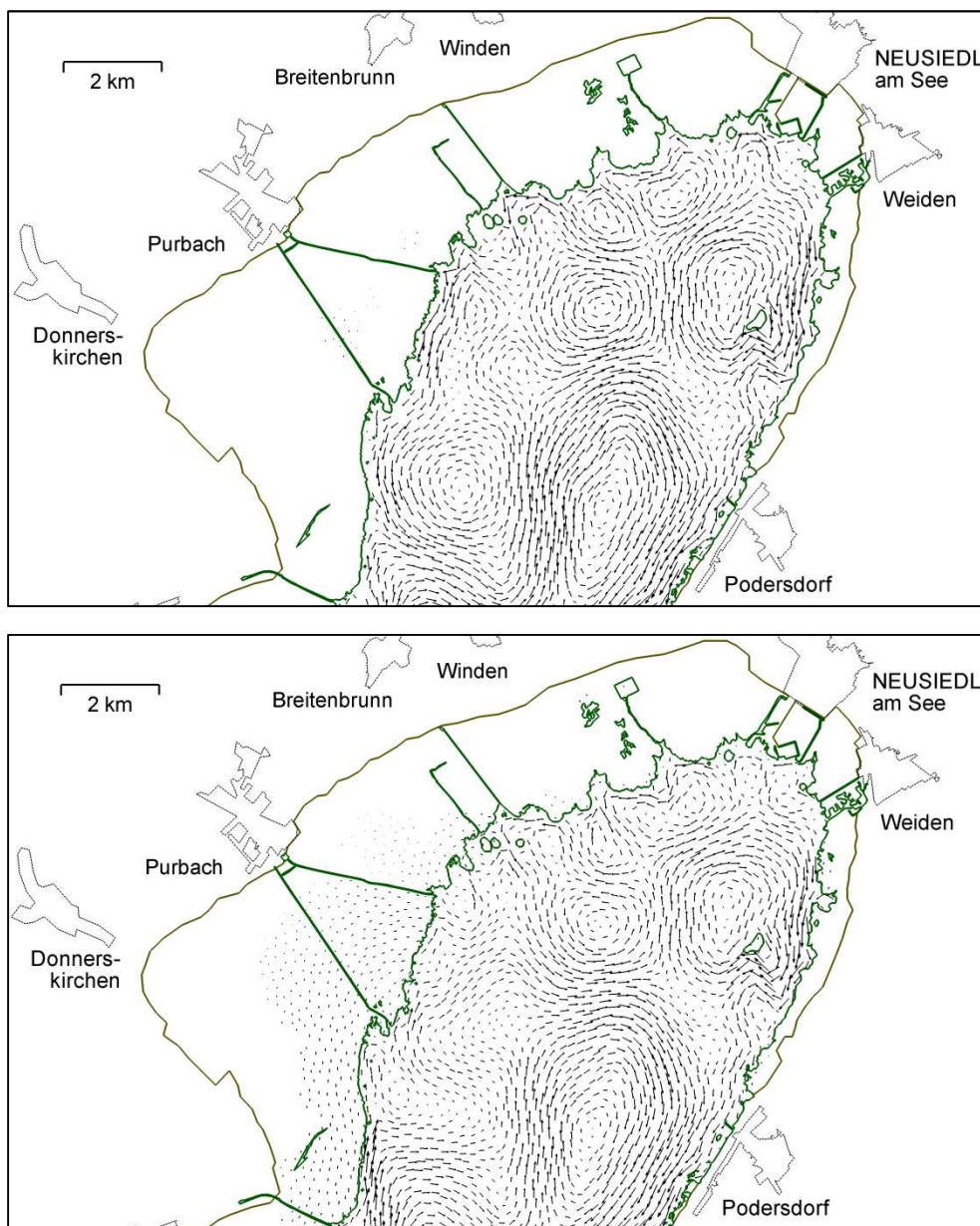


Abb. 12. Modellierte tiefengemittelte stationäre Zirkulation im nördlichen Seeteil bei einem 10 m/s NNW-Wind bei tiefen (oben) und hohen (unten) Wasserständen (Józsa *et al.* 2007).

2.2.3 Sektorale Ziele und Maßnahmenvorschläge

Ziel	Z1 Umfassende Kenntnis über die Wasserbilanzkomponenten sowie die Seeinhaltslinie (entscheidende Grundlagen für die Bewirtschaftung des Neusiedler Sees und den Betrieb der Wehranlage)
Maßnahmen	<p>M1 Verbesserung der Kenntnisse der Wasserbilanzkomponenten, insbesondere der Verdunstung – punktmäßige Evapotranspirationmessungen – sowie Effekte von Wasserverlusten, die bei Windeinfluss mit Wasserverfrachtung in trockene Seerandgebiete entstehen</p> <p>M2 Neuvermessung des Seebeckens (hier wird auf das laufende Projekt GeNeSee, Geodätische Neuerfassung des Systems Neusiedler See – Hanságkanal, verwiesen. Ergebnisse werden im zweiten Halbjahr 2014 erwartet.)</p>
Ziel	Z2 Die Wehrbetriebsordnung ist auf eine Abflusskapazität von 15 m ³ /s ausgelegt. Diese muss ganzjährig zur Verfügung stehen. Nur kurzfristig, wie z.B. bei Ikva Hochwässern oder bei geschlossenem Hochwassertor bei Abda ist keine Ableitung möglich.
Maßnahme	M3 Die Ableitungskapazität des Einserkanals muss durch Instandhaltungsmaßnahmen laufend sichergestellt werden. Durch die geringen Gefällsverhältnisse bilden sich leicht Ablagerungen, wie z.B. an der Ikva Einmündung. Der erforderliche Fließquerschnitt ist regelmäßig zu überprüfen und gegebenenfalls wiederherzustellen.
Ziel	Z3 Vermeidung von Problemen bei der Ableitung über den Einserkanal wie Durchsickerung der Begleitdämme und Vernässungen von landwirtschaftlich genutzten Flächen. (Ebenso kann bei hohen Wasserständen das Drainagewasser nicht mehr im freien Gefälle in den Einserkanal abgeleitet werden, es muss gepumpt werden und führt damit zu erhöhten Kosten.)
Maßnahme	M4 Die Wehrbetriebsordnung berücksichtigt diese Situation bereits mit generell niedrigeren Seepegeln sowie reduzierten Ableitungsmengen im Winterhalbjahr. Eine Evaluierung der Wehrbetriebsordnung mit einem Fokus auf die Wasserstandssituation im Einserkanal könnte ein allfällig vorhandenes Verbesserungspotential aufzeigen.
Maßnahme	M5 Bewusstseinsbildung in der Öffentlichkeit und bei Verantwortlichen, dass eine Austrocknung des Neusiedler Sees einschließlich aller Konsequenzen für Wirtschaft, Tourismus, Fischerei, Schifffahrt u.a. möglich ist. Eine Dotierung kann dies verhindern, muss aber rechtzeitig geplant werden! Kritische Situationen können innerhalb weniger niederschlagsarmer Jahre entstehen. Niedrige Wasserspiegellagen (bis hin zur Austrocknung) können durch die neue WBO nicht verhindert werden. Ebenso kann der Zeitpunkt einer Austrocknung nicht vorhergesagt oder berechnet werden (Kubu 2006; Zessner <i>et al.</i> 2012).
Ziel	Z4 Fortführung und laufende Anpassung der bestehenden grenzüberschreitenden Koordination der wasserbaulichen Bewirtschaftung.
Maßnahmen	M6 Informationsaustausch hydrometeorologischer Daten wie Pegelstände, Niederschlagsdaten, Zu- und Abflussdaten

M7 laufende Abstimmung des Betriebes der Wehranlage auf Basis der Wehrbetriebsordnung

M8 Wartung und Instandhaltung des Ableitungssystems;
Berücksichtigung der bei Ableitung kritischen Grundwassersituation in den landwirtschaftlich genutzten Zonen entlang des Einserkanals, Pumpkosten

Ziel

Z5 Schutz des Seerandes bei hohen Wasserständen. Die aktuelle Wehrbetriebsordnung ist auf ein 100-jährliches Hochwasserereignis bei einem Ruhewasserspiegel von 116,00 m ü.A. ausgelegt. Durch Wasserverfrachtung bei Starkwind kann der sogenannte Ruhewasserspiegel temporär und lokal bis zu ca. 40 cm überschritten werden. In diesen Situationen sind teilweise betroffen: Bauland Wohnen, Bauland – Baugebiete für Erholungs- oder Fremdenverkehrseinrichtungen, Parkplätze an Freizeiteinrichtungen, Bäder, Marinas und Gebiete des Hanság (bei der Überströmung von Dämmen, die sich im Bereich Fertőd, Pamhagen und Apetlon befinden)

Maßnahmen

M9 Detaillierte Darstellung der Hochwasseranschlagslinien

M10 Planung lokaler Schutzmaßnahmen

M11 Berücksichtigung bei der Planung von zukünftigen Infrastrukturprojekten im Seerandbereich

M12 Berücksichtigung der bei Ableitung kritischen Grundwassersituation in den landwirtschaftlich genutzten Zonen entlang des Einserkanals, Pumpkosten

Ziel

Z6 Akkordierter Umgang mit der Möglichkeit einer Seeaustrocknung

Maßnahmen

M13 Information der Öffentlichkeit und der Interessensgruppen

M14 Erarbeitung einer akkordierten Strategie

M15 Interdisziplinäre Variantenuntersuchung zur Dotierung bei Niedrigwasserständen:

- Entnahmestelle
- Verlauf und Bauweise der Zuleitung bei Berücksichtigung der Raumplanung
- Dotierungsmengen und Regelwasserstände unter Berücksichtigung von aktualisierten Klimaszenarien, Wehrbetriebsordnung, Naturschutzaspekten u.a.

Zum wasserwirtschaftlich relevanten Aspekt der „außergewöhnlichen Zwischenfälle“ siehe Kap. 3.2.4.

2.3 Hydromorphologie

Elmar CSAPLOVICS, Tamás KRÁMER, János JÓZSA, Krisztián HOMORÓDI, Melinda KISS

2.3.1 Betrachtungsraum

Der Betrachtungsraum in Bezug auf hydromorphologische Fragestellungen entspricht dem hydrologischen Einzugsgebiet (siehe Kap. 2.2: Abb. 1). Neben den natürlichen und künstlichen Zuflüssen spielt jedoch auch diffuser atmosphärischer Eintrag eine gewisse Rolle. Zusätzlich kommt den Sedimentationsprozessen im Schilfgürtel eine nicht unerhebliche Bedeutung zu.

2.3.2 Charakteristik und Status Quo

Der Neusiedler See ist ein windexponierter, extrem flacher Steppensee und repräsentiert einen Sondertypus innerhalb Europas (Herzig & Dokulil 2001). Seine hydromorphologische Charakteristik wird durch das signifikante Auftreten von ausgeprägten Sedimentlagen in raum-zeitlich variierendem Ausmaß gekennzeichnet. Neben Eintrag durch natürliche Zuflüsse (Wulka und marginale periodisch wasserführende Gräben entlang des West- und Nordwest-Ufers) und künstliche Zuleitungen (Golser Kanal und ähnliche) ist diffuser atmosphärischer Eintrag und Sedimentation von Pflanzenmaterial im Schilfgürtel (Altschilf) zu berücksichtigen. Die Verteilung und Mächtigkeit der Sedimentlagen im Seebecken ist auf Grundlage der ersten flächendeckend durchgeführten Inventur auf Grundlage geodätischer Messverfahren auf österreichischer Seite in Datenaufnahmen aus den Jahren 1985–1987 und auf ungarischer Seite aus Messkampagnen aus den Jahren 1994-1995 erfasst (Csaplovics 1989; Csaplovics *et al.* 1997). Die Methoden der Datenerfassung waren bei beiden Missionen ident, sodass von einer homogenen Datenstruktur ausgegangen werden kann. Nach Synthese der Daten und Schaffung eines grenzüberschreitenden Datenbestandes erfolgte die Berechnung und Analyse von digitalen Oberflächenmodellen mit Bezug Sedimentoberkante und Sedimentunterkante für das gesamte Seebecken innerhalb der Höhenlinie 116,50 m. Die-



Abb. 13. Karte der Sedimentablagerungen im Seebecken in Stufen von $\Delta h = 20\text{cm}$ (Csaplovics *et al.* 1997).

ser Datenbestand stellt bis dato die raumbezogene Informationsgrundlage für die Höhenverhältnisse des Seebodens und die Mächtigkeit der Sedimentlagen im Seebecken dar (Abb. 13).

Aktuell erfolgt eine hybride Neuaufnahme des Seebeckens „in einem Guss“, d.h. sowohl methodologisch als auch in Bezug auf das Seebecken in einer ungarisch-österreichischen Kampagne (Projekt GeNeSee). Mit der Bereitstellung von hochgenauen digitalen Modellen des Seebodens und der Verteilung und Mächtigkeit der Sedimentlagen im Seebecken ist im Jahre 2014 zu rechnen.

Die Strömungssysteme im offenen Wasserkörper des Neusiedler Sees sind signifikant wind-induziert und deren Interaktion mit Sedimenttransport und Sedimentablagerung ist evident (Jungwirth 1979c; Krámer & Józsa 2008). Die physikalischen Prozesse sind wesentlich durch den Schilfgürtel geprägt, nicht nur über den erhöhten hydraulischen Widerstand und die Tendenz zum Rückhalt von suspendiertem Sediment, sondern auch durch die Abschwächung der Windenergie. Hochgewachsene Schilfhalme können die Windenergie lokal auf einen Bruchteil jener Werte reduzieren, die im offenen See auftreten; das gilt auch für den 10 m breiten Bereich, der leeseitig dem Schilf vorgelagert ist (Kiss & Józsa 2014). Die aerodynamische Rauigkeit, welche die Schilfzone charakterisiert, bleibt auf kurzer Distanz auch im Freiwasserbereich bestehen; das vertikale Windprofil weicht hier signifikant vom theoretischen logarithmischen Profil ab, das sich über der offenen Wasserfläche einstellt. Die Ausdehnung der windgeschützten Zone hinter dem Schilfbestand hängt von der thermischen Schichtung in der Luft ab. Über der aerodynamisch viel glatteren Fläche des Freiwasserbereichs beschleunigt der Wind und kann auf den ersten 300 m um bis zu 50% zunehmen (Abb. 14).

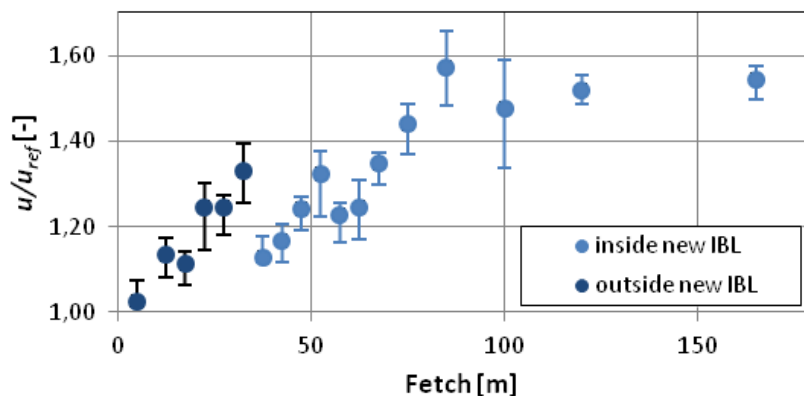


Abb. 14. Gemessene Verteilung der (nicht-simultanen) normalisierten Windgeschwindigkeit entlang einer Windanlaufstrecke im Freiwasser des Sees (Kiss & Józsa 2014). Die Farben der Symbole zeigen an, ob die interne Grenzschicht (IBL), die sich an der Schilfkante ausbildet, das Anemometer in 5,7 m Höhe erreicht.

Ein wesentlicher Teil der Interaktionen zwischen Schilfgürtel und Freiwasserbereich findet an der Schilf-Wasser-Übergangszone statt. Um die physikalische Dynamik an dieser Grenze zu verstehen, sind lokale Messungen und Modellberechnungen notwendig. Die Ergebnisse von Kiss & Józsa (2014), auf die zuvor in der Diskussion zur Entwicklung der Windprofile Bezug genommen wurde, stammen aus einem Messprogramm aus den Jahren 2012 und 2013, bei dem zwei hydrometeorologische Stationen in der Schilfzone bzw. im offenen See ca. 15 m vor dem Schilfrand installiert wurden. Die beiden Stationen waren ausgerüstet mit Ultraschallanemometern, Sensoren zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit, der Lufttemperatur, der Wassertemperatur und der Wasserstandsschwankungen. In Ergänzung dazu wurden niedrig- und hoch-auflösende Strömungsmesser zur Erfassung von Strömungsprofilen eingesetzt.

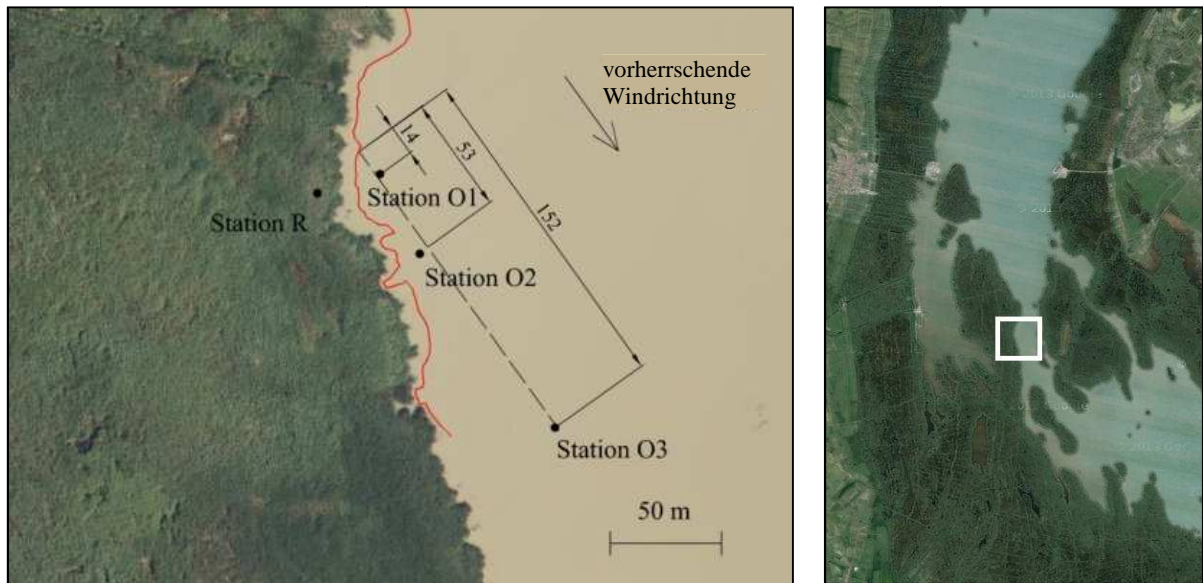


Abb. 15. Links: Positionierung der Anemometer-Stationen (R, O1, O2 und O3) entlang der vorherrschenden Windrichtung im Untersuchungsprogramm von Kiss & Józsa (2014). Die rote Linie zeigt die Schilf-Grenzlinie nach der letzten Aufnahme im Jahr 2012, während die aus dem Orthobild extrahierte Grenzlinie ungenau ist, da das Orthophoto nur näherungsweise georeferenziert ist. Rechts: das Quadrat zeigt die Lage des Untersuchungsgebiets.

Die Messungen werden durch numerische Windmodelle vervollständigt, welche die Dynamik der Luftströmungen berücksichtigen. Dreidimensionale Strömungsmodelle geben einen detaillierten Einblick in die Auswirkungen der umgebenden Topographie – insbesondere des Leithagebirges im NNW des Sees (d.h. der Hauptwindrichtung) – und der ungleichförmigen Oberflächeneigenschaften von Wald, Schilf und Freiwasserflächen auf die bodennahen Atmosphärenschichten.

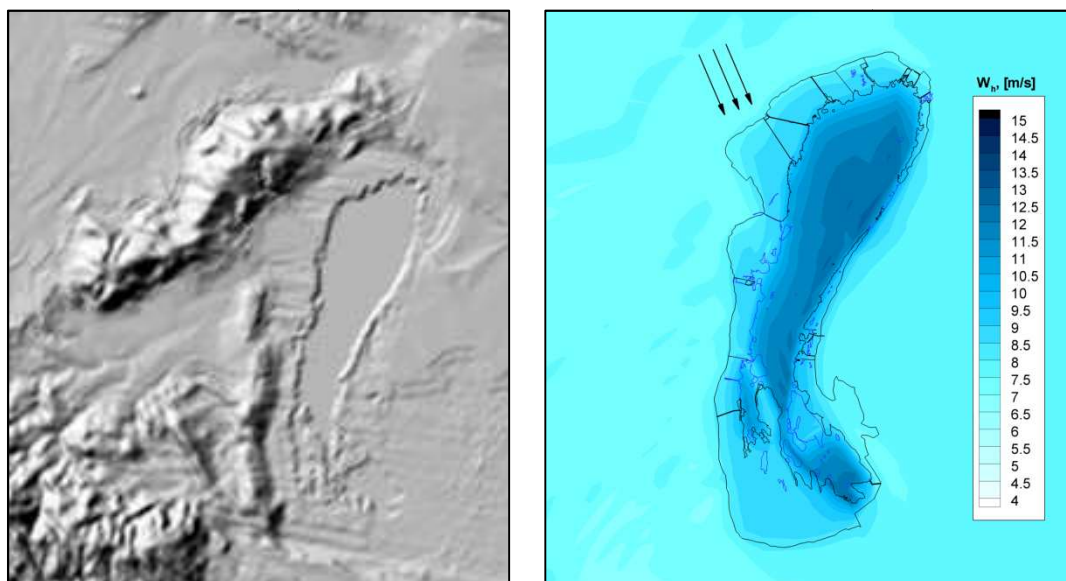


Abb. 16. Links: Topographie der Umgebung des Sees. Rechts: Verteilung der Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe über der Oberfläche, berechnet anhand eines 3-D Modells (Józsa *et al.* 2008).

Das Anwachsen von Wind und Wellen entlang der Windanlaufstrecke und das Vorherrschen starker Winde von NNW resultieren in einer ungleichförmigen Verteilung der Wellen (Homoródi *et al.* 2012) und der ausgeprägten Exposition der nordöstlichen Uferlinie gegenüber Wellen. Diese räumliche Variabilität verdeutlicht die Notwendigkeit eines differenzierten Schutzes des Seeufers sowie einer Studie zur Untersuchung der Wechselwirkung von Wellenklima und Schilfwachstum.

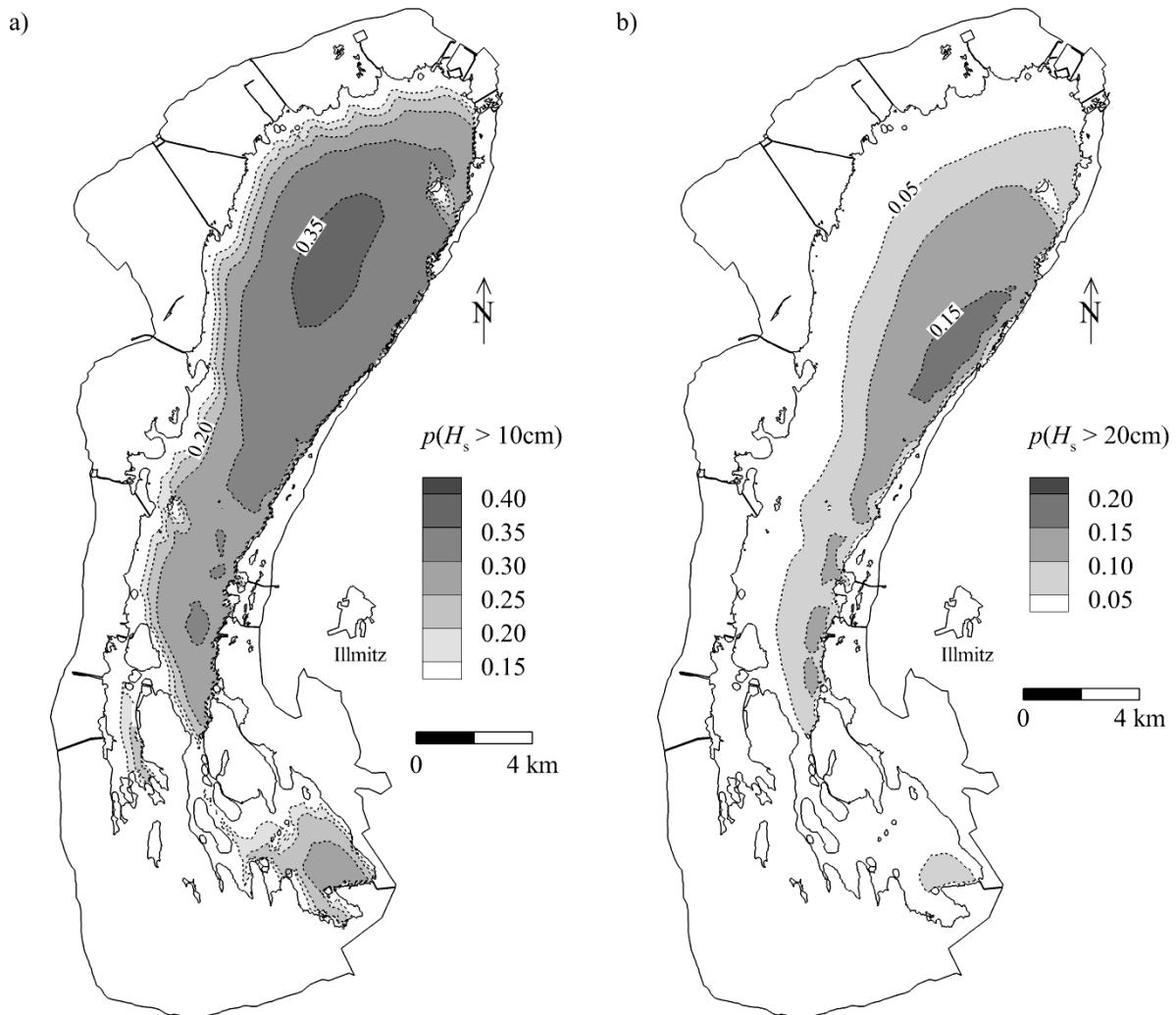


Abb. 17. Seeweite Häufigkeitsverteilung der signifikanten Wellenhöhe H_s größer 10 cm (a) und 20 cm (b) für die gesamte Seefläche (Józsa *et al.* 2008).

Aufgrund der geringen Tiefe des Neusiedler Sees führen die Wellen zu bodennahen Turbulenzen, welche über längere Zeiträume eine ähnliche räumliche Verteilung zeigen. Feldmessungen und hydrodynamische Modelle vermitteln das notwendige Verständnis betreffend den Faktor Turbulenz geben den notwendigen Einblick in diese Turbulenzen – eine Voraussetzung, um Sedimentresuspension, Nährstoff-Desorption, Eindringtiefe des Sonnenlichts und thermische Schichtungen zu analysieren.

Das Ausmaß und die Dynamik von Austausch von Wasser und Sediment zwischen dem offenen Wasserkörper und dem Schilfgürtel steht in engem Zusammenhang mit bereits in den Inventuren der 1980er und 1990er Jahre dokumentierten Wallbildungen im wasserseitigen Randbereich und die des

Schilfgürtels zufolge Eintrag und Absetzung von Sediment. Der Eintrag, die Ablagerung und die mögliche Rückverfrachtung von Nährstoffen in Richtung offenem See spielen eine bedeutende Rolle bei der Abschätzung von Szenarien ökologischer Destabilisierung des Sees ((Stalzer & Spatzierer 1987). Austausch von Wasser und somit Sedimenttransport und Ablagerung zwischen offenem See und Schilfgürtel wird zudem durch periodische Wasserstandsschwankungen (Seiche) bewirkt, die durch Windeinfluss eintreten.

2.3.3 Datenlage und Wissensdefizite

Seit den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts werden Versuche unternommen, die Topographie des Seebodens systematisch zu erfassen. Diese Bestrebungen waren anfangs von dem Ziel geprägt, Teile des Sees oder gar das gesamte Seebecken zu entwässern und die resultierenden Flächen großflächig agro-industriell zu nutzen (Godinger 1835). Während der letzten Austrocknungsphase des Sees 1865–1870 und danach, de facto bis in die ersten Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts, wurden diese Unternehmungen intensiviert (Neusiedlersee-Kommission 1901, vgl. Szontagh (1902), Grünhut-Bartoletti (1935)). Ab den 1950er-Jahren waren neben wasserwirtschaftlichen in immer stärkerem Maße auch naturschutzbezogene Interessen treibende Kraft für die Durchführung einer topographischen Aufnahme des Seebeckens. Durch außergewöhnlich niedrige Wasserstände zu Ende der 1950er- und zu Anfang der 1960er-Jahre befördert erfolgte 1963 eine durch Nivellementprofile durch das Seebecken bewerkstelligte Vermessung des Seebodens mit Nachmessungen bis Ende der 1960er Jahre (Kopf 1963; 1964; 1965; 1966; 1967; 1968). Ähnliche Messungen erfolgten in den 1960er-Jahren auch im ungarischen Seebecken (Kováts 1982). Erst von 1985–1987 konnten auf österreichischer Seite wesentlich dichtere, nach damals hochaktuellen Methoden der geodätischen Vermessung aufgebaute topographische Aufnahmen des Seebeckens auf österreichischer Seite, gefolgt von nach identer Methodologie aufgebauten Messkampagnen auf der ungarischen Seite von 1994–1995, durchgeführt werden (Csaplovics 1989; Csaplovics *et al.* 1997). Diese Messdaten boten die Grundlage für die erste grenzüberschreitende flächendeckende digitale Modellgenerierung des Seebodens bezogen auf Sedimentober- und Sedimentunterkante und somit auch bezogen auf die räumliche Verteilung der Sedimentlagen und deren Mächtigkeit. Hervorzuheben ist die erstmals umfassend nachgewiesene Wallbildung entlang des unmittelbar seeseitigen Schilfstreifens, die in Funktion abnehmender Wasserstände zur Unterbrechung des Wasseraustausches des offenen Sees mit dem Großteil des Schilfgürtels führt. Mit Stand 1995 ist ein Trockenfallen mehr oder weniger des gesamten Schilfgürtels für Pegelstände tiefer als 115,00 m dokumentiert. Nach nahezu 20 Jahren erfolgt derzeit eine Neuaufnahme des Seebeckens mittels hochaktueller hybrider Messverfahren. In ungarisch-österreichischer Kooperation werden die Seebodenbereiche des offenen Sees mittels Echolot, die landseitigen Randbereiche des Schilfgürtels mittels flugzeuggestütztem Laserscanning (LiDAR) und die seeseitigen und zentralen Schilfbereiche mittels geodätischer und bodenkundlicher Punktmessverfahren (D-GPS und Sondierung) kartiert (Projekt GeNeSee). Hochaktuelle digitale Modelle der Topographie des Seebeckens werden somit ab 2014 bereitstehen. Damit einher geht die Notwendigkeit der systematischen Untersuchung der Dynamik der Strömungsverhältnisse im offenen See, der Austauschmechanismen mit spezifischen Bereichen des Schilfgürtels und den damit verbundenen Sedimentationsprozessen.

Die Hydrodynamik des Sees ist gut erforscht. In Ungarn können die hydro-meteorologischen Beobachtungen am Neusiedler See auf eine lange Tradition zurückblicken. Die Untersuchungen begannen in den späten 1970er Jahren allerdings mit sehr einfachen Mitteln wie z.B. Schwimmkörpern,

modernere Instrumente wurden erst ab 1990 eingesetzt. Der Fokus lag zunächst auf der Bucht von Fertőrákos und dem so genannten Silbersee. Die ersten Ergebnisse wurden von Sarkkula *et al.* (1991), die Untersuchungen von Mitte der 1990er Jahre von Józsa *et al.* (1998) und Józsa *et al.* (1999) publiziert. In den Jahren 2001 und 2002 wurden spezielle Messkampagnen in der Bucht von Fertőrákos durchgeführt, um die Unregelmäßigkeiten der Windverhältnisse über der Seeoberfläche zu erforschen, welche als Schlüsselfaktor für die Ausbildung horizontaler Zirkulationsmuster angesehen werden. Die Ergebnisse und ihre Bewertung wurden von Józsa (2004), Józsa *et al.* (2007) und Krámer (2007) publiziert. In Österreich stammen die ersten wichtigen Felduntersuchungen aus den 1960er Jahren (Kopf 1966), als mit Hilfe zahlreicher Schwimmkörper das bei den vorherrschenden NNW- und SSE-Winden auftretende Strömungsmuster rekonstruiert wurde. Die Ergebnisse der von Jungwirth (1979b) beschriebenen hydraulischen Maßstabsmodelle stimmen mit den Erkenntnissen von Kopf (*l.c.*) gut über ein. In den 1980er Jahren fanden weitere Untersuchungen der Strömungsverhältnisse durch Stalzer & Spatzierer (1987) statt, welche jedoch aufgrund der geringen Anzahl von Messungen keine substantiellen neuen Informationen über die Strömungsmuster brachten. Dies wurde, vor allem für den großen Nordteil des Sees, durch eine detailliertere Kampagne im Jahr 1992 nachgeholt.

Heute verfügen wir über umfangreiche und hoch aufgelöste Felddaten, z.B. von Józsa *et al.* (2008), Homoródi *et al.* (2012) und Kiss (2012), um die Modelle zu kalibrieren. Hydro-meteorologische Messstationen nahe dem Schilf-Freiwasser-Übergangsbereich ermöglichen die Anwendung der sogenannten Eddy-Kovarianz-Technologie, die dazu dient, Unterschiede in den Strömungsmustern zu quantifizieren. Dieselbe Technologie ermöglicht eine direkte Berechnung der Evapotranspiration im Schilfgürtel.

Im Bereich der numerischen Modellierung implementierte Ramming (1979) als erster 2-dimensionale Strömungsmodelle, um die verschiedenen Seiche-Phasen zu untersuchen. In Ergänzung zu den Feldmessungen begann in den frühen 1990er Jahren auch in Ungarn die Entwicklung 2-dimensionaler, numerischer Strömungsmodelle, zunächst anhand der Finite-Differenzen-Methode mit äquidistanten Gitterpunkten, z.B. Józsa (2004), später mit der adaptiven, quadtree-basierten Finite-Volumen-Methode, wie in Krámer & Józsa (2005), Krámer & Józsa (2007) und Krámer (2007) beschrieben. Die Einmischung einer theoretischen Wasserzufuhr im Süden des Neusiedler Sees wurde über einen Zeitraum von neun Monaten modelliert (Krámer *et al.* 2012; Zessner *et al.* 2012). Dieses instationäre Strömungsfeld wurde mit „particle-tracking“ (Partikelverfolgung) kombiniert und veranschaulichte den chaotischen Charakter der Durchmischung und eine höchst ungleichförmige räumliche Verteilung der Verweilzeiten.

Die Modellierung deckt die Hauptkomponenten des physikalischen Systems des Neusiedler Sees ab: Wind, Wellen und Strömungen. Das interne atmosphärische Grenzschichtmodell, validiert sowohl anhand von Anemometer-Daten (Józsa 2014) als auch mit 3D-Windmodellen (Napoli *et al.* 2014 in prep.), bildet den Windangriff am See sehr gut ab und vermeidet die falsche Darstellung von Strömungswirbel, die bei Annahme gleichförmiger Windverhältnisse entstehen. Józsa *et al.* (2008) und Homoródi *et al.* (2012) verglichen einfache algebraische und komplexe numerische Wellenmodelle mit *in-situ*-Wellendaten. Anhand dieser Methoden sind wir nun in der Lage, die zeitliche Entwicklung der Wellenhöhe, die Wellenlänge und – mit dem numerischen Wellenmodell SWAN – sogar die Eigenschaften des direktionalen Wellen-Energie-Spektrums vorherzusagen. Diese Informationen dienen als Eingangsgrößen in das Seeströmungsmodell und zur statistischen Ableitung der Verhältnisse im Uferbereich oder im gesamten See.

Defizite bestehen nach wie vor in der ungenügend detailliert erfassbaren Topographie des Seebodens in den Schilfbereichen. Nach extrem genauen Messungen der Verhältnisse im Beckenbereich des offenen Sees (Echolot-Profile in 100 m-Abständen), die auch Details zur vertikalen Sedimentstruktur liefern, besteht ein signifikantes Ungleichgewicht der Messdichte und Messinhalte in Bezug auf die Datenlage in den Bereichen des Schilfgürtels. Generell wäre die Absetzung und Entnahme von Bohrkernen nach der Gefriermethode notwendig, insbesondere in den kaum detailliert erschließbaren heterogenen Sedimentstrukturen der Schilfbereiche (Rhizomverflechtung). Des Weiteren besteht aktuelle Notwendigkeit, die topographischen Messungen des Seebodenreliefs mit Szenarien der Strömungsverhältnisse im offenen See und in den von Seewasser erreichbaren Gebieten des Schilfgürtels sowie mit hydrodynamischen Modellen des Einflusses von Wellengang und Strömungssystemen in Funktion der Wassertiefe mit besonderem Augenmerk auf den kritischen Bereich entlang des seeseitigen Schilf-Wasser-Grenzstreifens zu verknüpfen.

Neben morphologischen bedarf es weiterer abgestimmter Daten zur Zusammensetzung des Seeuntergrunds an Indikatorpunkten in Schlüsselarealen des Sees. Anhand dieser Daten wird es bei der Modellierung morphologischer Veränderungen möglich sein, die hydro-dynamischen Größen abzuleiten, welche für die Beschreibung des Sedimenttransportes notwendig sind.

Wie soeben in Zusammenhang mit der Morphologie angemerkt, spielt der See-Schilf-Übergangsbereich eine Schlüsselrolle für den Zustand des Sees hinsichtlich physikalischer Kenngrößen, der Wasserqualität und der Ökologie. Feldmessungen müssen sich daher auf diese Übergangszone konzentrieren, um auf lokaler Ebene eine Verbesserung der atmosphärischen und hydro-dynamischen Modelle zu erreichen. Dabei sind sowohl windgeprägte als auch windarme Perioden von Bedeutung (aerodynamische und thermodynamische Effekte). Anhand all dieser Daten sind Erkenntnisse über die Habitatverhältnisse, den Massentransport und die Morphologie des Sees zu erwarten, welche auch für die Fachbereiche Hydrochemie und Hydrobiologie von Bedeutung sind.

Es ist auch bekannt, dass die Rohrlacken im Schilfgürtel eine andere Farbe und Durchsichtigkeit aufweisen als der offene See. Dies hat mannigfaltige Auswirkungen, unter denen wir auf die signifikanten Unterschiede im Albedo hinweisen möchten, welche die Evaporation entscheidend beeinflussen. Die bisher gewonnenen und in Zukunft zu erwartenden Eddy-Kovarianz-Daten müssen analysiert werden, um diese Unterschiede zu quantifizieren und die Wasserbilanz-Schätzungen zu verbessern.

2.3.4 Konflikte, Gefahren und Potenziale

Die bereits angesprochenen Wallbildungen entlang des seeseitigen Streifens der Schilfbestände werden mit Sicherheit durch die laufenden topographischen Aufnahmen dokumentiert werden, wobei mit einer weiteren Auflandung entlang dieser Wallbildungen zu rechnen ist. Mit Stand 1995 ist eine Relation von Wasservolumen versus Sedimentvolumen von 51 : 49 für einen Pegelstand von 115,50 m dokumentiert. Die Verhältnisse im ungarischen Seeteil waren naturgemäß wesentlich ungünstiger, explizit mit einer Relation von 18 : 82 für einen Wasserstand von 115,30 m. Zunehmend wird Verlandung im Schilfgürtel auch durch fortschreitende Deposition von abgestorbenem Schilfmateriale befördert werden. Auch dazu sind durch das laufende Projekt (GeNeSee) neue Erkenntnisse zu erwarten. Das Szenario einer fortschreitenden Abkoppelung des Systems „offener See“ vom System „Schilfgürtel“ liegt auf der Hand und wird durch die ab 2014 verfügbaren digitalen Modelle des Seebeckens detailliert modellierbar und evaluierbar werden. Die Verfahrensweise bei der Anwendung der Schleusenregelung am Einserkanal und somit beim „Management“ des Wasserstandes hängt in ho-

hem Maße von der Interpretation dieser Daten ab. Die hybrid aufgenommenen und als digitale Modelle in jedes GIS-Umfeld integrierbaren topographischen Daten des Seeboden-Reliefs bilden eine unersetzliche Grundlage für jede perspektivisch angestrebte Modellierung von Szenarien der Sedimentationsdynamik versus Strömungssysteme, Habitatökologie des Schilfgürtels und vieles andere mehr (Abb. 18 & Abb. 19).

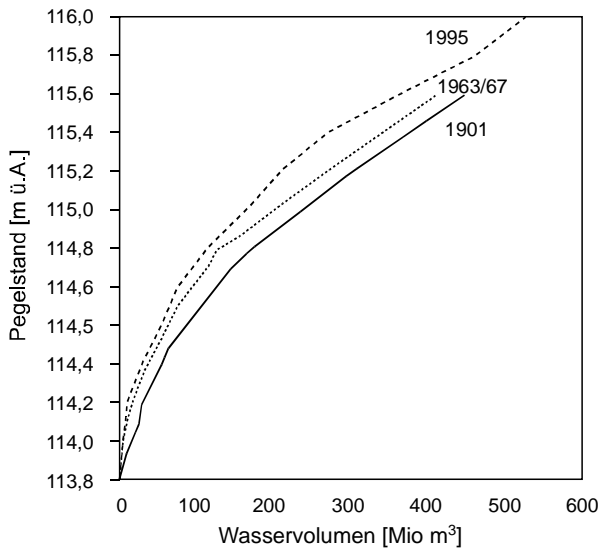


Abb. 18. Inhaltsdiagramm des Beckens des Neusiedler Sees mit Stand 1901, 1963/1967 (Kopf 1967; Kováts 1982) und 1995 (Csaplovics *et al.* 1997).

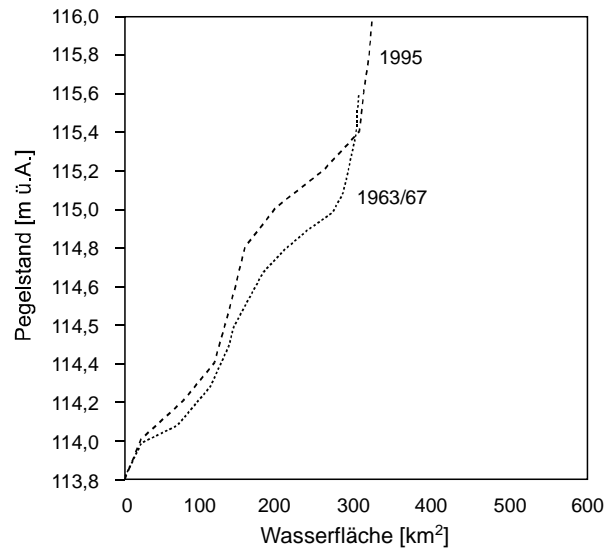


Abb. 19. Flächendiagramm des Beckens des Neusiedler Sees mit Stand 1963/1967 (Kopf 1967; Kováts 1982) und 1995 (Csaplovics *et al.* 1997).

Sedimentation beeinflusst den See nicht überall in gleicher Weise. Strömungen transportieren die Sedimentfahne von Zubringern und verteilen in windgeprägten Perioden das von Seeboden resuspendierte Sediment. Aufgrund der Variabilität der Windverhältnisse ist das Strömungsbild niemals einheitlich und die Einmischung einer Sedimentfahne ausgehend von einer Punktquelle chaotisch und schwer vorhersehbar (Abb. 20). Dies hat weitreichende Auswirkungen auf die Frage einer Dotation mit Wasser aus einem fremden Einzugsgebiet. Das Monitoring der Wasserqualität in solch einem Szenario sollte daher darauf Rücksicht nehmen, dass die Fahne eher in fadenförmige Streifen gezogen wird als sich homogen in das umgebende Wasser einzumischen. Es sind daher innovative mathematische Methoden anzuwenden, um kohärente Strömungsmuster und die Charakteristik chaotischer Durchmischung darstellen zu können (Pattantyús-Ábrahám *et al.* 2008).

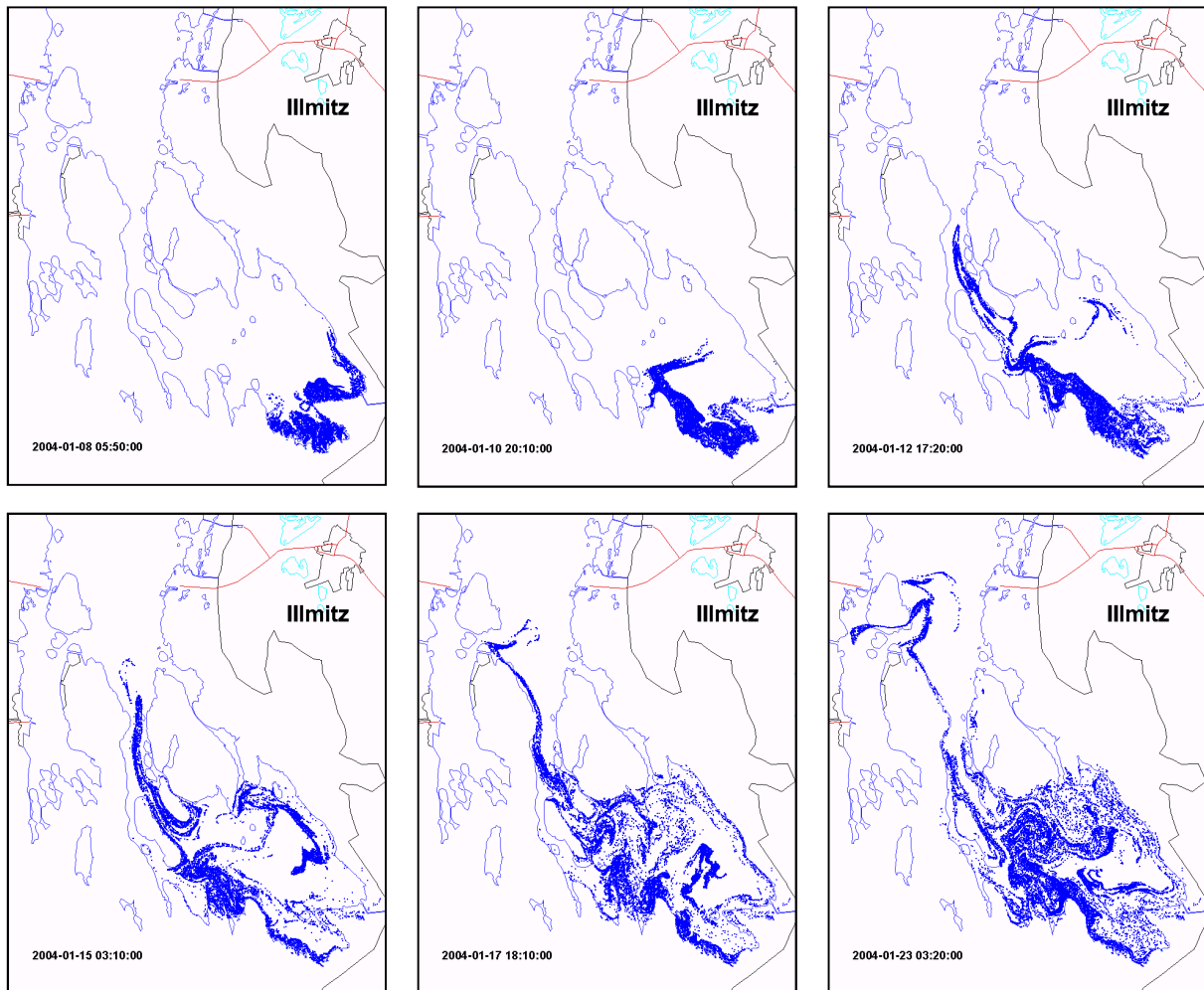


Abb. 20. Momentane Verteilung einer Tracer-Konzentration aus einer Quelle im Süden des Sees zu verschiedenen Zeitpunkten (8, 10, 12, 15, 17 und 23 Tage nach Beginn der Dotation). Jeder Punkt entspricht dem Zentrum einer dotierten Wassermasse mit einem Volumen von 180 m^3 (Krámer *et al.* 2012).

Dotationswasser, welches andere Eigenschaften als das Seewasser aufweist, stellt ein Risiko für das physikalische, chemische und biologische Gleichgewicht des Ökosystems dar. Abbau und Umsetzung der Inhaltsstoffe des Dotationswassers sind von der Verweilzeit im Seewasser, welche wiederum aufgrund der chaotischen Durchmischung hoch variabel ist, abhängig (Abb. 21).

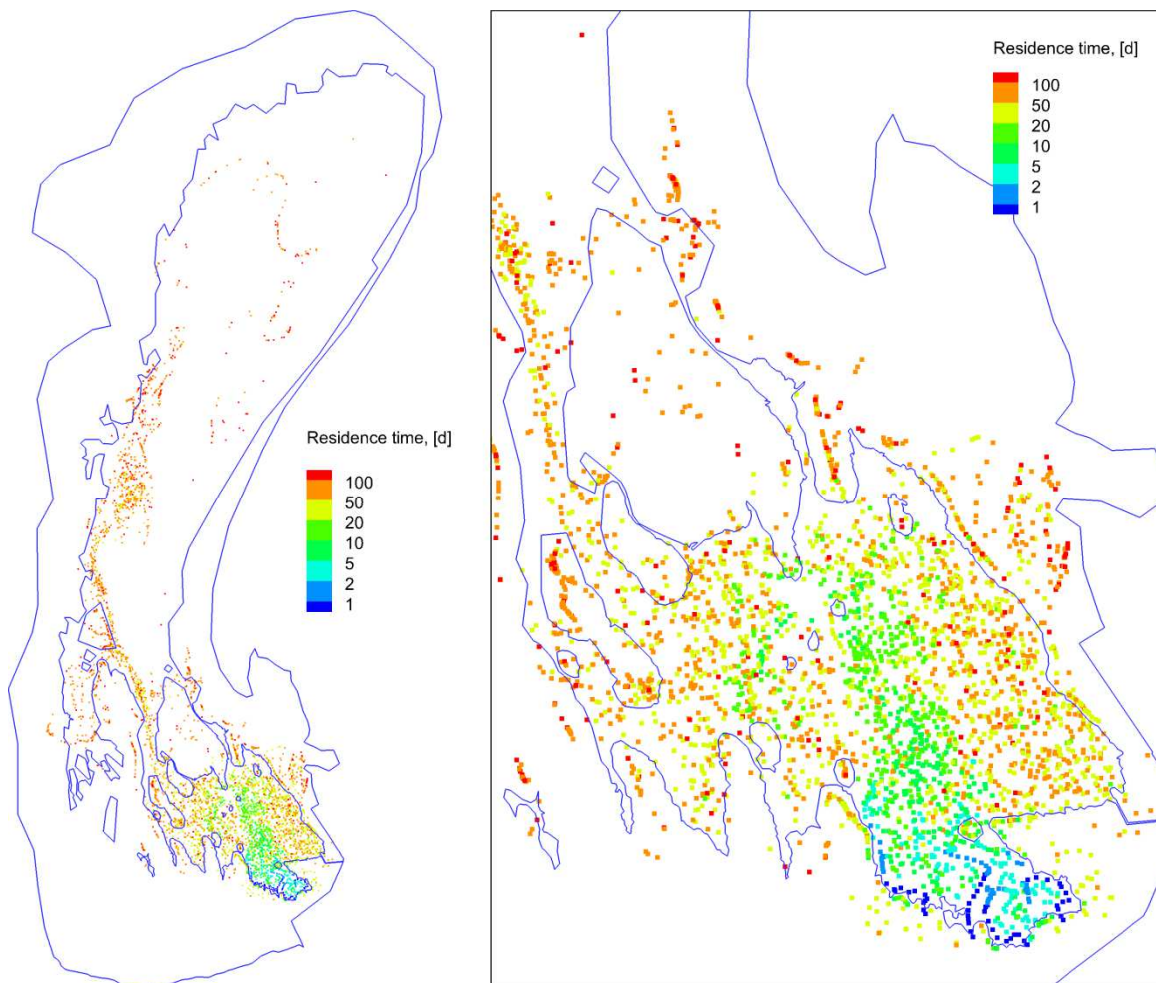


Abb. 21. Typische momentane Verteilung der Verweilzeit eines Tracer-Stoffs nach Dotation im Süden des Sees (Silbersee, Madárvárta-Bucht) und nachfolgendem Transport durch windinduzierte Strömungen auf Grundlage von 2D-Simulationsberechnungen (Krámer *et al.* 2012). Links: gesamter See, rechts: Silbersee.

2.3.5 Grenzüberschreitende Perspektive

Seit mehr als 30 Jahren erfolgen Arbeiten zur Erfassung der Topographie des Seebeckens in enger Abstimmung mit den ungarischen Kollegen, vornehmlich an der Westungarischen Universität Sopron und bei Éduvízeg Győr. Bereits die ersten nach Synthese der zeitlich versetzt gemessenen Daten flächendeckend generierten digitalen Oberflächenmodelle des Seebeckens sind auf Grundlage intensiver Kooperation entstanden. Umso mehr repräsentiert das aktuelle Vorhaben zur geodätischen Neuaufnahme des Seebeckens exemplarisch die bestehende optimale Kooperationsstruktur, die sich in gemeinsam durchgeführter Konzipierung, Durchführung, Auswertung und Analyse manifestiert. Die Daten wurden und werden sowohl ungarischen als auch österreichischen Institutionen zur Verfügung gestellt und sind on-line nutzbar. Es bleibt zu hoffen, dass diese in enger Kooperation erfolgten Vorhaben in Zukunft periodisch realisierbar bleiben, um langfristig interpretierbare Zeitreihen der mehrjährigen Dynamik des Sediment-Transportes und der Sediment-Ablagerung sowie der Sediment-Verfrachtung aufzubauen. Engere Zusammenarbeit mit HydromorphologInnen auf dem Gebiet der komparativen Modellierung von Strömungsszenarien wäre erstrebenswert.

2.3.6 Sektorale Ziele und Maßnahmenvorschläge

Ziel	Z1 Erhalt der hydromorphologischen Besonderheiten des Seebeckens im offenen See und in den Schilfbereichen (Landschaftselement)
Maßnahme	M1 Monitoring des Oberflächenreliefs des gesamten Seebeckens (Sedimentoberkante und Sedimentunterkante) und der angrenzenden Bereiche des Hanság sowie der resultierenden Sedimentdynamik auf Grundlage der digitalen Geländemodelle aus dem Projekt GeNeSee (verfügbar ab Mitte 2014)
Ziel	Z2 Ausbau des Wissensstandes über die morphologische Dynamik des Seebeckens und Voraussage/Simulation der Einflüsse von Management-Maßnahmen und natürlichen Prozessen
Maßnahme	M2 Evaluierung der morphologischen Veränderungen mit Hilfe von Zeitreihen auf Grundlage von historischen Messungen und der aktuellen Messungen (GeNeSee), Monitoring des zukünftigen Status und der Veränderungen durch periodische Datenaufnahme im Intervall von ca. 10 Jahren sowie Modellierung von Szenarien der Sedimentation
Ziel	Z3 Verständnis über den Einfluss von Szenarien von klimatischen und hydromorphologischen Veränderungen auf die hydrodynamischen Eigenschaften (Wellen, Wassertiefen, Strömungen) des Sees
Maßnahme	M3 Aufbau numerischer Modelle für die Berechnung von Windstress über der Seefläche, damit verbunden von Wassertiefen, Wellengang und Strömungen, von deren Einfluss im Rahmen von Sedimenttransport, deren hydraulischen Impact auf die Schilfbestände sowie Evaluierung raumbezogener statistischer Daten betreffend Wassertiefen, Wellen und Strömungen für aktuelle Bedingungen und für mögliche charakteristische Szenarien (Trockenheit, Sedimentation, Veränderungen in der Schilfbedeckung, etc.)
Ziel	Z4 Verhinderung einer unkontrollierten Verlandung des Schilfgürtels (Verhältnis Freiwasser versus Schilf)
Maßnahme	M4 Monitoring von trockenfallenden Flächen im Schilfgürtel in Funktion des jeweils aktuellen Wasserspiegels und Simulation in Funktion von Szenarien von Wasserspiegelschwankungen
Ziel	Z5 Gewährleistung von Austauschmechanismen zwischen Schilf- und Seewasser („Wasserqualität“)
Maßnahme	M5 Monitoring der Veränderungen in Sedimenthöhen und Sedimentvolumina entlang des Schilf-Wasser-Übergangsbereiches (Wallbildung) sowie der resultierenden Austauschprozesse zwischen Schilf- und Seewasser

Overall-Ziel/Maßnahme

- M6 Einrichtung einer bilateralen Monitoring-Gruppe, die periodisch notwendige, grenzüberschreitend harmonisierte Inventuren und Analysen zu allen raumbezogenen Aspekten der Bewahrung und der Entwicklung des Naturraumes Neusiedler See – Seewinkel – Hanság plant, durchführt und/oder koordiniert (raum-zeitlich variable Prozesse der Schilfentwicklung, der Sedimentation, der Schilfnutzung, der raumrelevanten Landnutzung, ...)

2.4 Entwicklung des Schilfgürtels

Elmar CSAPLOVICS, Géza KIRÁLY, István MÁRKUS

2.4.1 Betrachtungsraum

Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees wird durch die landseitig gelegene Transitionszone des Schilfrandbereiches mit zunehmender Dominanz von *Phragmites australis* gegenüber Seggenbeständen begrenzt. Seeseitig besteht eine recht eindeutig abgrenzbare Uferlinie zwischen seeseitig aufgelockerten Pionierschilfbeständen mit zunehmender Wuchshöhe landwärts. Mehr oder weniger große Schilfinseln im offenen Seebereich müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Die geschlossenen Schilfbereiche sind in Abhängigkeit lokaler Einflussgrößen (Wulkamündung, Ernteschäden, Überalterung) durch teils ausgeprägt heterogene Wuchs- und Altersstruktur, teils durch monotone Schilfflächen geprägt.

2.4.2 Charakteristik und Status Quo

Die Schilfbestände des Neusiedler Sees setzen sich aus teils nahezu reinen *Phragmites*-Beständen, teils aus mit krautigem Unterwuchs durchmischten Beständen zusammen. Die Heterogenität der Schilfbestände wird durch den Altschilfanteil, in Folge den Anteil von Knickschichten sowie von offenen Wasserflächen im Schilfgürtel charakterisiert und unterliegt einerseits der natürlichen Sukzession, andererseits anthropogenen Einflüssen wie Schilfschnittschäden und Schilfbrand. Im Grenzstreifen von Schilf und offener Wasserfläche erfolgen Eingriffe durch touristische Nutzungsansprüche in Form von Seebädern und Yachthäfen. Nahezu das gesamte Ufer des Sees ist in variierender Struktur und Breite von Schilfbeständen bedeckt, einzig im Raum von Podersdorf liegt ein schilffreier Streifen, der jedoch zum Teil auch wegen der dort intensiven touristischen Eingriffe schilffrei gehalten wird. Andererseits sind die Bereiche im nördlichen Teil des Ostufers ganz besonders durch Wind- und Eisdrift betroffen, die das Aufkommen von dichteren Schilfbeständen stark behindert. Der gesamte Schilfgürtel ist mehr oder weniger dicht von Kanälen durchzogen, die teils durch den Tourismus genutzt, teils um Wasseraustausch zwischen dem offenen See und den anliegenden Schilfbereichen zu gewährleisten, frei gehalten werden. Viele Kanäle (*Schluchten*), die früher dem Fischfang und auch dem Schilfschnitt dienten, sind heute verwachsen und nur mehr in Spuren erkennbar. Der gesamte Teil des südöstlichen Schilfbereiches auf österreichischer Seite stellt einen Kernbereich des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel dar. Diese Flächen liegen zum Großteil in der Naturzone und werden nicht genutzt, während in den in der Bewahrungszone und im Landschaftsschutzgebiet liegenden Bereichen des restlichen Schilfgürtels auf österreichischer Seite Nutzung für Jagd, Fischerei, Schilfschnitt und Tourismus zwar genehmigungspflichtig, jedoch im allgemeinen erlaubt ist. Auf ungarischer Seite liegen die größten zusammenhängenden Flächen der Kernzone in den Schilfbereichen nördlich von Hegykö und im zentralen Schilfgürtel nördlich von Hidegség. Der gesamte ungarische Schilfgürtel wird durch die Bewahrungszone erfasst. Diese Flächen unterliegen vielfältigen Nutzungsansprüchen, die insbesondere durch Schilfwirtschaft (Schilfschnitt) geprägt werden. Dementsprechend werden die Schilfflächen *per se* durch unterschiedliche Einflussgrößen gestaltet. Im Muster der unterschiedlich strukturierten Flächen spiegeln sich diese Nutzungen auch über Jahrzehnte wider. Nach den aktuellen Inventuren der Schilfbestände auf Grundlage von Luftbildbefliegungen auf unga-

rischer (2007) und österreichischer Seite (2008) umfasst der Schilfgürtel einschließlich Transitionszone landseitig eine Fläche von ca. 181 km², davon ca. 64 km² auf ungarischer und ca. 117 km² auf österreichischer Seite. Prägend ist der hohe Anteil an Schilfflächen mit sehr geringem (österreichische Seite: ca. 35% der Schilfflächen, Schilfanteil <70%) bis keinem Schilfbestand und entsprechend dominantem Anteil an offenen Wasserflächen (österreichische Seite: ca. 15%) (Abb. 22 und Abb. 23).

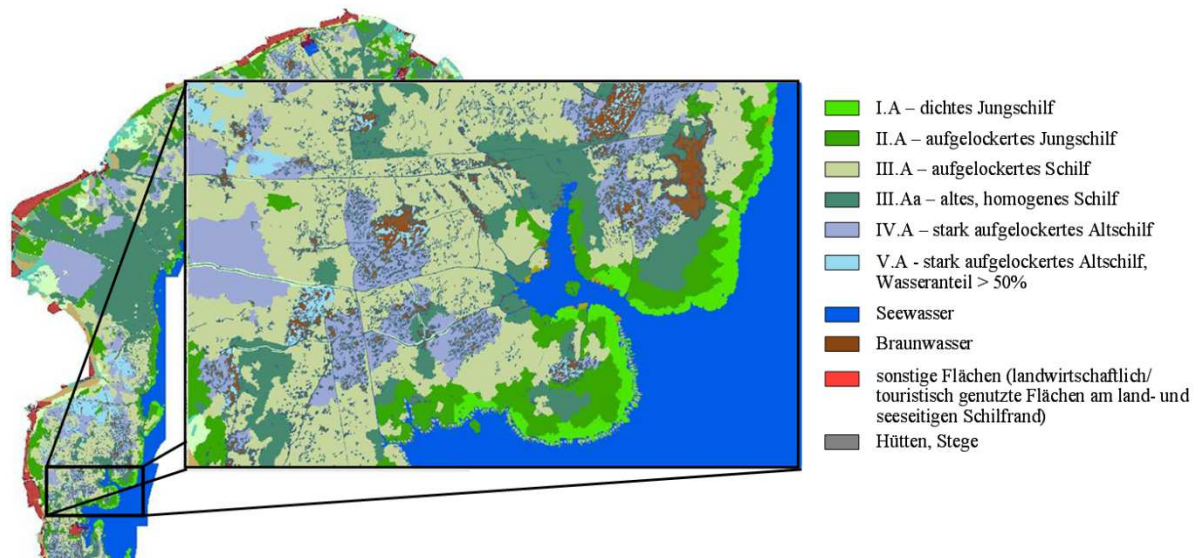


Abb. 22. Ausschnitt aus der Kartierung des österreichischen Anteils am Schilfgürtel des Neusiedler Sees (Csaplovics & Schmidt 2010a; b).

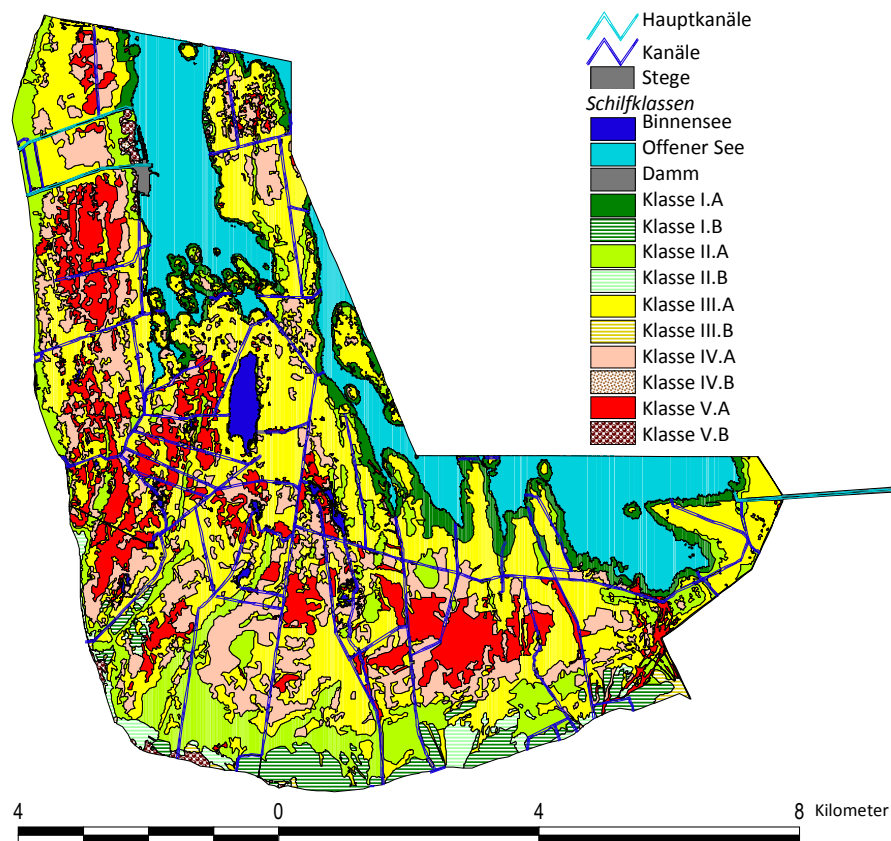


Abb. 23. Kartierung und Klassifizierung des ungarischen Anteils am Schilfgürtel des Neusiedler Sees, erstellt im Jahr 2007 mit visueller Auswertung von Orthophotos (Márkus et al. 2008).

2.4.3 Datenlage und Wissensdefizite

Ausdehnung und Struktur der Schilfbestände des Neusiedler Sees unterlag einer ständigen temporalen und raumbezogenen Dynamik, die naturgemäß in engem Zusammenhang mit den Wasserstandsschwankungen des Sees stand. Hoher Wasserstand bewirkte eine Ausbreitung von Schilf landwärts, bis zu einem Punkt, ab dem die Wassertiefen im Becken des Neusiedler Sees auch in den Uferbereichen zu groß wurden um flächig ausgeprägtes Schilfwachstum zu ermöglichen. Dieser Status ausgeprägt hoher Wasserstände ist als Beispiel in den Aufnahmen der Josephinischen Landesaufnahme (um 1785) dokumentiert, die nur in geringem Maße meist schmale Schilfstreifen zeigen, z.B. entlang der Wulkamündung oder zwischen Oggau und Rust, ausgeprägt einzig im Südostteil des Seebeckens in Öffnung zum Gebiet des Hanság-Niedermooses (Csaplovics 2011). Zunehmender Schilfbestand entlang des Seeufers und entsprechende Nutzung des Schilfes werden sowohl in Karten als auch in topographischen Beschreibungen der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts erwähnt. Abnehmender Wasserstand führt zu einer Ausbreitung der Schilfflächen seewärts, auf früheren offenen Wasserflächen, also zu einem „Zuwachsen“ des Sees. Nach der Austrocknung des Seebeckens während der Jahre 1865–1870, die naturgemäß zu einem nahezu vollkommenen Verschwinden der Schilfareale führte, hat sich der Schilfbestand überraschend schnell regeneriert und in auffälliger Dynamik ausgebreitet sowie ab diesem Zeitpunkt über die Jahrzehnte zunehmende Ausbreitung erfahren. Signifikante Tiefstände des Pegels während der 1950er- und frühen 1960er-Jahre ließen die Befürchtung aufkommen, der Trend zu lateralem Schilfwachstum seewärts würde zu einem Verschwinden der offenen Seeflächen führen (Kopf 1967; 1968). Mit der Inbetriebnahme der Schleuse am Einserkanal nahe Meksikópuszta im Jahre 1965 kam es einerseits zu einer Anhebung des mittleren Wasserstandes des Sees um mehrere Dezimeter und in Folge zu einer Verlangsamung respektive zu einem Abklingen der Ausbreitung des Schilfbestandes seewärts (Abb. 24 bis Abb. 26). Gleichwohl bewirkten die höheren Wasserstände eine zunehmende Ausbreitung von Schilfbeständen (und Seggen) auf früheren Seewiesen am landseitigen Rand des Seebeckens. Die ersten flächendeckend exakten, auf durch terrestrisches Sampling gestützten Luftbildanalysen beruhenden Kartierungen der Schilfhabitate auf österreichischer (1979) und ungarischer (1982) Seite widerlegten den in den 1960er-Jahren prognostizierten Trend exzessiven Schilfwachstums seewärts, wiesen aber gleichwohl eine Ausbreitung des Gesamtschilfbestandes auf Kosten der landseitig gelegenen Flächen nach (Csaplovics 1982; Márkus 1986).

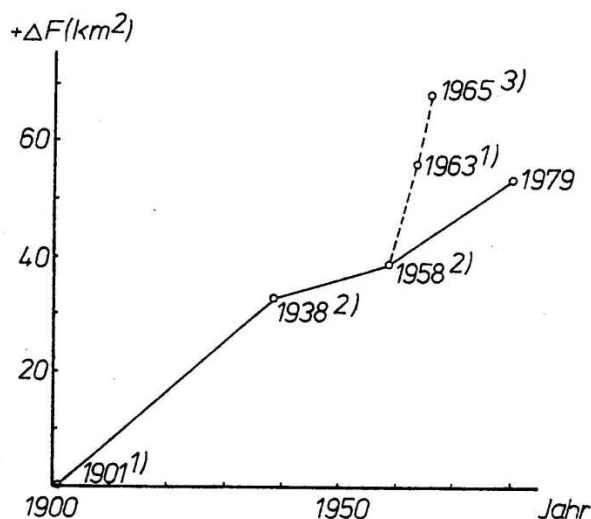


Abb. 24. Zunahme von Schilfflächen am Neusiedler See (österreichischer Anteil) von 1901 bis 1979, aus Csaplovics (1982), nach Kopf (1967) (1), Riedmüller (1965) (2) und Weisser (1970) (3).

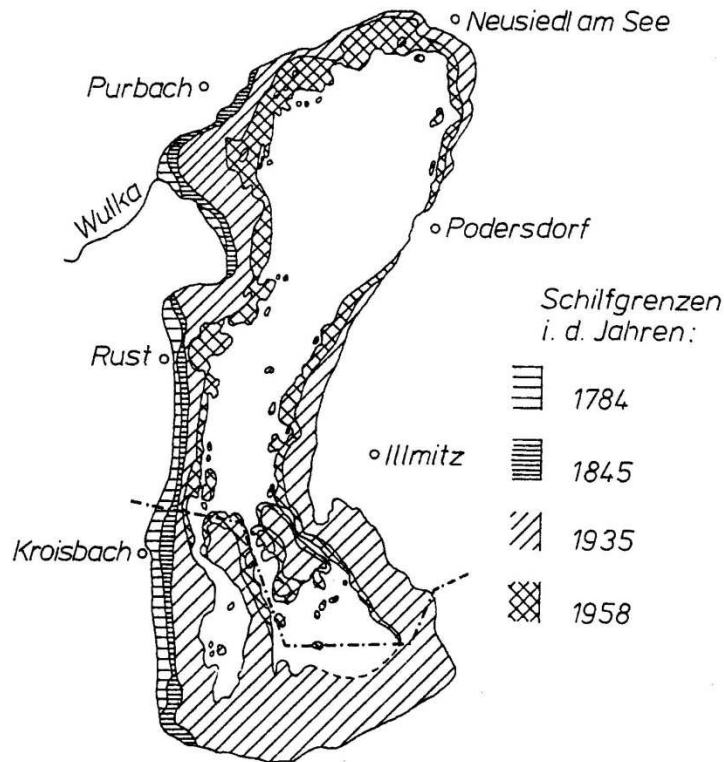


Abb. 25. Ausbreitung des Schilfgürtels des Neusiedler Sees im Zeitraum 1784 bis 1958; aus Csaplovics (1982), nach Kopf (1967).

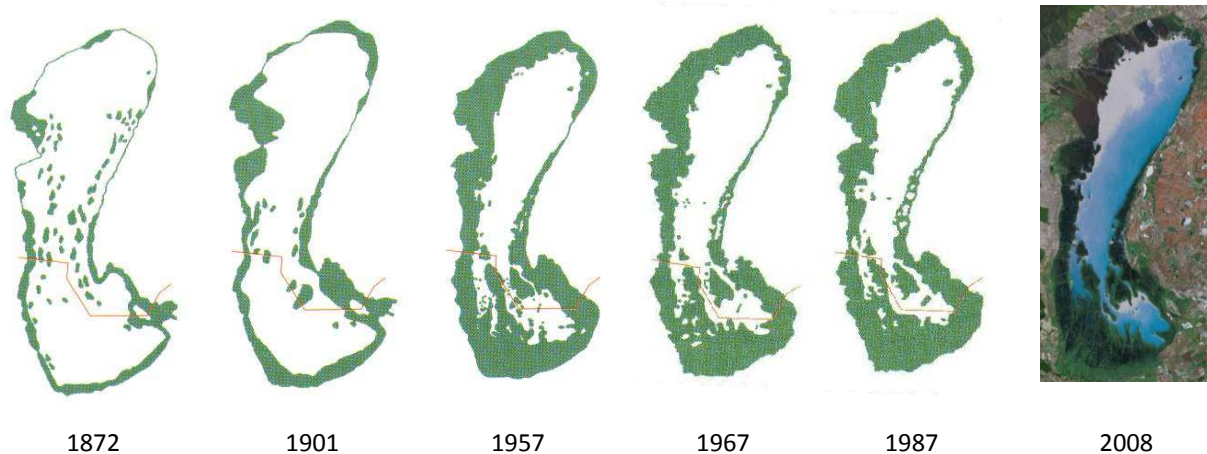


Abb. 26. Ausbreitung des Schilfgürtels des Neusiedler Sees im Zeitraum 1872 bis 2008. Quelle: Kopf & Fischer-Nagel (1986/1987), ergänzt von Miklós Pannonhalmi.

Neubefliegungen des ungarischen (2007) und des österreichischen (2008) Flächenanteiles am Schilfgürtel haben nach nahezu 30 Jahren eine vergleichbare erste Zeitreihe der Entwicklung der Schilfbestände nach sowohl quantitativen als auch qualitativen Parametern ermöglicht (Csaplovics & Schmidt 2011b; Márkus *et al.* 2008). Auf Grundlage der aktuellen Kartierungen und Flächenzahlen lassen sich eine Stabilisierung der lateralen Ausdehnung von Schilfflächen, andererseits jedoch eine fortschreitende Degradation der Schilfstruktur nachweisen. So ist der Anteil von Braunwasserflächen im Schilfbereich im österreichischen Teil von 2,42 km² im Jahre 1979 (Csaplovics 1982) auf 12,54 km² im Jahre 2008 (Csaplovics & Schmidt 2011b) angewachsen. Es bleibt zu untersuchen, welche Zusammenhänge zwischen der Dynamik der Degradation innerer Schilfbereiche und den hydromorphologischen re-

spektive limnologischen Bedingungen bestehen. Eine kombinierte Analyse von raumbezogen thematisierten Parametern der Schilfstrukturen vertikal und lateral, der Sedimentcharakteristika quantitativ und qualitativ (aus dem Projekt GeNeSee) sowie der eventuell wirksamen Interaktionsmechanismen mit dem offenen See insbesondere betreffend Sediment- respektive Nährstoffeintrag und Ablagerung sind vonnöten und sollten für die kommenden Jahre geplant werden.

2.4.4 Konflikte, Gefahren und Potenziale

Die raumbezogen exakte Klassifikation der Schilfbestände des Neusiedler Sees ist eine *Conditio sine qua non* für jede weiterführende Untersuchung von Fragestellungen des Zustandes, der Bedrohungen, der Nutzungsperspektiven und Schutzstrategien des Schilfgürtels. Diesem Aspekt wurde in allen bisher erfolgten „raumplanerischen“ Projekten bis hin zum Entwurf von sogenannten Managementplänen keine Rechnung getragen. Die aktuellen, den gesamten Schilfbestand am Neusiedler See grenzüberschreitend erfassenden und nach Parametern der Struktur, Textur und „Vitalität“ beschreibenden Schilfdaten stehen in digitalem Format zur Verfügung und können in jedem GIS-Umfeld genutzt werden. Dementsprechend ist die raumbezogene Grundlage für eine sinnvolle Abschätzung von Gefährdungspotentialen in Bezug auf die Nutzung der Schilfbestände gegeben. Konfliktpotentiale bestehen in großem Ausmaß und beziehen sich auf die „klassischen“ Konflikte zwischen bewahrendem und entwickelndem Naturschutz einerseits und ökonomischen Interessen betreffend großflächigen Schilfschnitt und Nutzung von Schilfgebieten für den Tourismus sowie Jagd und Fischerei andererseits. Auf den Einfluss der Schilfnutzung (Schilfernte) auf Parameter der Habitatökologie und auf Kriterien der nachhaltigen Regionalentwicklung wird in Kap. 4.1.5.5 (Ökologisierung der Schilfnutzung und Vermeidung von erntebedingten Schilfschäden) und in Kap. 6.1 (Schilf – Schutz, Nutzung, Perspektiven) gesondert eingegangen.

Die Schnittmengen dieser Ansprüche ortsbezogen und flächenhaft zu evaluieren, ist ein Gebot der Stunde und kann nur auf Grundlage der gegenständlichen Schilfkartierungen erfolgen. Darüber hinaus belegen die Analysen der Schilfklassifikation signifikante Änderungen in der Struktur der Schilfbestände per se. Fortschreitende Degradation des Schilfgürtels wird alle potentiellen Nutzergruppen betreffen. Das noch nicht ausgeschöpfte Potential der Schilfklassifikation und der daraus abgeleiteten flächenbezogenen Analysen schafft die Grundlage für eine dringend notwendige „holistische Inventur“ des Schilfgürtels im Rahmen eines transdisziplinären Forschungs- und Implementierungsvorhabens, das alle für die Schilfbestände raumbezogen relevanten Akteure integriert, heterogene Interessenslagen und Ansprüche raumbezogen evaluiert und bewertet und in Folge zu einem umfassend nutzbaren „Managementplan“ des Schilfgürtels auf Basis der Schilfklassifikation respektive der daraus abgeleiteten thematisch detailliert beschriebenen Schilfkarten führt.

2.4.5 Grenzüberschreitende Perspektive

Seit anfangs der 1980er-Jahre besteht enge Kooperation zwischen den im Bereich der detaillierten Schilfkartierung tätigen Akteure auf österreichischer und ungarischer Seite (Csaplovics & Schmidt 2011a; Márkus & Király 2011). Leider ist es bis dato nicht gelungen, die luftbildgestützte Inventur der Schilfbestände auf Basis von flugzeuggestützten Luftbildaufnahmen so weit zu koordinieren, dass ein homogene, grenzüberschreitende Befliegung des Gebietes möglich gewesen wäre. Der Ausbau von Zeitreihen des Schilfmonitoring auf Grundlage von Luftbildklassifikation in Bezug auf Operationalisierung einer in 10-jährigem Rhythmus durchzuführenden Inventur mit einheitlichem Bildmaterial

auf Grundlage eines identen Klassifikationsschlüssels ist das für die kommenden Jahre perspektivisch anzustrebende Ziel. Die auftretenden Hindernisse waren und sind ausschließlich administrativer Natur und können somit durch rechtzeitige sensible Planung erkannt und überwunden werden.

2.4.6 Sektorale Ziele und Maßnahmenvorschläge

Ziel	Z1 Schutz der Einzigartigkeit des Schilfgürtels durch Bewahrung und nachhaltiges Management (<i>Landschaftselement</i>)
Maßnahme	M1 Managementpläne für den Schilfgürtel gegliedert nach dem Charakter der Schilfareale, insbesondere Schilf-Festland-Randbereiche (Beweidung), potentielle Schilfernte-Gebiete und Altschilfbereiche (Schilfnutzung versus Habitatökologie) auf Grundlage der Schilfkartierungen 2007/2008 und Aktualisierung durch periodisches Monitoring
Ziel	Z2 Bewahrung der Diversität (Vielfalt) der Schilfflächen und Begrenzung der Verschilfung (Verhältnis Freiwasser versus Schilf)
Maßnahme	M2 Monitoring des lateralen Schilfwachstums und der (habitat)ökologisch respektive ökonomisch bewerteten quantitativen / qualitativen Struktur der Schilfbestände sowie deren Veränderungen durch Aufbau von Zeitreihen der grenzüberschreitend homogenisierten Datenaufnahme und thematischen Kartierung (homogener Klassifikationsschlüssel!) in Intervallen von ca. 10 Jahren
Ziel	Z3 Erhalt des Schilfgürtels als integrativer Bestandteil des Ökosystems Neusiedler Sees („Wasserqualität“)
Maßnahme	M3 Monitoring der raumbezogenen Korrelation von Schilfbestandsklassen und hydromorphologischen Parametern der Sedimentverhältnisse (Struktur, Austrocknungsphasen, Wallbildung, ...) durch Synthese von digitalen Schilfbestandskarten und digitalen Oberflächenmodellen der Sedimentlagen im gesamten Schilfgürtel

Overall-Ziel/Maßnahme

- M4 Einrichtung einer bilateralen Monitoring-Gruppe, die periodisch notwendige, grenzüberschreitend harmonisierte Inventuren und Analysen zu allen raumbezogenen Aspekten der Bewahrung und der Entwicklung des Naturraumes Neusiedler See – Seewinkel – Hanság plant, durchführt und/oder koordiniert (raum-zeitlich variable Prozesse der Schilfentwicklung, der Sedimentation, der Schilfnutzung, der raumrelevanten Landnutzung, ...)

3. Limnologie



3.1 Physikalisch-chemische Parameter

Georg WOLFRAM, Karl DONABAUM, Martin DOKULIL, Alois HERZIG, Hajnalka HORVÁTH, Vera ISTVÁNOVICS, Gyula KUTRUCZ, Máttyás PRÉSING, Patricia RIEDLER, Lajos VÖRÖS

3.1.1 Betrachtungsraum

Die physikalisch-chemischen Charakteristika des Neusiedler Sees spiegeln sowohl interne Prozesse als auch externe Einträge aus dem Einzugsgebiet wider. Im vorliegenden Kapitel ist daher das gesamte Einzugsgebiet als maßgeblich für die chemischen Eigenschaften des Sees zu betrachten (Abb. 27). Diffuse Einträge, z.B. aus atmosphärischer Deposition, stammen aus einem weiteren Gebiet, deren Abgrenzung jedoch nicht mit Sicherheit möglich ist.

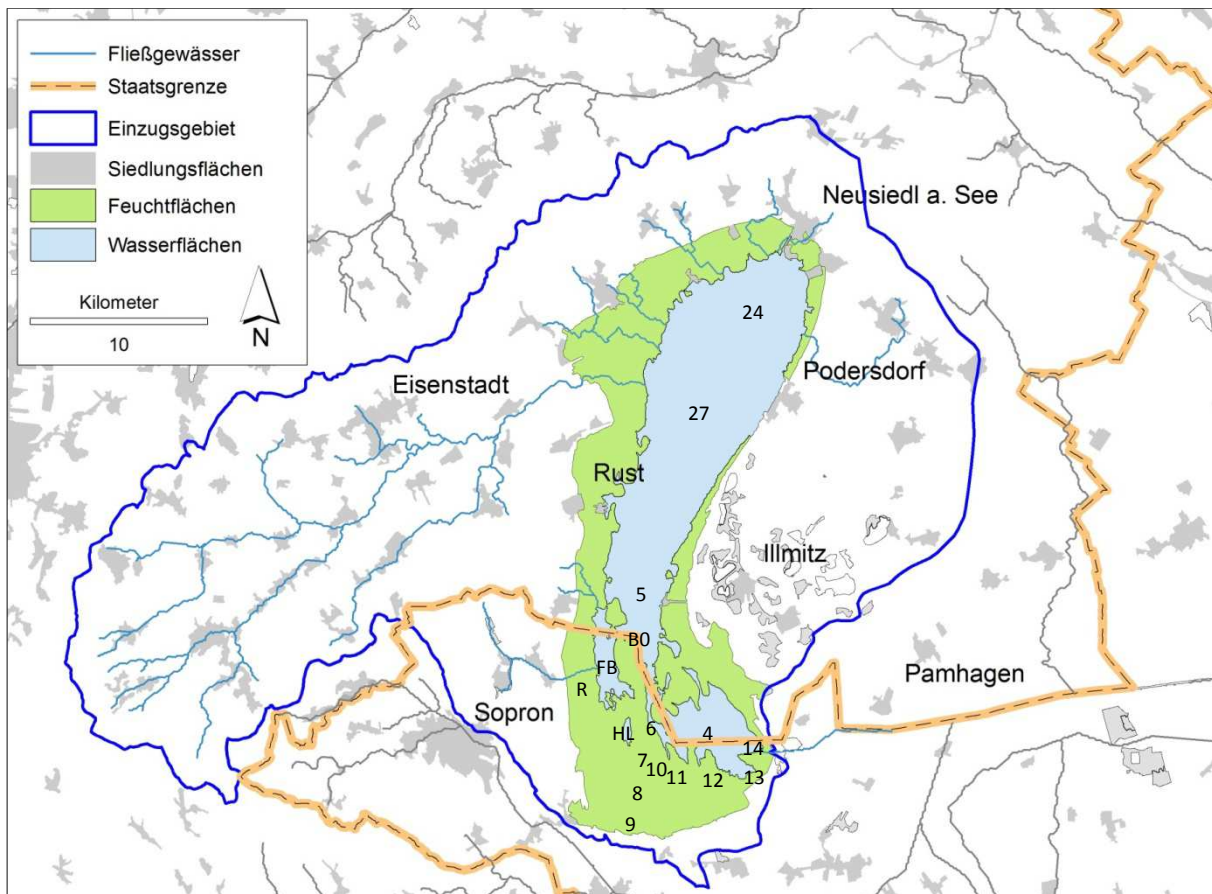


Abb. 27. Betrachtungsraum für den Fachbereich „Physikalisch-chemische Parameter“. Die Zahlen und Buchstaben entsprechen Probenahmestellen, von denen auch die Daten stammen, auf denen die nachfolgenden Tabellen und Abbildungen beruhen. 4, 5, 24 und 27 = Messstellen im offenen See in Österreich; FB = Fertőrákos-Bucht, B0 und 13 = Messstellen im offenen See in Ungarn; HL = Rohrlacken (Herlakni, Herrlacke); R = Messstelle im Schilfgürtel; 6–13: Kanäle (Bozi 6–9, Kör 10–13).

3.1.2 Charakteristik und Status quo

Offener See

Der Neusiedler See ist ein wind-exponierter, extrem seichter Steppensee und stellt einen besonderen Typus von Oberflächengewässern in Europa dar (Herzig & Dokulil 2001; Pannonhalmi & Rojacz 2013). Die meisten physikalisch-chemischen Parameter zeichnen sich durch eine ausgeprägte zeitliche Variabilität aus. Die Wassertemperatur ist infolge der begrenzten Wärmespeicherkapazität des seichten Wasserkörpers in besonderem Maß starken kurzfristigen Schwankungen unterworfen. Im Sommer werden Maxima der Wassertemperatur von 31 °C erreicht (in 10 cm Wassertiefe), innerhalb weniger Tage kann die Temperatur um mehr als 10 °C steigen oder fallen. Im Winter ist der See meist eisbedeckt. In manchen Jahren ist die Eisdecke auf geschützte Buchten beschränkten, erstreckt sich aber in anderen Jahren über mehr als drei Monate auf den gesamten See (Abb. 28).

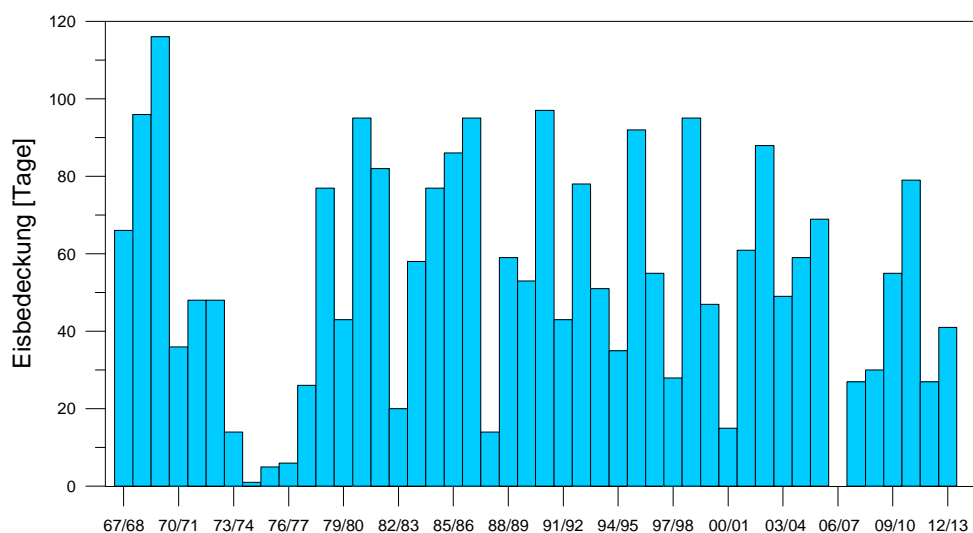


Abb. 28. Eisbedeckung des Neusiedler Sees in den letzten 46 Jahren (Quelle: Biologische Station Illmitz).

Eine Eigenheit, die den Neusiedler See von den meisten anderen Seen in Mitteleuropa unterscheidet, ist sein hoher **Salzgehalt** und **pH-Wert** (Tabelle 5 und Tabelle 6). Der spezielle Chemismus resultiert aus einer Kombination von semi-aridem Klima, dem Fehlen eines natürlichen Abflusses und dem Vorhandensein tertiärer, saliner (maritimer) Sedimente (Wolfram *et al.* 2006). Der Salzgehalt kann heute Konzentrationen bis 2,8‰ erreichen. Werte bis 3,3‰ herrschten während der Niedrigwasserperiode in den 1930er Jahren vor (Berger & Neuhuber 1979). Anfang des 20. Jahrhunderts (1902/1903) betrug der Gesamtsalzgehalt nach Messungen von Sontagh und Treitz sogar zwischen 3,5 und 16‰ (M. Pannonhalmi, unpubl.)! Die elektrische Leitfähigkeit liegt heute bei rund $2\,200\ \mu\text{S cm}^{-1}$, der pH-Wert variiert um 9. Die dominanten Ionen sind Natrium, Bikarbonat und Karbonat ($\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$), was den Neusiedler See somit als Sodasee klassifiziert (Abb. 29 & Abb. 30). Der Vergleich des Seewassers mit dem Wasser von Zubringern und nahe gelegenen Fließgewässern deutet auf interne Frachten von einwertigen Kationen hin.

Neuere Untersuchungen zeigten, dass der Salzgehalt (wie andere Eigenschaften des Sees) auch vom Wasseraustausch zwischen dem offenen See und dem Schilfgürtel beeinflusst wird. Dieser wiederum wird primär durch die ausgeprägten wind-induzierten Seiche-Bewegungen angetrieben. Durch Deposition und Rücklösung von Salzen in jenen Bereichen des Schilfgürtels, die regelmäßig trocken fallen, tragen sie maßgeblich zu den saisonalen Schwankungen im Salzgehalt bei (Wolfram & Herzig 2013). Wird Wasser aus dem See über den Hanság-Kanal abgeleitet, so ist dies mit starken Verlusten von Salzen verbunden (Abb. 31).

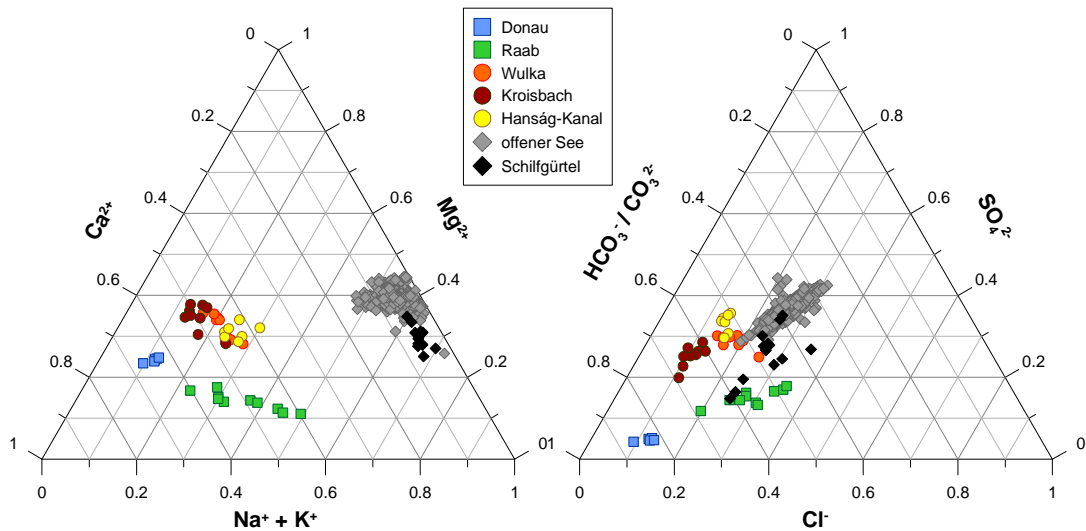


Abb. 29. Zusammensetzung der Hauptionen im offenen Bereich des Neusiedler Sees (2001–2009, Einzeltermine) und im Schilfgürtel (Messstelle Schilf und Herlakni-See im ungarischen Seeteil [cf Abb. 27]; Jahresmittelwerte 2002–2009, keine Daten von 2004) im Vergleich zur Donau (Jahresmittelwerte 2002–2006), Raab und Wulka (Jahresmittelwerte 2000–2009), Kroisbach/Fertőrákos (Jahresmittelwerte 2001–2009) und einem Hanság-Kanal bei Bősárkány zwischen Neusiedler See und Mosoner Donau (Jahresmittelwerte 2000–2006).

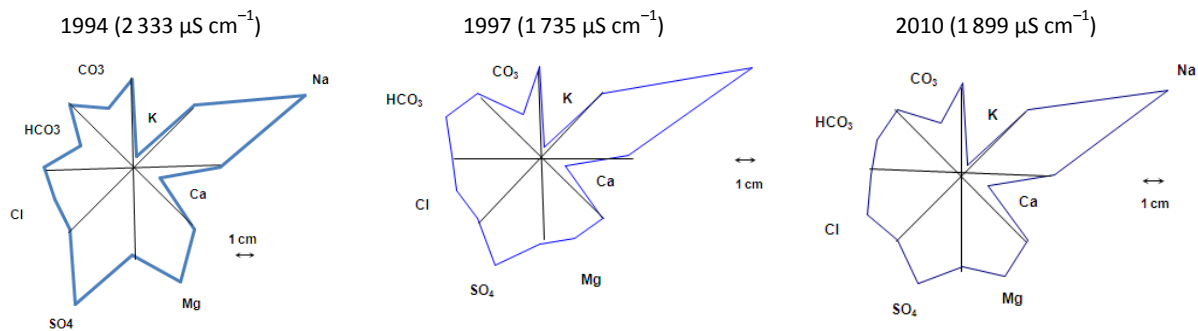


Abb. 30. Zusammensetzung der Hauptionen im offenen Bereich des Neusiedler Sees an der Messstation B0 (cf Abb. 27) als Jahresmittelwert in verschiedenen Jahren. Die elektrische Leitfähigkeit ist in Klammer angegeben. Quelle: ÉDUVIZIG.

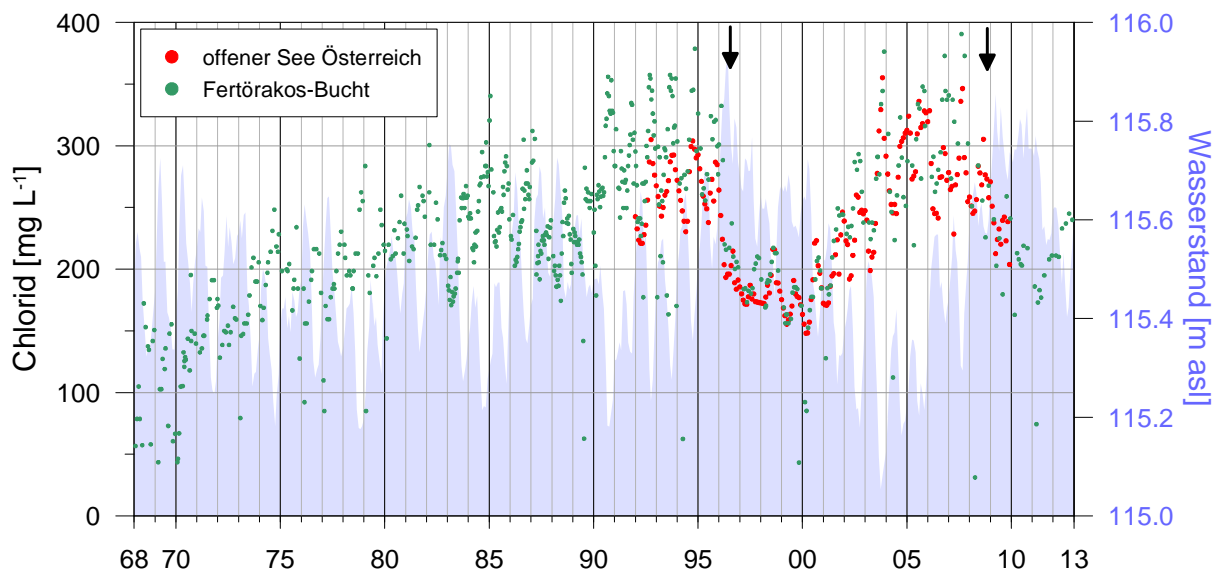


Abb. 31. Wasserstand und Chlorid-Konzentration im offenen Bereich des Neusiedler Sees 1992–2009 (Messstellen cf Abb. 27) und in der Fertőrákos-Bucht 1968–2012 (Quellen: Biologische Station Illmitz und Hydrologische Station Fertőrákos). Pfeile kennzeichnen starke Verluste von Salz über den Abfluss des Hanság-Kanals.

Tabelle 5. Physikalisch-chemische Parameter im Neusiedler See zwischen 1998 und 2009 an vier Probenahmestellen im offenen See in Österreich sowie in Ungarn (cf Abb. 27; an allen Standorten zumindest monatliche Probenahmen). Mittelwert (MW) und Bandbreite (Minimum – Maximum) (Quellen: Biologische Station Illmitz und Hydrologische Station Fertőrákos).

Parameter	Einheit	offener See Österreich		offener See Ungarn	
		MW	Bandbreite	MW	Bandbreite
Elektrische Leitfähigkeit	$\mu\text{S cm}^{-1}$	2 249	1 300–3 200	2 134	1 500–3 100
pH-Wert	–	8,7	8,0–9,1	8,7	8,3–9,1
Sauerstoff	$\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$	10,3	5,8–17,2	9,2	0,7–19,5
Wassertemperatur	$^{\circ}\text{C}$	14,7	0,2–28,7	13,5	0,5–28,8
Calcium	mg Ca L^{-1}	31	3–119	39	12–220
Magnesium	mg Mg L^{-1}	144	17–199	114	14–169
Natrium	mg Na L^{-1}	363	207–684	500	230–830
Kalium	mg K L^{-1}	39	15–67	31	28–69
Carbonat	$\text{mg CO}_3 \text{ L}^{-1}$	39	3–97	111	0–267
Hydrogencarbonat	$\text{mg HCO}_3 \text{ L}^{-1}$	610	346–1 139	393	99–1 146
Chlorid	mg Cl L^{-1}	253	141–406	229	143–423
Sulfat	$\text{mg SO}_4\text{-S L}^{-1}$	163	90–270	149	10–260

Tabelle 6. Physikalisch-chemische Parameter an verschiedenen Messstellen im Schilfgürtel im ungarischen Teil des Neusiedler Sees (Messstelle Schilf R, Rohrlacke Herlakni, Kanäle Körcsatorna und Bozi-canal) zwischen 1998/1999 und 2009 (keine Daten von 2004; Probenahmen meist zwischen April oder Mai und Oktober oder November; Messstellen cf Abb. 27). Mittelwert (MW) und Bandbreite (Minimum – Maximum) (Quelle: Hydrologische Station Fertőrákos).

Parameter	Einheit	Schilf		Herlakni		Kanäle	
		MW	Bandbreite	MW	Bandbreite	MW	Bandbreite
Elektr. Leitfähigkeit	$\mu\text{S cm}^{-1}$	3 144	1 204–6 200	2 574	1 746–3 670	1 932	500–3 200
pH-Wert	–	8,4	7,2–9,3	8,7	8 0–9,2	8,5	7,9–9,6
Sauerstoff	$\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$	4,3	0,0–13,1	8,2	0,0–17,0	4,5	0,0–13,1
Calcium	mg Ca L^{-1}	55	20–500	40	12–74	47	16–141
Magnesium	mg Mg L^{-1}	165	58–317	145	99–222	116	24–208
Natrium	mg Na L^{-1}	696	300–1 500	589	333–1 230	479	41–2 170
Kalium	mg K L^{-1}	53	15–840	46	30–69	36	4–67
Carbonat	$\text{mg CO}_3 \text{ L}^{-1}$	87	0–438	127	0–293	47	0–213
Hydrogencarbonat	$\text{mg HCO}_3 \text{ L}^{-1}$	1 165	296–1 935	647	298–1 670	707	73–1 836
Chlorid	mg Cl L^{-1}	371	139–868	318	159–563	235	44–502
Sulfat	$\text{mg SO}_4\text{-S L}^{-1}$	143	14–378	150	20–275	125	6–277

Eine weitere besondere Eigenschaft des offenen Sees ist die hohe Trübe, die durch wind-induzierte Sediment-Resuspension bedingt ist. An stürmischen Tagen kann die Sichttiefe auf wenige Zentimeter absinken (Abb. 32). Für das Phytoplankton und die submersen Makrophyten führt dies zu einer drastischen Verschlechterung des Lichtklimas.

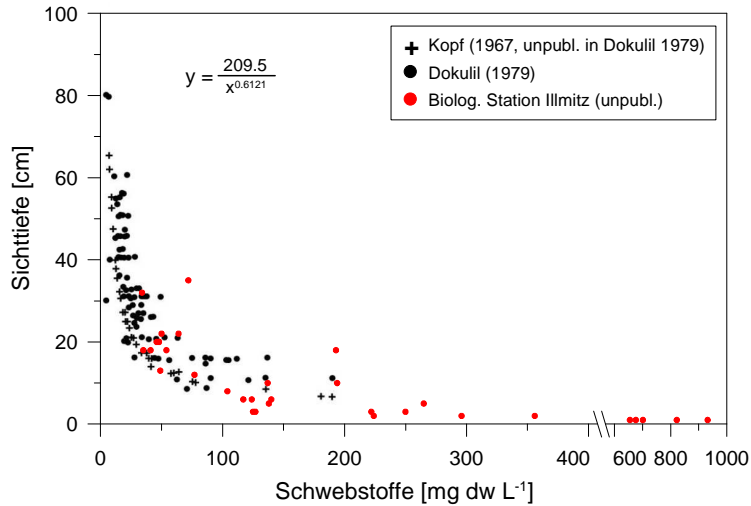


Abb. 32. Beziehung zwischen der Trübe (Schwebstoffe) und der Sichttiefe (Durchsichtigkeit).

Wind-induzierte Sediment-Resuspension ist auch für die Phosphordynamik des Sees von eminenter Bedeutung. An windigen Tagen steigt die Konzentration der partikulären Phosphorfraktion stark an; nennenswerte kurzzeitige Schwankungen der Gesamtphosphor-Konzentration sind die Folge. Langfristig ist das Phosphorbudget des offenen Sees jedoch von zwei Einflussfaktoren abhängig: i) externen Frachten aus dem Einzugsgebiet und ii) internen Prozessen, was sowohl den Export in den Schilfgürtel als auch „internal loading“ aus diesem inkludiert.

Während der 1970er und 1980er Jahre, war ein markanter Anstieg der Phosphorkonzentrationen zu verzeichnen – eine Folge des wachsenden Tourismus und der steigenden wirtschaftlichen Entwicklung im Einzugsgebiet, aber auch des erhöhten Verbrauchs von Dünger in der intensivierten Landwirtschaft. Im offenen Bereich des Neusiedler Sees stieg der Jahresmittelwert von Gesamtphosphor von rund 40 auf über 160 $\mu\text{g L}^{-1}$ am Höhepunkt der Eutrophierungsperiode (Abb. 33, Abb. 34). In ähnlicher Weise erreichten auch die Konzentrationen von gelöstem reaktivem Phosphor und gelöstem anorganischem Stickstoff (vor allem Ammonium) Mitte der 1970er Jahre Spitzenwerte. Aufgrund der starken Lichtlimitierung der Algen im Neusiedler See, führte die erhöhte Nährstoffverfügbarkeit jedoch nicht zu einem entsprechend starken Anstieg der Phytoplankton-Biomasse; Algenblüten waren auf windgeschützte Bereiche beschränkt.

In der Folge wurden verschiedene Maßnahmen unternommen, um den Nährstoffeintrag in den See zu reduzieren. Sie führten zu einer signifikanten Reduktion der anthropogenen Nährstofffrachten seit Beginn der 1980er Jahre. Die Frachten von Gesamtphosphor vielen von rund 80 t Anfang der 1980er Jahre (nur österreichischer Teil des Einzugsgebiets) (Stalzer *et al.* 1984) auf unter 20 t um das Jahr 2000 (gesamtes Einzugsgebiet). Infolgedessen fielen auch die Phosphorkonzentrationen seit den 1980er Jahren (Herzig 1990; Herzig & Dokulil 2001; Löffler & Newrkla 1985; Pannonhalmi & Rojacz 2013) (Abb. 33).

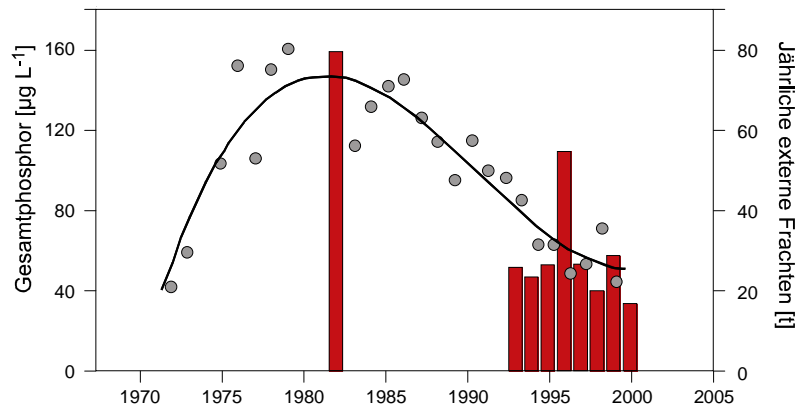


Abb. 33. Jahresmittelwerte der Gesamtposphor-Konzentrationen im Neusiedler See zwischen 1972 und 2000 (Herzig & Dokulil 2001) und gesamte jährliche externe Phosphorfracht im österreichischen Teil des Einzugsgebiet in der Saison 1982/82 (Stalzer *et al.* 1984) sowie im gesamten Einzugsgebiet von 1993 bis 2000 (Wolfram & Herzig 2013).

Zwischen 1993 und 2007 hatten die Zubringer den höchsten Anteil an der gesamten externen Nährstofffracht (51–80%), wobei die Wulka mit 35–73% die Hauptquelle war. 16–44% der externen Frachten kommen von atmosphärischer Deposition; der Anteil an der externen Fracht, die über direkt in den See mündende Kläranlagen (1–8%) und über das Grundwasser (1–2%) in den See gelangt, vernachlässigbar ist (Zessner *et al.* 2012). Unter den Frachten im Wulka-Einzugsgebiet, kann die Erosion aus den umliegenden landwirtschaftlichen Flächen in feuchten Jahren einen hohen Anteil erreichen, in trockenen Jahren herrschen Punktquellen vor (d.h. die Kläranlagen von Eisenstadt, Wulkaprodersdorf und „Neusiedler See West“) (Wolfram *et al.* 2007). Das bestätigt die Ergebnisse von Gabriel *et al.* (2011), Kovacs *et al.* (2012) und Zessner *et al.* (2004), welche mit unterschiedlichen Modellansätzen (Moneris, PhosFate) den Anteil verschiedener Nährstoffquellen im Wulka-Einzugsgebiet untersuchten.

Abgesehen von den externen Frachten hängen die Phosphorkonzentrationen im See stark von internen Prozessen ab. Das wurde vor allem in den trockenen Jahren 2003/2004 deutlich, als die Phosphorkonzentrationen im offenen See signifikant anstiegen und Jahresmittelwerte von mehr als $60 \mu\text{g L}^{-1}$ und Spitzen von mehreren $100 \mu\text{g L}^{-1}$ erreichten (Abb. 35). Normalerweise wird der partikuläre Phosphor über den See verteilt und ein nennenswerter Anteil davon akkumuliert im Schilfgürtelbereich. Im Jahresschnitt übersteigt der Verlust durch Sedimentation die interne Fracht aus dem Schilfgürtel in den offenen See – zumindest solange der Schilfgürtel überflutet und ein Wasseraustausch zwischen offenem See und Schilfgürtel möglich ist. Bei niedrigen Wasserständen jedoch, wenn der Schilfgürtel weitgehend trocken ist, wird dieser Wasseraustausch stark reduziert. In der Folge nehmen auch der Export von Phosphor in den Schilfgürtel und die Netto-Sedimentation ab; das „internal loading“ nimmt hingegen an Bedeutung zu.

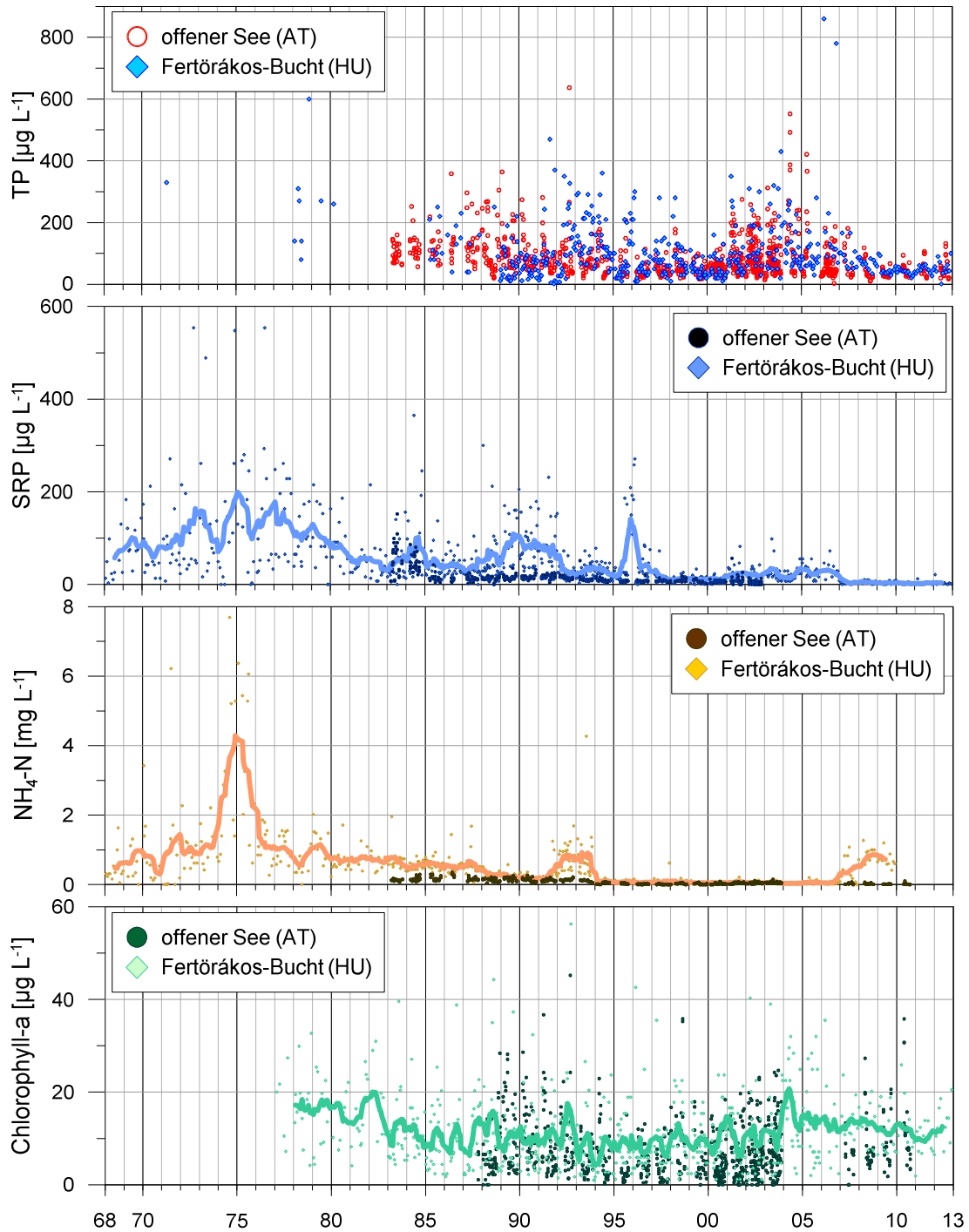


Abb. 34. Gesamtphosphor (TP), gelöster reaktiver Phosphor (SRP), Ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) und Chlorophyll a-Konzentration im offenen See (Österreich) und in der Fertőrákos-Bucht (Ungarn) zwischen 1968 und 2012. Die Symbole entsprechen den Probenahmeterminen, die Kurven stellen gleitende Mittel (über 12 Monate) der Messwerte aus der Fertőrákos-Bucht dar (Datenquellen: National Water Quality Database und Hydrologische Station Fertőrákos [Ungarn, HU], Biologische Station Illmitz [Österreich, AT]).

Die Mechanismen des „internal loading“ von gelöstem Phosphor im Neusiedler See wurden von Metz (1984) und Metz (1990) in den 1980er Jahren untersucht. Ágoston-Szabó & Dinka (2006; 2009) zeigten, dass die Sedimente in degradierten Schilfbereichen viermal mehr organisches Material und um eine Zehnerpotenz höhere Gesamtstickstoff- und Gesamtphosphorgehalte aufweisen als Sedimente an nicht-degradierten Standorten. Die Rücklösung von gelöstem Phosphor aus dem Sediment ist bei hohen Temperaturen und bei Sulfatreduktion am stärksten ausgeprägt. Diese Verhältnisse treten vor

allein bei niedrigen Wasserständen auf und führen zu einem verstärkten Transport von gelöstem Phosphor aus den Schilfbereichen in den offenen See, sobald der Wasserstand wieder ansteigt (Gunatilaka 1978; Gunatilaka 1984). Wolfram & Herzig (2013) stellten kürzlich ein Phosphorbudget für den See über 20 Jahre auf und wiesen nach, dass der Phosphoranstieg in den Jahren 2003/2004 auf eine Verschiebung von Sedimentation hin zu internem Loading zurückzuführen war und nicht auf erhöhte Resuspension bei niedrigem Wasserstand (Abb. 35).

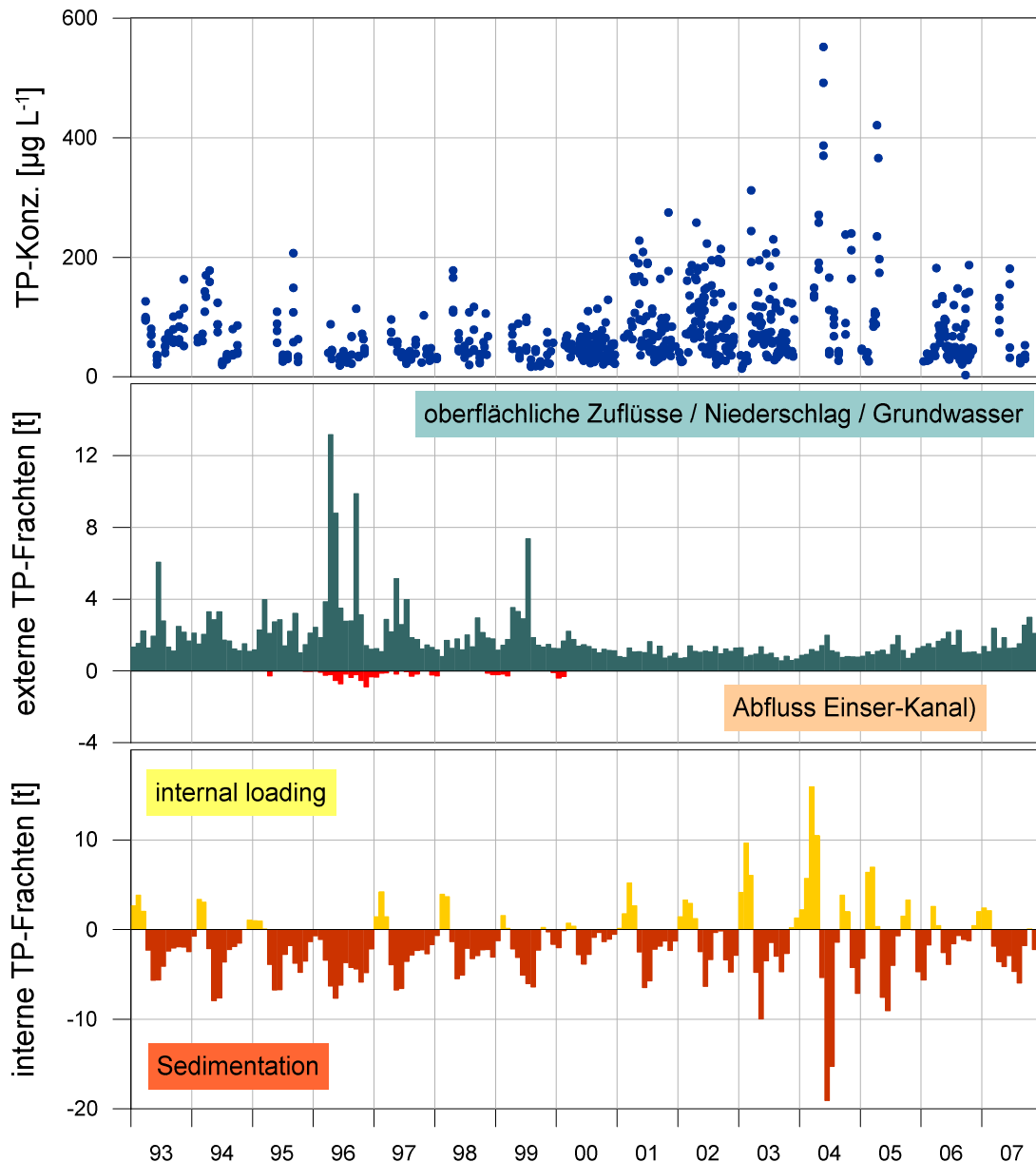


Abb. 35. Gesamtphosphor-Konzentration im offenen Bereich des Neusiedler Sees (einzelne Daten und Probenstellen), gesamte externe Phosphorfracht (Monatswerte) und „internal loading“ versus Sedimentation (Monatswerte, als gleitendes Mittel über 3 Monate) zwischen 1993 und 2007. Aus: Wolfram & Herzig (2013).

Die Konzentrationen der anorganischen Stickstoffkomponenten sind im Freiwasser des Neusiedler Sees sehr gering. Die Jahresmittelwerte von Nitrat bzw. Ammonium liegen bei rund $160 \mu\text{g N L}^{-1}$ bzw. $<50 \mu\text{g N L}^{-1}$, während der gelöste organische Stickstoff (der durch den Schilfabbau freigesetzt wird) den größten Stickstoff-Pool im offenen See darstellt. Ein signifikanter Verlust von Stickstoff dürfte auf die effektive Denitrifikation im Schilfgürtel zurückzuführen sein (Gunatilaka 1984; Zessner *et al.* 2012).

Schilfgürtel

Der offene See sowie größere Buchten wie z.B. die Fertőrákos-Bucht sind aufgrund der geringen Wassertiefe und der häufigen Durchmischung gut mit Sauerstoff versorgt. Dennoch beträgt die mittlere Sauerstoff-Konzentration in der Fertőrákos-Bucht 88% (Bandbreite 19–180%), was deutlich unter Vergleichswerten in anderen vegetationsarmen Flachseen liegt. Dieser Unterschied kann durch den Wasseraustausch zwischen offenem See und Schilfbeständen erklärt werden. An der Schilfstation (siehe Abb. 27) lag die Sauerstoff-Konzentration (DO) im Mittel um 45% unter jener im offenen See. Das deutet darauf hin, dass der mikrobielle Abbau von organischem Material, der im Schilfgürtel stärker ist als im offenen See, in Kombination mit einem reduzierten Wasseraustausch zu deutlichen Sauerstoffdefiziten führen kann. Anhand kontinuierlicher Messungen des gelösten Sauerstoffs in hoher zeitlicher Auflösung konnte gezeigt werden, dass die Konzentrationen im Schilfgürtel während der Sommermonate jede Nacht und über einen Zeitraum von mehreren Wochen unter $2 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ fallen (M. Kiss, pers. Mitt.). Dieser Befund bestätigt Beobachtungen, die in Schilfbeständen im österreichischen Teil des Neusiedler Sees gemacht wurden.

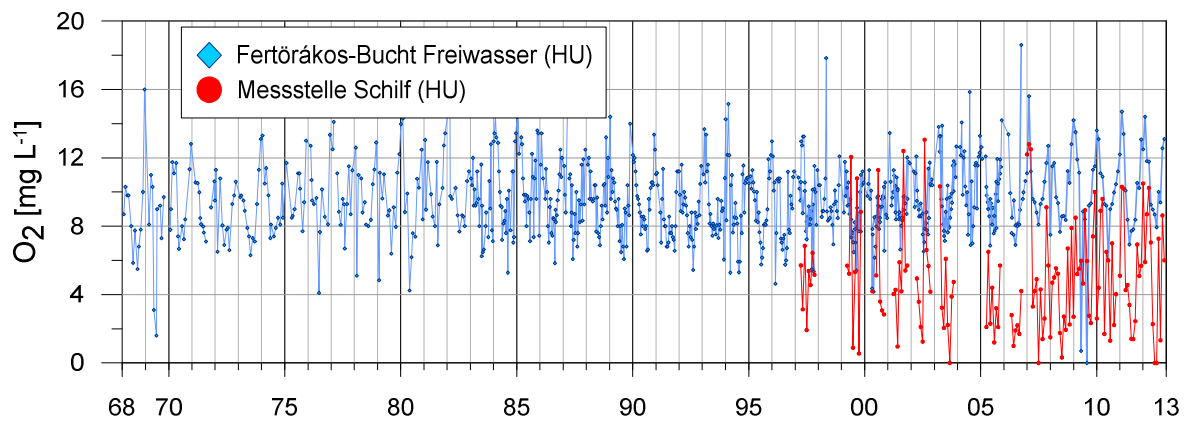


Abb. 36. Sauerstoff-Konzentration im offenen Bereich der Fertőrákos-Bucht und im Schilfgürtel (Schilfstation) in Ungarn zwischen 1968 und 2012 (Datenquellen: Nationale Wasserqualitäts-Datenbank und Hydrologische Station Fertőrákos).

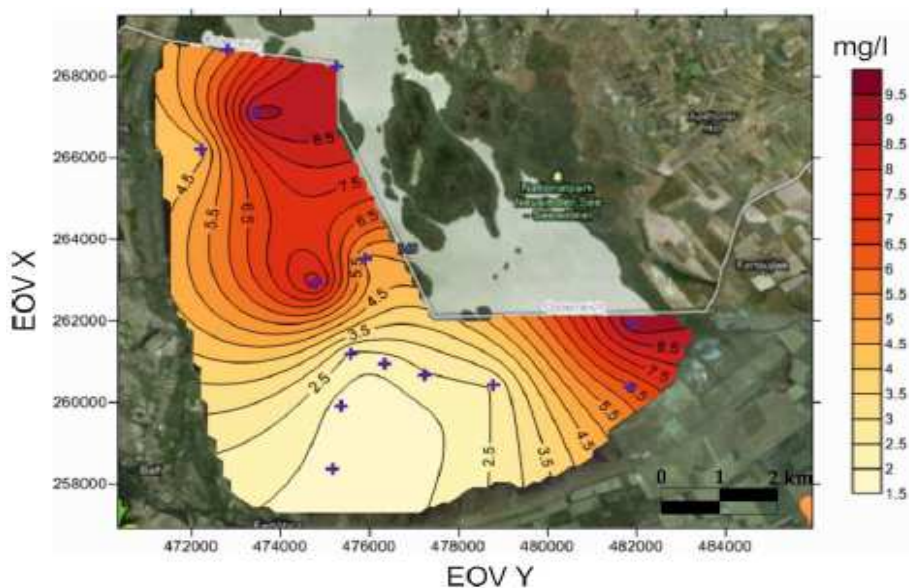


Abb. 37. Isoplot der Sauerstoff-Konzentration [in mg L^{-1}] im ungarischen Teil des Schilfgürtels, berechnet auf Grundlage von Mittelwerten zwischen 1987 und 2012. Aus Magyar & Kovács (2012).

3.1.3 Wissensstand und Informationsdefizite

Neusiedler See – offener See und Schilfgürtel

Der Chemismus im Freiwasser des Neusiedler See ist gut untersucht. Früheste Daten stammen aus den 1920er Jahren (Varga 1923; 1928). Ein regelmäßiges Monitoring wurde in beiden Ländern Ende der 1960er Jahre eingerichtet. Heute wird der Großteil der Daten im Rahmen der Monitoringprogramme des Landes Burgenland (Biologische Station Illmitz) in Österreich und des Wasserdirektorats Nord-Transdanubien in Ungarn erhoben. Ein systematisches Monitoringprogramm begann in Österreich Ende der 1980er Jahre (Biologische Station Illmitz). Es wurden ab 1988 intensiviert, sowohl hinsichtlich der Probenahmefrequenz als der räumlichen Abdeckung. Teilweise erfolgt das Monitoring heute im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV). Diese Daten stellen die Grundlage für die Berichte an die Gewässerkommission und für die Bewertung des ökologischen Zustands des Sees.

Offizielle GZÜV-Daten vom See sind, zeitlich verzögert, auf der Homepage des Lebensministeriums verfügbar. Wassertemperaturdaten werden auf den Homepages des Hydrographischen Dienstes des Landes Burgenland (<http://wasser.bgld.gv.at/hydrographie.html>) und des Yacht-Clubs Rust (<http://www.byc.at/wetter/>) publiziert. Es gibt keine der Öffentlichkeit zugänglichen Jahresberichte oder Websites, auf denen regelmäßig über den Chemismus des informiert wird.

Die Nationale Wasserqualitäts-Datenbank (Ungarn) enthält zwei-wöchentliche bis monatliche Daten vom Neusiedler See (Fertőrákos-Bucht) und vom Kroisbach (Fertőrákos) seit 1968. Diese Daten sind jedoch nicht für die Öffentlichkeit zugänglich. Es gibt auch keine leicht verfügbare, umfassende Datenzusammenstellung aus dem Labor in Fertőrákos. Die zeitlich-räumliche Abdeckung des Monitoring dieser Institution war im Laufe der Zeit immer wieder Änderungen unterworfen. Aktuelle Wasserstands- und Wassertemperaturdaten vom Neusiedler See und dem Hanság-Kanal werden auf <http://www.vizugy.hu/> publiziert. Aktuelle Daten zu Luft- und Wassertemperatur sowie den Windverhältnissen sind auf <http://www.ferto-neusiedlersee.hu/> zugänglich. Ältere tägliche Wasserstandsdaten vom See können auf http://www.hydroinfo.hu/html/archivum/archiv_tabla.html (2002 bis Vorjahr) abgerufen werden.

Zahlreiche Datenreihen sind in Berichten und wissenschaftlichen Publikationen zusammengefasst. Überblicksweise finden sich Informationen zum Chemismus des Neusiedler Sees in Löffler (1974a), Löffler (1979), Löffler & Newrkla (1985), Herzig (1990), Herzig & Dokulil (2001), BMLFUW (2002), Pannonhalmi & Sütheő (2007), Wolfram *et al.* (2007), Krachler *et al.* (2009), Magyar *et al.* (2013), Zessner *et al.* (2012) und Wolfram & Herzig (2013). Zuletzt wurde von Dinka (2007) ein Literaturreview publiziert.

Neusiedler See – Sediment

Die Zusammensetzung der Sedimente und des Seston im offenen See wurden in Österreich in den 1970er Jahren (Brossmann *et al.* 1984; Gunatilaka 1978; 1982) und in den frühen 1990er Jahren (Wolfram 1993; 1996) untersucht. Hietz (1989), Hietz (1992) und Dinka (2001) untersuchten den Abbau von abgestorbenem Schilf und seinen Einfluss auf die chemischen Verhältnisse im Schilfgürtel. Auf der ungarischen Seite gibt es eine Reihe von Publikationen zum Chemismus des Interstitialwassers im Schilfgürtel (Ágoston-Szabó & Dinka 2009; Szabó 2001; Szabó & Dinka 2002; Zessner *et al.* 2012). Die große Heterogenität des Schilfgürtels und logistische Schwierigkeiten bei der Probenahme im Schilfgürtel stehen jedoch der Einrichtung eines regelmäßigen Monitorings entgegen. Ungeachtet

dessen gibt es aber von der Hydrologischen Station Fertőrákos eine permanente Messstelle im Schilfgürtel. Die Ungarische Donau-Forschungsstation hat ab 1990 regelmäßig neun Monitoringstellen im Schilfgürtel und fünf Messstellen in größeren Rohrlacken beprobt (Berczik & Dinka 2009).

Quellen externer Frachten

In der Wulka werden seit 1992 an der Messstelle Schützen/Gebirge tägliche verschiedene chemische Parameter gemessen. Ausgewählte Daten werden im Rahmen des nationalen Überwachungsmonitoring (gemäß GZÜV 2006) auf der Website des Lebensministeriums publiziert. Sie umfassen zweiwöchentliche bis monatliche Daten aus der Wulka seit Dezember 1991, zweimonatliche Daten vom Kroisbach seit Jänner 2000 und monatliche Daten vom Parndorfer Bach und dem Golser Kanal seit 2010. Wassertemperaturen der Wulka werden auf der Website der Abteilung Hydrologie des Landes Burgenland publiziert.

Auch zu den Emissionen der Kläranlagen gibt es Informationen. Für eine Anlagen ist direkt der Neusiedler See der Vorfluter (Podersdorf, Jois über den Joiser Kanal, Gols über den Golser Kanal); an die Hauptkläranlage „Neusiedler See Westufer“ sind seit 2000 die meisten Ortschaften am Westufer des Sees angeschlossen. Mit Ausnahme von Balf wird das Abwasser der ungarischen Ortschaften im Süden des Neusiedler Sees zur Kläranlage Sopron geleitet (cf Kap. 4.2). Im Allgemeinen weist das Eigenmonitoring der Kläranlagen eine hohe zeitliche Auflösung auf und stellt damit eine Grundlage für die Abschätzung der Nährstoffeinträge aus kommunalen Quellen dar.

Der Import/Export von Nährstoffen über das Grundwasser sowie diffuse Frachten aus der Atmosphäre sind zwei Elemente der Stoffbilanz, deren Abschätzung mit der größten Unsicherheit verbunden ist. Auch wenn das Grundwasser für die hydrologische Bilanz des Sees geringe Bedeutung hat, so können die Frachten dennoch nur sehr grob abgeschätzt werden. Die trockene Deposition wurden zuletzt Anfang der 1980er Jahre erfasst (AGN 1984; Malissa *et al.* 1984; Stalzer 1990; Stalzer *et al.* 1984; Von der Emde *et al.* 1984). Im Einzugsgebiet der Wulka kann die diffuse Fracht als Differenz zwischen der Summe der Kläranlagenemissionen und der Gesamtfracht nahe der Mündung des Flusses in den See bei der Messstellen Schützen/Gebirge abgeschätzt werden. Unsicherheiten bei dieser Abschätzung bestehen dennoch aufgrund der Tatsache, dass die Wulka bis zu 20% der jährlichen Fracht an Gesamtphosphor und Schwebstoffen während einer 2–3 Tage dauernden Hochwasserwelle mit sich tragen kann. Die Ursache liegt in den hohen mittleren flächenbezogenen Emissionen (Schwebstoffe: $2,15 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, Phosphor $1,89 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) und dem hohen Anteil an landwirtschaftlichen Flächen (50%) entlang der Flussufer, was in einer relativ niedrigen Retentionseffizienz resultiert (Kovacs *et al.* 2012).

Resümee

Auch wenn der Chemismus des Neusiedler Sees gut untersucht ist, wird empfohlen, den Einfluss von Wind und Wellen auf das Lichtklima und den Zusammenhang zwischen Trübe und Lichtattenuation weiter zu untersuchen, ebenso die Zusammenhang zwischen Unterwasserlichtklima und Phytoplankton, vor allem im Braunwasser des Schilfgürtels. Weiters gibt es wenige Daten zur Verteilung, Deposition und Lösung von partikulärem und gelöstem Material im Schilfgürtel. Um nähere Einblicke in diese Prozesse zu gewinnen, ist eine Kombination von hydrodynamischen und Stoffkreislaufmodellen notwendig. Die Sedimentdeposition in den Schilfbeständen hat entscheidenden Einfluss auf die Gesundheit des Schilfs. In Ergänzung zu den kürzlich begonnenen automatischen Messungen im Schilfgürtel-

tel (J. Józsa und M. Kiss) erscheint es angeraten, räumliche ausgedehntere Versuche mit Sedimentationsfallen entlang mehrerer Transekte im Schilfgürtel durchzuführen, unter Bezug auf die Wellenexposition und den physiologischen Zustand der Schilfpflanzen. Diese Informationen sind erforderlich, um die (Nähr)Stoffkreisläufe im See besser verstehen und Verlandungstendenzen genauer bewerten zu können.

Der Höhepunkt der Eutrophierung des Neusiedler Sees war zwar in 1970er/1980er Jahren, dennoch ist das Nährstoffbudget immer noch „verwundbar“ gegenüber äußeren Einflüssen. Eine Grundvoraussetzung, um die gute Wasserqualität des Sees zu erhalten, ist ein tieferes Verständnis der Nährstofftransporte und -umwandlungsprozesse im Schilfgürtel („internal loading“). Die Untersuchungen der AGN (1984) – und in jüngerer Zeit von A. Clement, F. Szilágyi und KollegInnen in Zessner *et al.* (2012) – sind eine gute Grundlage, müssen aber fortgesetzt und ausgedehnt werden.

Wichtigste Forschungsdefizite:

- Beziehung zwischen Transparenz (Sichttiefe, Trübe) und Lichtextinktion
- Auswirkungen von Licht- und Nährstofflimitation auf das Phytoplankton, insbesondere im Schilfgürtel
- Transportpfade, Deposition und Auf-/Rücklösung von partikulärem und gelöstem Material im Schilfgürtel
- Nährstoffaustausch zwischen dem Schilfgürtel und dem offenen See
- „Internal loading“

3.1.4 Konflikte, Bedrohungen und Potenziale

Die physikalisch-chemischen Besonderheiten und der spezifische Salzgehalt des Neusiedler Sees, der aus marinen Sedimenten im Untergrund herrührt, werden beeinflusst durch externe Einträge aus dem Einzugsgebiet, die hydro-morphologischen Eigenschaften des Sees und interne Prozesse (Wolfram & Herzig 2013; Zessner *et al.* 2012). Der hohe Salzgehalt und pH-Wert sind Schlüsselfaktoren für die aquatischen Lebensgemeinschaften (Kap. 3.2), welche an die widrigen Bedingungen angepasst sind. Die genannten Faktoren beeinflussen auch die Lebensdauer fäkaler Bakterien („Biostabilität“), somit hängt auch die Badewasserqualität vom Wasserchemismus ab. Schließlich sind die physikalisch-chemischen Eigenschaften für die Phosphatadsorption an Schwebstoffe wesentlich (Gunatilaka 1982), aber auch für den Abbau von organischem Material, was in weiterer Folge die Nährstoffkreisläufe und die Verlandung beeinflusst (Krachler *et al.* 2009) (Abb. 38 bis Abb. 40).

In vergleichbarer Weise ist auch die Nährstoffsituation des Neusiedler Sees einerseits von den hydro-morphologischen und physikalisch-chemischen Bedingungen abhängig und beeinflusst andererseits die aquatischen Lebensgemeinschaften sowie die Badewasserqualität. Wesentliche Einflussfaktoren sind externe Punkt- und diffuse Quellen, „internal loading“ spielt eine weitere wichtige Rolle. Um die gute Wasserqualität zu erhalten, ist es notwendig, den Wasseraustausch zwischen offenem See und Schilfgürtel bei ausreichend hohen Wasserständen aufrecht zu halten. Externe Einträge können grundsätzlich natürlich eine Gefahr für die Wasserqualität darstellen, auch wenn sich die Situation in den letzten Jahrzehnten signifikant verbessert hat. Eine andere Entwicklung könnte infolge der Zuleitung von Fremdwasser eintreten, wenn Nähr- und Schadstoffe aus den Spendergewässern vermehrt in den See gelangen (Zessner *et al.* 2012). Wenig ist über potenzielle Beeinträchtigungen durch Frachten aus direktem Abfluss aus dem Einzugsgebiet, z.B. aus der Landwirtschaft oder von Verkehrsflächen, oder von Wasserfahrzeugen (Öl, Anti-fouling, siehe Kap. 4) bekannt.

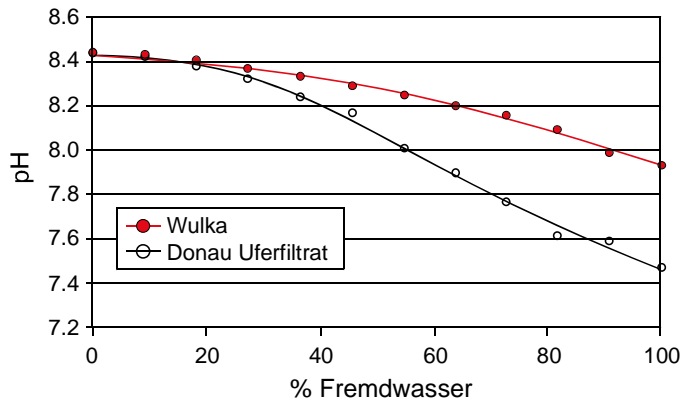


Abb. 38. Der pH-Wert in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis von Seewasser und Wulkawasser (natürlicher Zufluss) bzw. Donauwasser (Wasserzufuhr aus einem anderen Einzugsgebiet). Nach Krachler (2006).

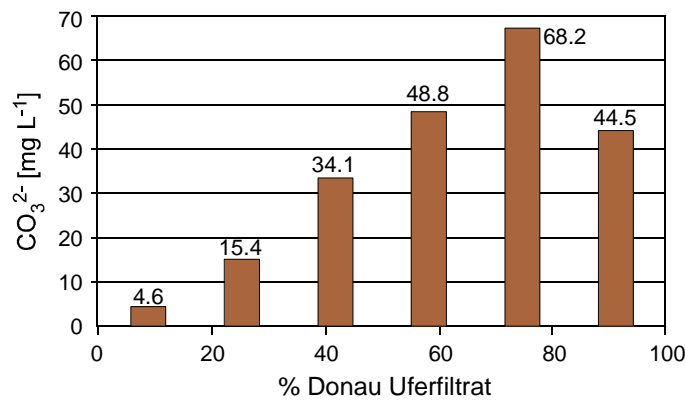


Abb. 39. Produktion von Karbonatschlamm in Abhängigkeit von Mischungsverhältnis Seewasser : Donau-Uferfiltrat. Nach Krachler (2006).

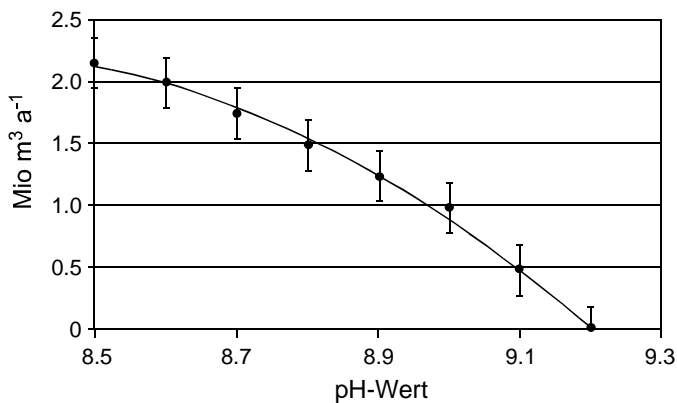


Abb. 40. Geschätzter jährlicher Volumensverlust des Neusiedler Sees durch Verlandung als Funktion des pH-Werts. Nach Krachler (2006).

Diese vielfältigen komplexen Verbindungen verdeutlichen, dass dem Chemismus eine Schlüsselrolle in der Aufrechterhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Neusiedler Sees zukommt. Physikalisch-chemische Parameter sind zudem wichtige Elemente in der Bewertung des ökologischen Zustands gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie.

In chemischer Hinsicht besteht eine Gefährdung für den guten ökologischen Zustand eher durch hydromorphologische Eingriffe als durch Einträge aus Zubringern, aus der Atmosphäre oder durch (gereinigten) Abwässer. Sowohl die Eintrags- als auch die Austragsseite der Wasserbilanz würde beeinflusst. Um extrem niedrige Wasserstände zu vermeiden, wurde eine Wasserzuleitung aus anderen Einzugsgebieten vorgeschlagen, was jedoch kritisch für den Chemismus werden könnte (Krachler 2006; Krachler *et al.* 2005; Krachler *et al.* 2009; Zessner *et al.* 2012). Ableitungen über den Hanság-Kanal sind mit massiven Verlusten von Salzen verbunden und führen damit zu einer zunehmenden Aussüßung des Sees. Mit der neuen Wehrbetriebsordnung am Hanság-Kanal wird die Häufigkeit von Ableitungen verringert, die Realisierung einer Wasserzufuhr würde jedoch statistisch gesehen die Wahrscheinlichkeit erhöhen, zu einem späteren Zeitpunkt wieder Wasser aus dem See abzulassen

(Wolfram *et al.* 2004b; Zessner *et al.* 2012). Ob und in welchem Ausmaß das tatsächlich den Chemismus des Sees beeinflusst, ist freilich auch eine Frage des Designs der Wasserzuleitung. Die Szenarien und Berechnungen in Zessner *et al.* (2012) deuten darauf hin, dass eine erhöhte Evapotranspiration infolge der globalen Erwärmung die Salzverluste über den Hanság-Kanal ausgleichen könnte.

3.1.5 Grenzüberschreitende Perspektive

Die chemischen Monitoringprogramme in den beiden Ländern sind vergleichbar, nicht zuletzt nachdem beide den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie folgen. Eine enge Koordination fehlt jedoch (z.B. keine Abstimmung von Probenahmeterminen), zudem gibt es in einigen Bereichen Unterschiede und Abweichungen.

Seit einigen Jahren findet ein Austausch der physikalisch-chemischen Daten zwischen der Hydrologischen Station Fertőrákos und der Biologischen Station Illmitz statt. Diese Daten werden jedoch nicht in Berichten oder wissenschaftlichen Arbeiten publiziert; sie stehen auch nicht der Öffentlichkeit als Information zum Zustand des Sees zur Verfügung. Auch die Bewertung der Wasserqualität in den jährlichen Berichten der Gewässerkommission beruht auf den physikalisch-chemischen Parametern, diese Information ist ebenso wenig für ein weiteres Publikum verfügbar.

3.1.6 Sektorale Ziele und Vorschläge für Maßnahmen

- | | |
|------------------|--|
| Ziele | Z1 Erhalt des natürlichen Chemismus des Sees als Voraussetzung für die ökologischen Funktionsfähigkeit und einen guten ökologischen Zustand (Salzgehalt, pH, Nährstoffe) |
| | Z2 Erhalt der natürlichen räumlichen und zeitlichen Dynamik der physikalisch-chemischen Parameter |
| | Z3 Niedriges Trophieniveau |
| | Z4 Geringe externe und interne Nährstofffrachten |
| Maßnahmen | M1 Minimierung von Abflüssen über den Hanság-Kanal |
| | M2 Vermeidung von erhöhten anthropogenen Nährstofffrachten in den See |
| | M3 Gewährleistung eines ausreichenden Wasseraustausches zwischen dem Schilfgürtel und dem Freiwasserbereich |
| | M4 Erhalt des Verhältnisses Wasser – Schilf |

A n m e r k u n g : Physikalisch-chemische Parameter werden als Richtwerte in der Bewertung des ökologischen Zustands des Neusiedler Sees herangezogen (BGBl. II Nr. 99 2010; Wolfram & Donabaum 2010). Derzeit befindet sich der See in einem guten ökologischen Zustand (NGP, BMLFUW (2009); NGP Ungarn 2010: <http://www.vizeink.hu/?module=ovgt100505>). Eine Minimierung von Abflüssen würde Salzverluste gering halten und damit zum Erhalt des Sodasee-Charakters des Neusiedler Sees beitragen. Auf längere Sicht könnte eine Wasserzufuhr den Zielzustand gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) aufgrund der erhöhten Notwendigkeit von Ableitungen gefährden. Die zu erwartenden Veränderungen des pH-Werts könnten die Mineralisationsrate verringern und die Verlandung des Sees beschleunigen.

- Ziele**
- Z5 Zurverfügungstellung von abgesicherten und bilateral abgestimmten Daten für Wasserwirtschaft und Forschung
 - Z6 Zurverfügungstellung von Daten und Informationen für die Öffentlichkeit
- Maßnahmen**
- M5 Abstimmung der Monitoringprogramme der beiden Länder, mit Erstellung gemeinsamer Berichte über die Wasserqualität und den ökologischen / chemischen Zustand des Sees
 - M6 Bilaterale Interkalibrierung bestehender Analysen- und Bewertungsmethoden und Abgleich vorhandener Grenzwerte (physikalisch-chemischer Parameter)
 - M7 Einrichtung einer Website, auf welcher Monitoringergebnisse, Untersuchungsberichte und wissenschaftlichen Publikationen der Öffentlichkeit mit Download-Option zur Verfügung gestellt werden
 - M8 Erweiterung künftiger Berichte und Studien um eine Zusammenfassung in Englisch und in der jeweils anderen Landessprache (Deutsch/Ungarisch)
- A n m e r k u n g :** Derzeit ist die Verfügbarkeit von Daten aus dem physikalisch-chemischen Monitoring deutlich eingeschränkt. Einige Rohdaten sind mit zeitlicher Verzögerung über die Website des Lebensministeriums verfügbar. Die Ergebnisse einzelner Studien sind mitunter verfügbar, wenn sie in wissenschaftlichen Journalen publiziert werden. Das Monitoring ist nicht ausreichend zwischen den beiden Ländern abgestimmt. Die vorgeschlagenen tragen zur Verbesserung dieser Situation bei.

3.2 Schadstoffe und chemischer Zustand

Georg WOLFRAM, Vera ISTVÁNOVICS, Norbert KREUZINGER, Miklós PANNONHALMI

3.2.1 Betrachtungsraum

Externe Schadstoffeinträge stammen potenziell aus dem gesamten Einzugsgebiet. Der Betrachtungsraum ist daher der gleiche wie für die allgemeinen, physikalisch-chemischen Parameter (Kap. 3.1).

3.2.2 Charakteristik und Status quo

Spezifische Schadstoffe definieren neben den biologischen Qualitätselementen und den allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern den ökologischen Zustand gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL, Annex VIII; Tabelle 5), während prioritäre und prioritäre gefährliche Substanzen den chemischen Zustand definieren (EU-WRRL, Annex X; Tabelle 6).

Informationen über die Schadstoffe des Neusiedler Sees sind spärlich. Die begrenzte Datenlage legt jedoch den Schluss nahe, dass die Schwermetallkonzentrationen im Sediment des Neusiedler Sees niedriger sind als der Durchschnitt der oberen kontinentalen Kruste (Dinka 1991; Stojanovic *et al.* 2009). Auf Basis des Geoakkumulationsindex klassifizierten Horváth & Pannonhalmi (1989) die Bodsedimente im Ungarischen Teil des Sees in „nahezu unbelastet“ und „mäßig belastet“. Die Verteilung der Schwermetalle über die Seefläche war jedoch weitgehend gleichmäßig. Räumliche Unterschiede von Schwermetallgehalten wurden von Lakatos *et al.* (1999) im Schilfaufwuchs nachgewiesen. Nach ihren Studien sind die Schwermetallkonzentrationen im Aufwuchs am Westufer des Neusiedler Sees, der von der Freizeitnutzung stärker beansprucht ist, deutlich höher als am Ostufer. Auch wenn die Konzentrationen auch hier im Allgemeinen niedrig waren, deuten die Unterschiede auf externe Einträge hin und sind ein guter Beleg für die Fähigkeit des Schilf-Aufwuchs-Komplexes, Schwermetalle zu filtern, akkumulieren und eliminieren.

Tabelle 7. Nichterschöpfendes Verzeichnis der wichtigsten Schadstoffe, Annex VIII der EU-WRRL.

-
1. Organohalogene Verbindungen und Stoffe, die im Wasser derartige Verbindungen bilden können
 2. Organische Phosphorverbindungen
 3. Organische Zinnverbindungen
 4. Stoffe und Zubereitungen oder deren Abbauprodukte, deren karzinogene oder mutagene Eigenschaften bzw. steroidogene, thyreoide, reproduktive oder andere Funktionen des endokrinen Systems beeinträchtigenden Eigenschaften im oder durch das Wasser erwiesen sind
 5. Persistente Kohlenwasserstoffe sowie persistente und bioakkumulierende organische toxische Stoffe
 6. Zyanide
 7. Metalle und Metallverbindungen.
 8. Arsen und Arsenverbindungen.
 9. Biozide und Pflanzenschutzmittel
 10. Schwebstoffe
 11. Stoffe, die zur Eutrophierung beitragen (insbesondere Nitrate und Phosphate)
 12. Stoffe mit nachhaltigem Einfluss auf die Sauerstoffbilanz (und die anhand von Parametern wie BSB, CSB usw. gemessen werden können).
-

Tabelle 8. Liste der prioritären und prioritären gefährlichen Substanzen gemäß Annex X der EU-WRRL (= Entscheidung Nr. 2455/2001/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2001 zur Festlegung der Liste prioritärer Stoffe im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG).

Metalle	Pestizide	Industrieschadstoffe
Blei	Alachlor	Benzen
Cadmium	Atrazine	1,2-Dichlorethan
Nickel	Chlorfenvinphos	Dichlormethan
Quecksilber	Chlorpyrifos	Trichlormethan (Chloroform)
	Diuron	Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)
	Endosulfan	C ₁₀₋₁₃ -chloroalkane
	Hexachlorcyclohexan	Hexachlorobenzen
	Isoproturon	Hexachlorobutadien
	Pentachlorphenol	Bromierte Diphenylether
	Simazin	Nonylphenole
	Tributylzinn	Octylphenole
	Trifluralin	Pentachlorbenzen
		Trichlorbenzene
		6 PAK, Anthracen, Naphthalen

Gemäß dem Jahresbericht des Umweltbundesamts zur „Wasserqualität in Österreich“ gibt es Überschreitungen des Grenzwerts von Desethyl-Atrazin im Grundwasser des Wulka-Einzugsgebiets (<http://wisa.lebensministerium.at/article/articleview/91854/1/13193/>). Die vom BMLFUW bereitgestellten Karten zum ökologischen Zustand auf Grundlage der spezifischen Schadstoffe und zum chemischen Zustand auf Grundlage der prioritären Schadstoffe (Abb. 41) lassen Abweichungen vom ökologischen Zustand in nur zwei Zubringern der Wulka erkennen. Die Sicherheit dieses Befunds ist jedoch niedrig (NGP 2009).

Zessner *et al.* (2012) analysierten aus ungarischen Monitoringprogrammen stammende Daten von organischen Mikroverunreinigungen und führten 2011/2012 zusätzliche Messungen von 22 Schadstoffen durch. Die Konzentrationen nahezu aller Parameter lagen unter den Grenzwerten gemäß den Qualitätszielverordnungen (QZV), in vielen Fällen sogar unterhalb der Nachweisgrenze (NG). Nur 4-Nonylphenol wurde im See in einer Konzentration über der NG nachgewiesen ($1,38 \mu\text{g L}^{-1}$; einmal im Zeitraum 2000–2006), zugleich über dem QZV-Grenzwert.

Die zuvor genannten Autoren verglichen auch Daten aus den Zubringern mit jenen vom Neusiedler See und schlossen, dass einige organische Schadstoffe, wie Carbamazepin, 4-Nonylphenol, EDTA und NTA, im Neusiedler See unter UV-Einfluss abgebaut werden oder aus der Wassersäule ins Sediment exportiert werden. Andere Toxine, wie N,N-dimethylsulfamid (ein Metabolit des Pestizids Tolyfluamid), waren hoch-resistent und akkumulierten im Wasser. Ihre Akkumulation im Sediment wurde bislang nicht untersucht.

Insgesamt wird der chemische Zustand (gemeinschaftlich geregelte Schadstoffe) wie auch der ökologische Zustand des Neusiedler Sees derzeit als gut bewertet. Die Untersuchung und Bewertung des Sees erfolgt im Rahmen der österreichisch-ungarischen Gewässerkommission.

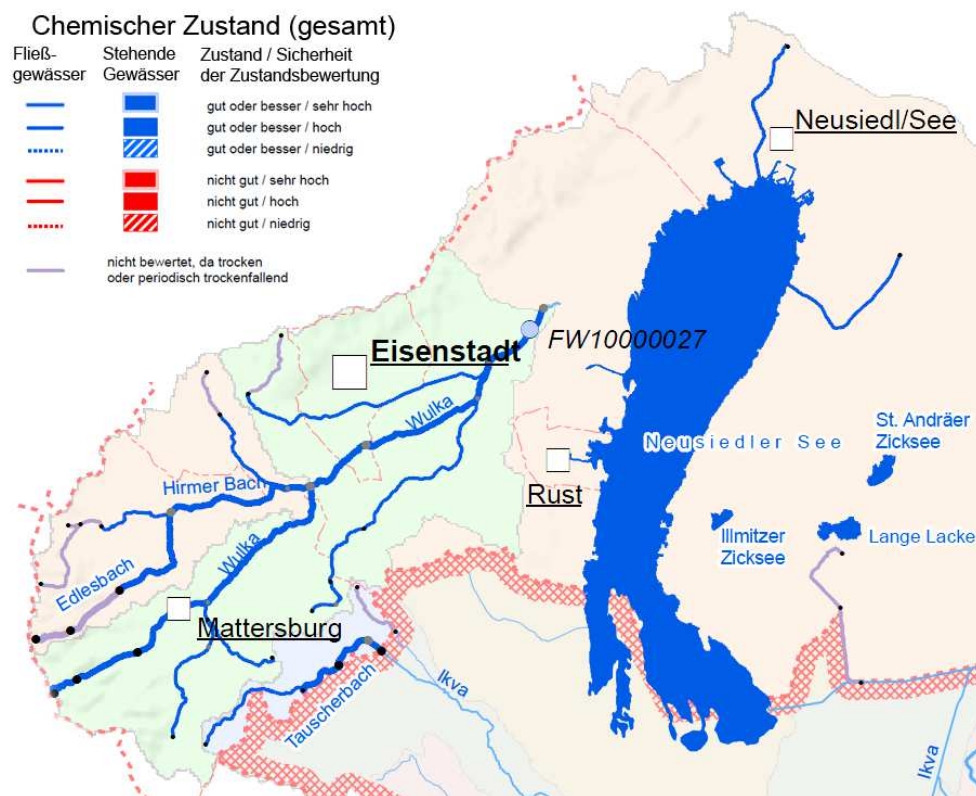
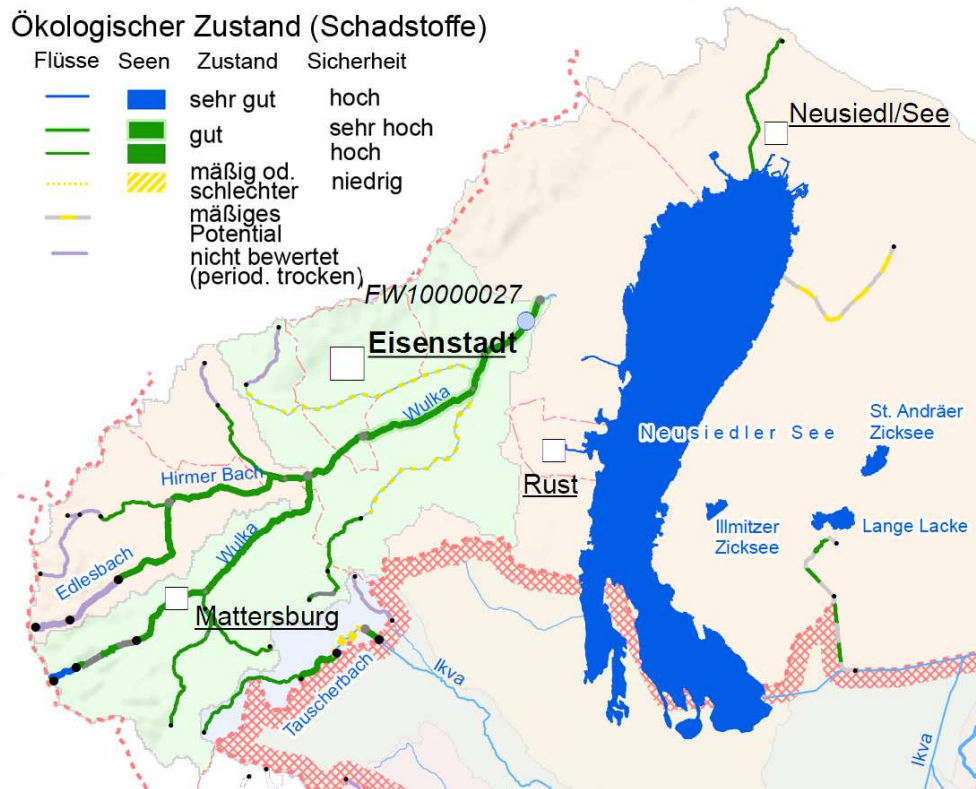


Abb. 41. Ökologischer und chemischer Zustand des Neusiedler Sees und seiner Zubringer (gemäß Nationalem Gewässerbewirtschaftungsplan des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und nach <http://www.vizeink.hu>). Der ökologische Zustand in der oberen Karte beruht auf den spezifischen, nicht-prioritären Schadstoffen (Annex VIII der EU-WRRL), der chemische Zustand auf den prioritären Schadstoffen. Für den Golser Kanal und den Zweierkanal (von der Langen Lacke zum Hanság-Kanal), welche beide als künstliche Gewässer eingestuft sind, zeigt die Karte das ökologische und chemische Potenzial. Die Bewertung für den See wird im Rahmen der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission abgestimmt. FW10000027 = Oberflächenwasserkörper Wulkamündung.

Tabelle 9. Maximale Konzentrationen im Neusiedler See und im Hauptzufluss, der Wulka, gemäß Monitoring 2000–2006 und nach zusätzlichen Untersuchungen im Jahr 2012 (Zessner *et al.* 2012). GW = Grenzwert gemäß Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV).

	GW [$\mu\text{g L}^{-1}$]	See	Wulka
1,5-Naphthalindisulfonat		<0,05	<0,05
2,6-Naphthalindisulfonat		<0,03	<0,03
4-Nonylphenol techn.	0,3	1,38	0,07
4-Oktylphenol	0,1	<0,01	<0,02
Alachlor	3	<0,02	<0,02
Anthracen	0,1	0,006	<0,07
Atrazin	0,6	<0,01	0,02
Bisphenol A	1,6	<0,01	<0,02
Carbamazepin		0,02	0,15
Di(2-ethylhexyl)phthalat	1,3	<0,21	<0,21
Dichlormethan	20	4,63	<0,17
EDTA	50	2,5	10,17
Fluoranthren	0,1	<0,01	<0,029
LAS	270	<5	<5
N,N-Dimethylsulfamid		0,13	0,05
Naphthalin	2,4	0,03	<0,02
NTA	50	2,37	6,13
Sebuthylazin	0,01	<0,03	<0,03
Simazin	1	<0,02	<0,02
Tetrachlorethen	10	<0,07	<0,07
Trichlorethen	10	<0,06	<0,06
Trichlormethan	12	<0,06	<0,06

3.2.3 Wissensstand und Informationsdefizite

Schwermetalle wurden im Neusiedler See in Österreich erstmals in den 1970er Jahren (Gunatilaka unpubl.) und in Ungarn 1989 untersucht (Horváth & Pannonhalmi 1989). In Österreich gibt es neuere Daten zu anorganischen und organischen Schadstoffen im Rahmen des Überblicksmonitorings gemäß EU-WRRL (Amt der Bgld. Landesregierung, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft). In Ungarn führte die Nord-Transdanubische Wasserwesensdirektion über mehrere Jahre eine Monitoring von Schwermetallen und organischen Schadstoffen durch. Einige Ergebnisse sind in den zuvor erwähnten Berichten (Zessner *et al.* 2012) und wissenschaftlichen Publikationen berücksichtigt.

Resümee

Unser Kenntnisstand zu Mikro-Schadstoffen im See ist sehr gering (Zessner *et al.* 2012). Es ist daher notwendig, ein Monitoring einzurichten, das Aspekte potenzieller Akkumulation (sowohl im Wasser als auch im Sediment) abdeckt und die spezifische Toxizität von Schadstoffen berücksichtigt. Die Toxizität organischer Schadstoffe sollte in Hinblick auf eine potenzielle Dotation des Sees mit Fremdwasser untersucht werden.

3.2.4 Konflikte, Bedrohungen und Potenziale

Eine allgemeine Bedrohung der Wasserqualität kann durch eine Dotation des Sees mit Fremdwasser und durch Einträge aus den Spendergewässern entstehen (Zessner *et al.* 2012). Sehr wenig ist über potenzielle Einflüsse von Frachten bekannt, die über direkt aus dem Einzugsgebiet dem See zufließen, z.B. aus der Landwirtschaft oder von Verkehrsflächen, oder von Booten oder Schiffen stammen (Öl, Antifouling).

Um wassergefährdende Stoffe aus „außergewöhnlichen Zwischenfällen“ von Neusiedler See fernzuhalten, wurden können folgende Maßnahmen formuliert werden:

- Erfassung des Gefahrenpotenzials im Einzugsgebiets
- Besondere Sorgfalt bei Schifffreinigungen (Fahrgastschiffe/Vergnügungsboote)
- Verbot des Gütertransports von wassergefährdenden Stoffen
- Gestaltung der Verkehrswege, sodass im Unfall keine wassergefährdende Stoffe den Neusiedler See erreichen
- Ausarbeitung einer gemeinsamen Schifffahrtsordnung für den Neusiedler See
- Etablierung eines funktionierenden Informationssystems zur frühzeitigen Schadensbekämpfung
- Keine direkten Belastungen des Sees
- Keine umfangreichen industriellen Entwicklungen mit potenziell zusätzlichen Belastungen im Einzugsgebiet

3.2.5 Grenzüberschreitende Perspektive

Es besteht eine grundsätzliche Übereinkunft zwischen den beiden Ländern hinsichtlich der Monitoring-Programme zur Wasserqualität, allerdings gibt es Abweichungen und Unterschiede. Ein regelmäßiger Datenaustausch besteht zu einem gewissen Grad, betrifft aber eher die allgemeinen physikalisch-chemischen Parameter als Schadstoffe wie Schwermetalle und Pestizide. Es gibt nur wenige wissenschaftliche Studien, in denen Daten beider Seiten ausgetauscht und gemeinsam analysiert wurden, so z.B. die Schadstoffdaten im bilateralen Projekt von Zessner *et al.* (2012).

3.2.6 Sektorale Ziele und Vorschläge für Maßnahmen

Ziel	Z1	Erhaltung des guten chemischen Zustands (prioritäre Schadstoffe, Annex X EU-WRRL)
Maßnahmen	M1	Bewertung der Eintragspfade / Konzentrationen von prioritären (gefährlichen) Schadstoffen (Einzugsgebiet, Schiffsunfälle etc.)
	M2	Reduktion und Vermeidung externer Frachten von prioritären (gefährlichen) Schadstoffen
Ziel	Z2	Erhaltung des guten ökologischen Zustands (spezifische Schadstoffe, Annex VIII EU-WRRL)
Maßnahmen	M3	Bewertung der Eintragspfade / Konzentrationen von spezifischen Schadstoffen
	M4	Reduktion und Vermeidung externer Frachten von spezifischen Schadstoffen
Ziele	Z3	Bereitstellung abgesicherter und bilateral abgestimmter Daten für Gewässermanagement und Forschung
	Z4	Bereitstellung von Daten und Informationen für die Öffentlichkeit

- Maßnahmen**
- M5 Etablierung eines harmonisierten Monitoringprogramms der beiden Länder für spezifische und prioritäre Schadstoffe, mit gemeinsamen Berichten zur Wasserqualität und zum ökologischen / chemischen Zustand des Sees
 - M6 Bilaterale Interkalibrierung der Analysen- und Bewertungsmethoden für alle Laboratorien, die zum Monitoringprogramm des Sees beitragen
 - M7 Einrichtung einer gemeinsamen Website mit Monitoringergebnissen, Forschungsberichten und wissenschaftlichen Arbeiten, mit Download-Option für die Öffentlichkeit
 - M8 Ergänzung künftiger limnologischer Berichte und Studien um eine Zusammenfassung in Englisch und der nationalen Sprache des jeweils anderen Landes (Deutsch/Ungarisch)

3.3 Aquatische Lebensgemeinschaften

Georg WOLFRAM, Martin DOKULIL, László G.-TÓTH, Alois HERZIG, Vera ISTVÁNOVICS, Alexander KIRSCHNER, Ernst MIKSCHI, Arnold MÓRA, Károly PÁLFFY, Miklós PANNONHALMI, Patricia RIEDLER, Boglárka SOMOGYI, Péter TAKÁCS, Adrienn TÓTH, Viktor TÓTH, Lajos VÖRÖS

3.3.1 Betrachtungsraum

Die aquatischen Lebensgemeinschaften umfassen mikrobielle, pflanzliche und tierische Gemeinschaften des offenen Sees und des Schilfgürtels. Mikrobiell-hygienische Aspekte werden in Kap. 3.4 behandelt.

Der Betrachtungsraum ist der Neusiedler See bis 116,0 m ü.A.. Das entspricht der Fläche, die bei hohen Wasserständen überflutet wird und damit als Lebensraum für (semi)aquatische Organismen zur Verfügung steht. Über diesen Bereich hinaus geht der Betrachtungsraum mit dem Unterlauf der Wulka, der Fischen als Laichhabitat und winterlicher Rückzugsraum dient, und mit seenahen Seewinkel-Kanälen wie dem Golser Kanal (Abb. 42 & Abb. 43). Die Salzlacken des Seewinkels werden an dieser Stelle nicht weiter betrachtet. Sie sind als eigene Wasserkörper zu sehen, die nur eingeschränkt für manche Tier- oder Pflanzengruppen im Austausch mit dem See stehen (z.B. Zooplankton-Dauerstadien, die über Vögel aus den Salzlacken in den See verfrachtet werden und v.v.).

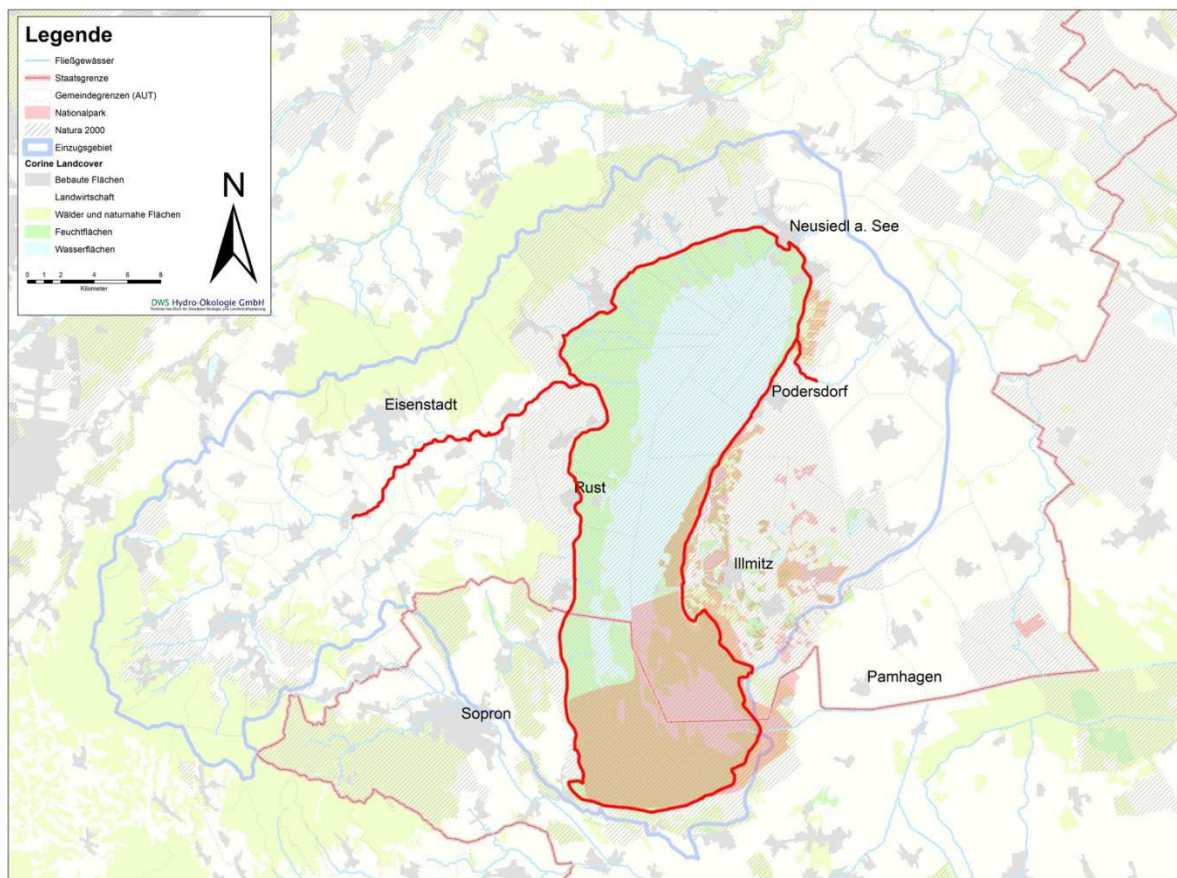


Abb. 42. Der Betrachtungsraum umfasst primär das Seebecken, darüber hinaus aber auch den Unterlauf der Wulka (Hauptzubringer).



Abb. 43. Potenzielle Habitate für aquatische Lebensgemeinschaften: der offene See [1], Rohrlacken und Schilfkanäle [2], überflutete vorseelische Wiesen am Seerand [3], seenahe Kanäle und Gräben des Seewinkels [4]. Fotos: G. Wolfram.

3.3.2 Charakteristik und Status quo

Mikrobelle Ökologie

Das Konzept der Mikrobiellen Ökologie in seinem weitesten Sinn umfasst die Ökologie der funktionell und phylogenetisch hoch diversen Gruppe der Mikroorganismen. Diese beinhalten Pilze, Algen, Protozoen sowie Bakterien (inkl. Cyanobakterien), Viren und Bakteriophagen. Die funktionelle Gruppe der autotrophen, photosynthetischen Algen, bestehend aus einzelligen und vielzelligen Algen und Cyanobakterien werden in der Sektion „Phytoplankton“ behandelt, während dieses Kapitel auf heterotrophe Mikroorganismen beschränkt ist. Sie repräsentieren die größte lebende Oberfläche in aquatischen Ökosystemen und spielen eine zentrale Rolle beim Abbau organischer Substanzen und der Remineralisierung von Nährstoffen. Umso erstaunlicher ist es, dass unser Wissen über die meisten dieser Biota im Neusiedler See als eher gering einzuschätzen ist.

Reitner *et al.* (1997a), Reitner *et al.* (1997b) und Reitner *et al.* (1999) konnten überzeugend zeigen, dass die bakterielle Gemeinschaft des offenen Sees nicht primär von der Algenproduktion abhängig ist, wie üblicherweise in Gewässern der gemäßigten Breiten der Fall, sondern hauptsächlich von organischem Material, das im Schilfgürtel produziert wird. Nicht völlig abgebaut, hoch molekulares, wasserlösliches organisches Material („Huminsubstanzen“) spielt eine zentrale Rolle für das Wachstum der Bakterien. Pilze spielen eine geringe Rolle beim Abbau organischer Substanzen des offenen Sees; aber es kann angenommen werden, dass sie sehr bedeutsam sind beim Abbau der enormen Schilfbiomasse, die jährlich im Litoral des Sees akkumuliert (Ágoston-Szabó *et al.* 2006).

Phytoplankton – Meroplankton – Phytobenthos

Eine häufige Durchmischung des Sees und infolgedessen eine hohe Trübe sind Schlüsselfaktoren für die aquatischen Lebensgemeinschaften. Die suspendierten Schwebstoffe bieten eine riesige Oberfläche zur bakteriellen Besiedlung und gewährleisten damit einen hoch effizienten mikrobiellen Abbau von organischem Material. Die Trübe des Sees hat aber auch einen starken Einfluss auf das Phytoplankton. Lichtlimitation verhindert, dass planktische Algen jene Biomasse erreichen können, die aufgrund der Nährstoffe zu erwarten wäre, auch wenn eine Korrelation zwischen Gesamtphosphor (TP) und Algenbiovolumen besteht (Abb. 45 links). Dieser Zusammenhang ist jedoch im Neusiedler See und anderen Flachseen im Vergleich zu tiefen Seen in Richtung höherer TP : Chl-a-Relationen verschoben (Abb. 46). Anders ausgedrückt: die Lichtlimitation wiegt hier mehr als die Nährstoffe; der verfügbare Phosphor kann nicht in vollem Ausmaß genutzt werden.

Trotz der ungünstigen Lichtbedingungen im offenen See, erfuhr der Neusiedler See in den 1970er und 1980er Jahren, als Blüten von Cyanobakterien (Blaualgen) wie *Microcystis* in geschützten Buchten auftraten, eine Eutrophierungsphase. Die Situation verbesserte sich deutlich zur Wende der 1990er Jahre. Um 2003/2004, als ein niedriger Wasserstand eine erhöhte Nährstoffverfügbarkeit mit sich brachte, stiegen die Algendichten und -biomasse jedoch erneut an (siehe Kap. 3.1).

Heute dominieren Grünalgen und Diatomeen neben Blaualgen das Phytoplankton des offenen Sees (Abb. 45 rechts). Picoplankton, das den Scherkräften bei starken Winden widerstehen kann, kommt in sehr hohen Abundanzen vor. Eine andere Strategie verfolgen große, massive Diatomeen wie *Campylodiscus* (Abb. 44) und *Surirella*. Sie besiedeln vor allem den Seeboden, werden aber durch Wind und Wellen aufgewirbelt und gelangen auf diese Weg in die Wassersäule („Meroplankton“; cf Abb. 46 & Abb. 48). Man findet sie daher häufig im offenen See, während andere Arten eher in den Rohrlacken des Schilfgürtels dominieren (Abb. 47). Die Biomasse des Meroplankton nimmt mit abnehmender Secchi-Tiefe und zunehmender anorganischer Trübe zu (Abb. 48). Im offenen See bzw. in geschützten Buchten kann das Meroplankton die euplanktische Chlorophyll-a-Konzentration im Mittel um 44% bzw. 37% anheben. In den Rohrlacken, wo das Gleichgewicht von Sedimentation und Resuspension zugunsten ersterer verschoben ist, hat das Meroplankton eine geringere Bedeutung; es erhöht die euplanktische Chlorophyll-a-Konzentration im Mittel um 13% (L. Vörös, unpubl.).



Abb. 44. Lichtmikroskopische Aufnahme von charakteristischen Vertretern des Phytoplankton aus dem Neusiedler See. 1 ... *Campylodiscus* sp., 2 ... *Chaetoceros muelleri*, 3 ... *Pediastrum duplex*.

Das Phytoplankton des offenen Sees umfasst auch Indikatorarten für schwach salzhaltige Bedingungen, z.B. die Kieselalgen *Chaetoceros muelleri* (Abb. 44) und *Bacillaria paradoxa*. Die Rohrlacken wiederum sind wertvolle Habitate für verschiedene Phytoplankton-Gesellschaften, in denen vor allem Schlundalgen (Cryptophyta; *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas* spp.) und Panzerflagellaten (Dinophyta; *Peridinium* sp.) dominieren (Padisák 1983; 1993a; c; Somogyi *et al.* 2010) (cf Abb. 47).

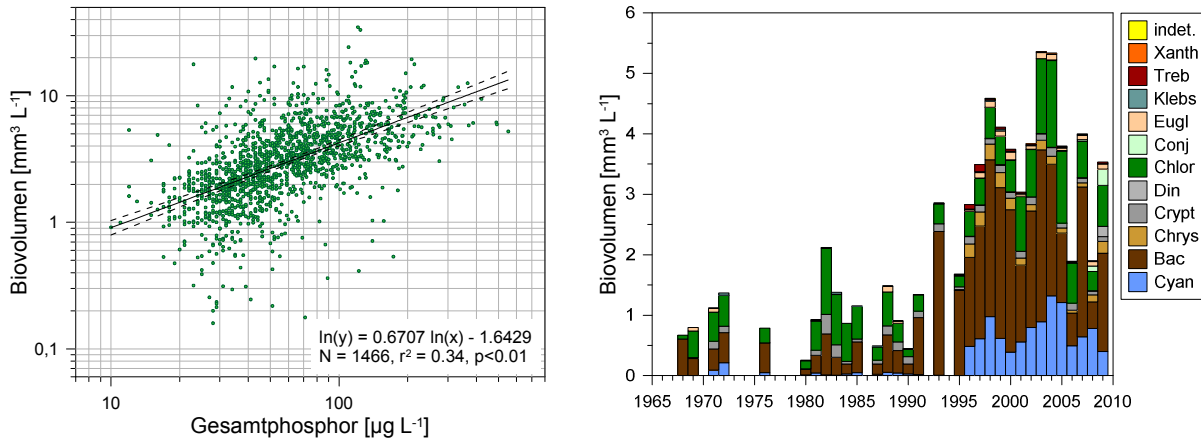


Abb. 45. Links: Beziehung zwischen Gesamtphosphor und Algen-Gesamtbiovolumen, rechts: Langzeitentwicklung des Biovolumens verschiedener Algenklassen im offenen See auf österreichischer Seite zwischen 1965 und 2009. Eugl = Euglenophyceae, Conj = Conjugatophyceae, Chlor = Chlorophyceae (Grünalgen), Din = Dinophyceae (Panzerflagellaten), Crypt = Cryptophyceae (Schlundalgen), Chrys = Chrysophyceae (Goldalgen), Bac = Bacillariophyceae (Kieselalgen), Cyan = Cyanobacteria (Blaualgen). Nach: Wolfram *et al.* (2011).

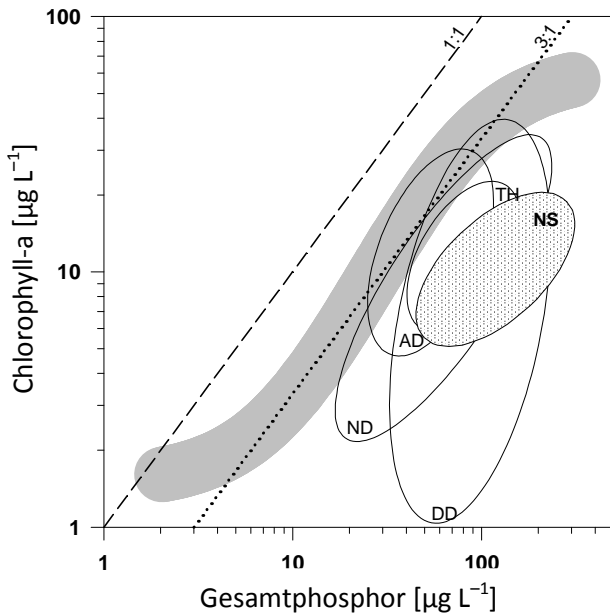


Abb. 46. Konzeptueller log-log-Plot von Gesamtphosphor versus Chlorophyll-a. Die graue Fläche zeigt Seen aus Österreich und Deutschland in der die Bandbreite von tief oligotroph bis flach polymiktisch an. Die Ellipsen kennzeichnen den Neusiedler See (NS, punktiert), die Alte Donau, die Neue Donau, Donau-Deltaseen und den Tai Hu, China (TH). Makrophytendominanz und Gewässer mit hoher anorganischer Trübe können durch die punktierte Linie bei 3 TP : 1 Chl-a von den übrigen Seen getrennt werden. Verändert nach Dokulil *et al.* (2006).

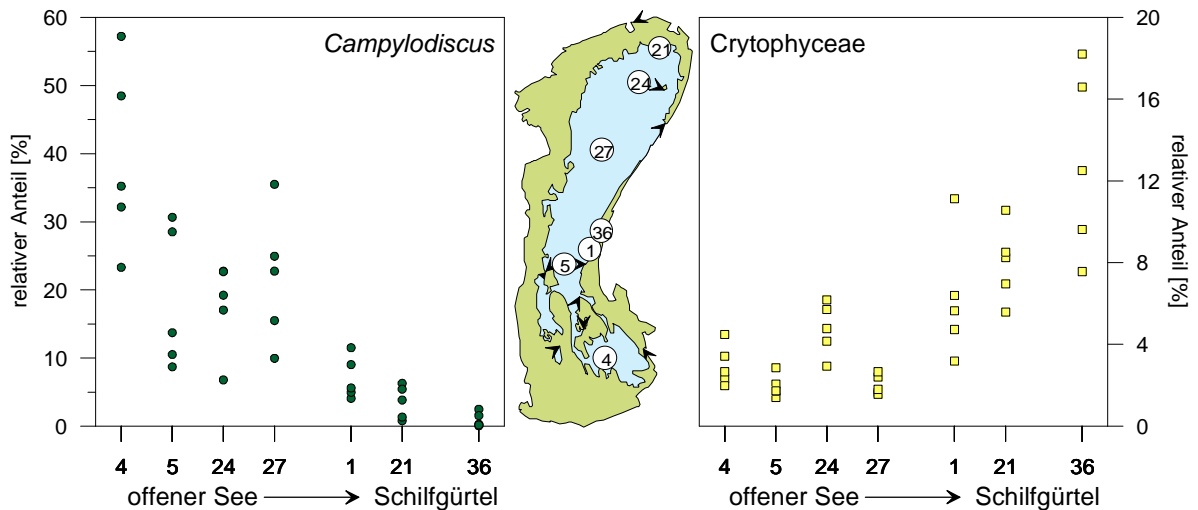


Abb. 47. Relative Anteile zweier dominanter Taxa im Neusiedler See entlang eines Gradienten vom offenen See (Probenstellen 4, 5, 24, 27) über die Illmitzer (1) und Neusiedler Bucht (21) bis zum „Ruster Poschn“, einer Rohrlacke (36). Nach: Wolfram *et al.* (2011).

Eine Besonderheit des Neusiedler Sees ist die große Bedeutung des Picopanktons: Im Vergleich zu anderen mesotrophen Flachseen sind die Abundanz (>10⁶ Zellen pro Liter) und der Anteil (bis zu 80%) des Picoplanktons an der gesamten Phytoplankton-Biomasse im offenen See, aber auch in den großen Rohrlacken, sehr hoch (Somogyi *et al.* 2010). Anders ist die Situation in den künstlichen Kanälen des Schilfgürtels, wo Picoplankton kaum eine Rolle spielt (Abb. 49).

Was das Phytobenthos des Neusiedler Sees betrifft, so ist die Abgrenzung zum Phytoplankton aufgrund der Erosion von Feinsedimenten im offenen See unklar. Im Winter unter Eis kann sich hingegen eine nennenswerte Schicht von epipelischen oder epipsammischen Algen ausbilden (Khondker & Dokulil 1988). Nach den Schätzungen von Schiemer (1979) zu Beginn der 1970er Jahre liegt die gesamte Biomasse planktischer und epipelischer Algen sowie submerser Makrophyten in der gleichen Größenordnung (Phytoplankton 0,24–0,72 g TM m⁻²; 0,45 g TM m⁻² benthische Algen; 0,43–3,05 g TM m⁻² Makrophyten).

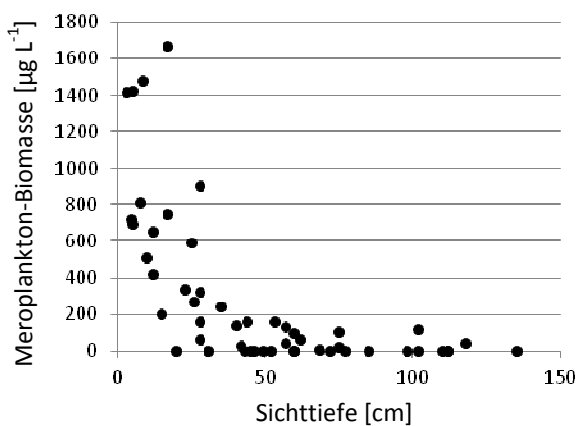


Abb. 48. Beziehung zwischen der Sichttiefe und der Biomasse meroplanktischer Kieselalgen im offenen See und in den großen Rohrlacken des Schilfgürtels (Daten aus dem Ungarischen Teil).

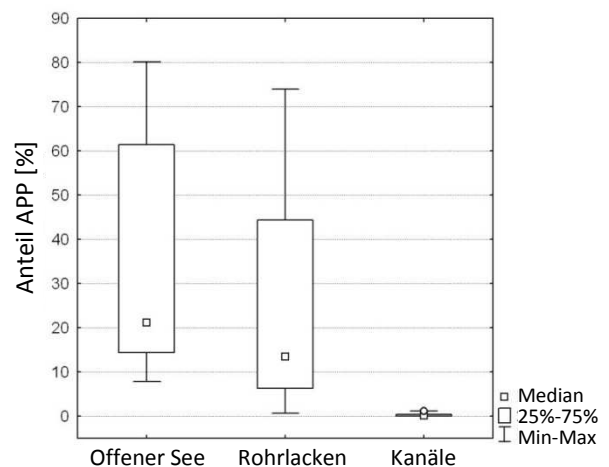


Abb. 49. Anteil von autotrophem Picoplankton (APP) an der gesamten Phytoplanktonbiomasse an verschiedenen Standorten im Neusiedler See (Somogyi *et al.* 2010).

Zooplankton

Während der letzten 50 Jahre waren *Arctodiaptomus spinosus* (Copepoda) und *Diaphanosoma mongolianum* (Ctenopoda) die häufigsten Arten im Crustaceen-Plankton. In der Artengemeinschaft der Rädertiere dominieren im Winter *Synchaeta tremula-oblonga* und *Rhinoglena fertoënsis*, während *Brachionus angularis*, *Polyarthra vulgaris*, *Filinia longiseta* und *Trichocerca* spp. die vorherrschenden Arten im Sommer sind (Dokulil & Herzig 2009; Herzig 1979; Ponyi & Dévai 1977; Ponyi & Dévai 1979). Der größte Vertreter des Zooplanktons ist *Leptodora kindtii* (Haplopoda, Abb. 51), die bis 1 cm groß werden kann. Die Art wurde im See erstmals im Juni 1977 nachgewiesen. Es ist anzunehmen, dass die Dauerstadien von Wasservögeln aufgenommen wurden und über deren Faeces in den See eingetragen wurden (Herzig 1995). Neben der Laube und dem Sichling entwickelte sich *L. kindtii* zu einem relevanten Planktivoren des offenen Sees. Im Schilfgürtel dominieren hingegen andere Planktonarten wie z.B. *Daphnia curvirostris* und *Pleuroxus aduncus*. Einige Vertreter des Zooplanktons sind speziell an den Sodagehalt des Sees angepasst, so z.B. *Hexarthra* spp. (Rotatoria), *Moina brachiata* (Anomopoda) und *Arctodiaptomus spinosus* (Herzig 1979; Herzig & Koste 1989). Sie sind damit potenziell gute Indikatoren für Veränderungen im Wasserchemismus.

Hinsichtlich der Biomasse dominieren im offenen See Crustaceen (Krebse). Abb. 50 zeigt die Langzeitentwicklung der Zooplankton-Biomasse (für Organismen >250 µm). Die höchsten Werte wurden während der Eutrophierungsphase (1970–1987) erreicht. Danach fielen die Biomassewerte auf deutlich geringere Werte ab und lagen zwischen 2008 und 2012 Werte unter 50 mg TM m⁻³. Nachdem die Nahrungsgrundlage für das Zooplankton (also das Phytoplankton) in diesen Jahren vergleichbar war mit den Zeiten der höchsten Biomasseentwicklung, dürfte die derzeit geringe Biomasse am ehesten auf den Fraßdruck durch planktivore Fische und Wirbellose zurückzuführen sein. Das Vorherrschen kleiner Larvenstadien bei den Copepoden (im Mittel der Sommermonate 2008–2012: 82% Nauplien) im Sommerplankton bestätigt die Auswirkungen des hohen Räuberdrucks auf das Zooplankton (A. Herzig unpubl.).

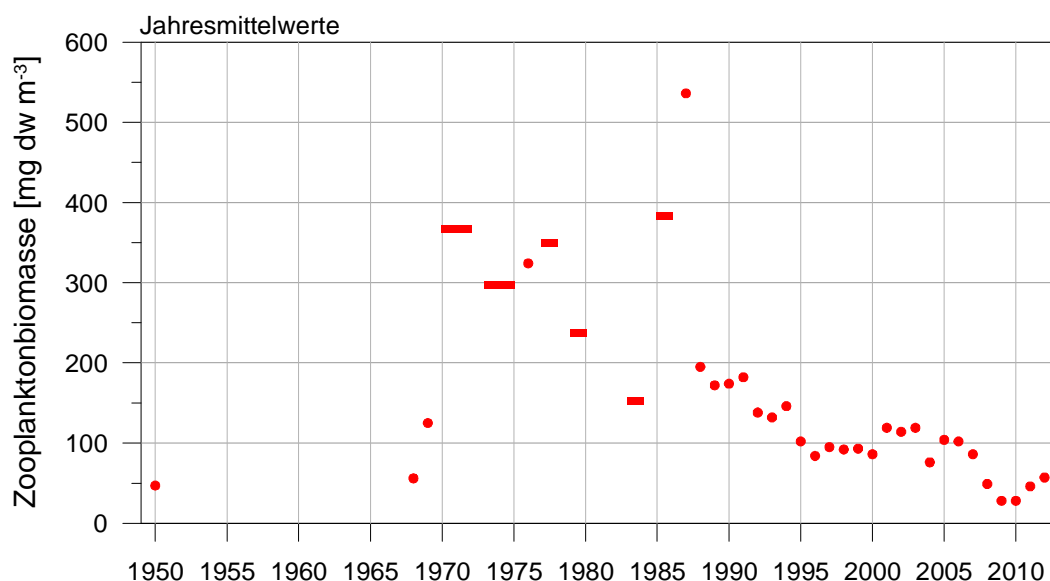


Abb. 50. Jährliche mittlere Zooplanktonbiomasse [Trockengewicht, mg dw m⁻³] im österreichischen Teil des Neusiedler Sees (offener See) zwischen 1950 und 2012 (Datenquelle: A. Herzig). Balken symbolisieren Durchschnittswerte über zwei oder drei Jahre.

Benthische Wirbellose im offenen See

Benthische Wirbellose besiedeln das Sediment des Neusiedler Sees und setzen sich vorwiegend aus Chironomidenlarven (Zuckmücken, Abb. 51), Oligochaeten (Wenigborstern), Crustaceen wie Muschelkrebse und Anomopoden sowie Nematoden (Fadenwürmern) zusammen. Für die meisten Gruppen wurde sowohl hinsichtlich der Artenzusammensetzung als auch der Abundanz und Biomasse eine ausgeprägte Horizontalverteilung im See beobachtet, bestimmt durch Windexposition und infolgedessen durch Unterschiede in der Korngrößenverteilung des Sediments (Schiemer 1978a; c; Wolfram 1996). Die vorherrschenden Taxa sind *Tanytus punctipennis* und *Procladius* sp. (Chironomidae), *Macrothrix hirsuticornis* (Anomopoda) und *Limnocythere inopinata* (Ostracoda) (Wolfram 1993).

Zu Beginn der 1990er Jahre untersuchte Wolfram (1996) die sedimentbewohnenden Chironomiden, die im Neusiedler See die vorherrschende Gruppe des Makrozoobenthos darstellen. Die mittlere Abundanz variierte zwischen 17 000 Ind. m⁻² im offenen See und 49 000 Ind. m⁻² in geschützten Buchten, während die Biomasse im Jahresmittel zwischen 0,05 und 1,23 g TM m⁻² betrug. Die jährliche Sekundärproduktion wurde mit 0,55 bis 6,64 g TM m⁻² yr⁻² abgeschätzt, ein im Vergleich zu anderen stehenden Gewässern (Lindegaard 1989) eher niedriger Wert.

Die meisten im offenen See nachgewiesenen Wirbellosen sind typische Vertreter meso- bis eutropher Stillgewässer. Generell ist dieser Teil des Sees jedoch artenarm, sowohl im Zoobenthos als auch im Zooplankton. Eine deutlich höhere Diversität unter den Wirbellosen kennzeichnet die Bereich submerser Makrophyten (unpubl.) und den Schilfgürtel.



Abb. 51. *Leptodora kindtii* (links) ist eine räuberische Art in der Zooplanktongemeinschaft des Neusiedler Sees. Die Larven der Gattung *Chironomus* (rechts) besiedeln vor allem die Weichsedimente am Schilfrand. Fotoquelle links: <http://taxondiversity.fieldofscience.com>, rechts: <http://www.warrenphotographic.co.uk>.

Benthische Wirbellose im Schilfgürtel

Im Gegensatz zum offenen See ist die benthische Lebensgemeinschaft des Schilfgürtels vergleichsweise artenreich. Bislang wurden mehr als 300 Evertebraten-Taxa nachgewiesen. Die höchste Vielfalt ist in Bereichen mit dichter und vielfältiger aquatischer Vegetation gegeben, was den bekannten Zusammenhang zwischen struktureller und biotischer Diversität unterstreicht.

Die Artenzahl innerhalb der einzelnen Großgruppe variiert deutlich, worin sich aber eher die Intensität der Besammlung und faunistischer Studien widerspiegeln dürfte als der tatsächliche Artenreichtum.

tum. Einige Gruppen wie Mollusken (Weichtiere), Libellen und Wasserwanzen sind vergleichsweise gut bekannt (Mahunka 2002). So wurden bis heute 17 Süßwassermollusken im See nachgewiesen. Große Muscheln (Unionidae) fehlen hingegen im See. Die Libellenfauna umfasst seltene und naturschutzfachlich bedeutsame Arten wie die Keilfleck-Mosaikjungfer (*Aeshna isosceles*) und die Große Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*). Besonders hervorzuheben sind Taxa, die als Indikator für den leicht erhöhten Salzgehalt des Sees gelten können, wie *Cordylophora caspia* (Hohltiere) oder die Zuckmückenart *Polypedilum nubifer*.

Im Großen und Ganzen erschöpft sich unser Wissen um die Wirbellosen des Schilfgürtels jedoch in der Faunistik. Rückschlüsse auf den ökologischen Zustand der Litoralzone des Sees und dessen Bedeutung für das gesamte Ökosystem sind hier nicht möglich. Es ist anzunehmen, dass die Artenvielfalt wie auch Abundanz und Biomasse zwischen verschiedenen Habitaten variieren, aber gesicherte Belege dafür gibt es nicht. Einige Arten (darunter auch seltene Natura-2000-Arten unter den Libellen) benötigen offenbar Rohrlacken oder die Kanäle des Schilfgürtels als Lebensraum, andere besiedeln vor allem Schilfgürtelareale, die ausreichend vom offenen See her mit Sauerstoff versorgt sind.

Submerse und emerse Wasserpflanzen

Litoralzonen von Seen mit Makro- und Helophytenbeständen gehören zu den produktivsten Süßwasser-Ökosystemen. In Flachseen können Makrophyten die gesamte Wasserfläche besiedeln oder vollständig fehlen, z.B. als Folge von Eutrophierungsprozessen (Donabaum *et al.* 2004; Scheffer 1998). Wasserpflanzen sind Indikatoren für die Wasserqualität und können umgekehrt diese deutlich beeinflussen, indem sie beispielsweise die Aufwirbelung von Sedimenten unterbinden. Im Neusiedler See wird die Lebensgemeinschaft der Wasserpflanzen durch verschiedene Faktoren in ihrer Zusammensetzung und Verteilung beeinflusst. Zu den wichtigsten gehören die Wassertiefe und die Sichttiefe, welche die Ausbreitung sowohl submerser Makrophyten (Trübe) als auch von Schilf (Wassertiefe) im offenen See einschränken.

Unter den submersen Makrophyten des offenen Sees dominieren das Ährige Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) und das Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*). Beide Arten gingen in den 1970er Jahren nach dem Besatz von Graskarpfen stark zurück, konnten aber ihre Bestände in den letzten Jahren wieder ausdehnen (Richter 2004). Der Schwerpunkt des Vorkommens untergetauchter Wasserpflanzen liegt in den geschützten Bereichen im Nordwesten und im Süden Sees, wo sie oft charakteristische, so genannte Hexenringe ausbilden. Im Schilfgürtel sind andere Arten vorherrschend, z.B. der sich carnivor ernärende Gewöhnliche Wasserschlauch (*Utricularia vulgaris*) oder das Große Nixenkraut (*Najas marina*).

Mehr als die Hälfte (ca. 55%, das sind 171 km²) der Fläche des Neusiedler Sees wird vom emerser Vegetation eingenommen, vor allem Schilf (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.). Die Röhrichbestände umfassen aber auch andere Wasserpflanzen wie *Typha* sp. (Rohrkolben), *Carex* sp. und *Cladium* sp. (Seggen) und *Scirpus* sp. (Simsen) (Márkus *et al.* 2008). Auf österreichischer Seite erreicht der Schilfgürtel eine Breite von bis zu 2 km (auf Höhe der Mündung der Wulka bis zu 4,5 km). In Ungarn nimmt der Schilfgürtel eine deutlich größere Fläche entlang des Ufers ein (mit einer Breite bis >5 km). Seit den 1980er Jahren kommt es jedoch zu einer Degradation von Schilfbeständen (Dinka *et al.* 2010). Dieses Problem ist vor allem im ungarischen Seeteil ausgeprägt: Während in Österreich nur 10% der Schilfbestände degradiert sind, liegt der Anteil in Ungarn bei 30% (Márkus *et al.* 2008; Schmidt & Csaplovics 2011).

Die „patchiness“ in räumlicher und zeitlicher Hinsicht ist in Schilfbeständen ein natürliches Phänomen. Aufgrund der ausgeprägten Fähigkeit von *Phragmites* zur Ausbreitung und Besiedlung geeigneter Habitats, ist nach Störungen zumeist eine rasche Erholung zu erwarten, sofern natürliche Wasserstandsschwankungen gegeben ist. Regelmäßige Schilfernte tendiert zur Ausbildung homogener Schilfbestände. Wasserstandsstabilisierung führt gemeinsam mit internen Prozessen (Akkumulation von organischem Material [abgestorbenes Schilf] auf dem Sediment) und der Schilfernte mit schweren Maschinen zu einem Absterben von Schilf (Dinka & Ágoston-Szabó 2012; Márkus *et al.* 2008). Infolgedessen werden Schilfbestände zunehmend inhomogen. Die Pflanzen in degradierten Beständen werden deutlich kleiner und weisen eine geringere Anzahl von Knoten sowie geringere Internodialabstände auf. Das geringere Wachstum an degradierten Standorten manifestiert sich auch in einer geringeren Anzahl an grünen Blättern (Dinka & Ágoston-Szabó 2012).

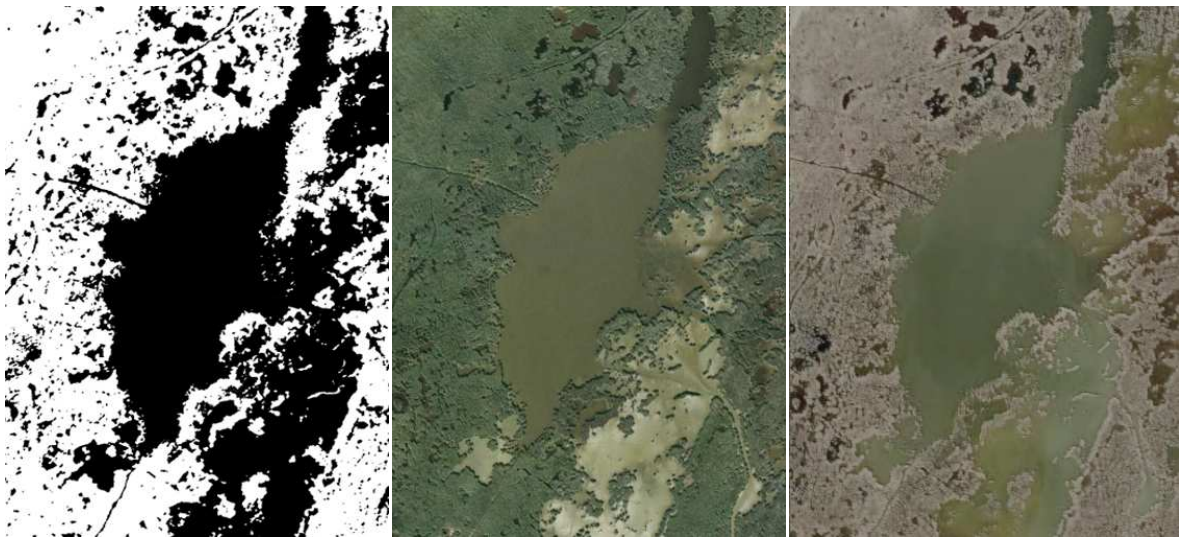


Abb. 52. Der Bereich um den „Ruster Poschn“ nahe Illmitz blieb die räumliche Struktur von Schilfbeständen und Wasserflächen seit den frühen 1990er Jahren weitgehend unverändert. Links: Anfang der 1990er Jahre (bearbeitetes Orthophoto), Mitte: Dezember 2000, rechts: April 2012 (letztere beide aus Google Earth).

Eutrophierung, in vielen Seen der entscheidende Auslöser von Schilfsterben, ist am Neusiedler See kein entscheidender Einflussfaktor auf den Zustand von Schilf (Dinka *et al.* 2010). Aufgrund der vielfältigen morphologischen, biochemischen und phänologischen Veränderungen der Pflanzen – z.B. geringer Halmdichte, Biomasse und Halmlänge, geringerer Blattflächenindex, drei anstatt zwei Generationen innerhalb einer Saison, geringerer Anteil an blühenden Trieben, höhere Rhizom-Halm-Relation, höherer Stickstoff- und Phosphorgehalt (Dinka *et al.* 2010) – führt die Degradation der Schilfbestände letztlich zu einer drastischen Veränderung des Habitats für andere Lebensgemeinschaften. Die anfängliche Zunahme an Heterogenität („patchiness“) bedingt eine verstärkte Lebensraumfragmentierung, möglicherweise aber auch eine Zunahme an Biodiversität.

Stagnierende, hohe Wasserstände lösen gemeinsam mit einem starken Anfall an abgestorbenem Schilf zu einem signifikanten Rückgang des Redoxpotenzials im Sediment und damit zu einer Zunahme der Interstitial-Konzentrationen von Sulfiden, kurzkettigen organischen Säuren, Ammonium und andere Phytotoxinen. An den degradierten Standorten mit abgestorbenem Schilf liegt das Redoxpotenzial im Sediment bei -150 bis -200 mV (Dinka *et al.* 2010). Höhere Wasserstände und ein erhöhter Wasseraustausch zwischen offenem See und Schilfgürtel könnten diesen Effekten entgegenwirken.

Fischökologie und Fischerei

Auf Grundlage der Literatur wurden im Neusiedler See in den vergangenen 150 Jahren 43 Fischarten nachgewiesen. Die heutige Fischartengemeinschaft ist deutlich artenärmer und umfasst rund 20 bis 25 Arten (Wolfram *et al.* 2013). In einer neueren Zusammenfassung von Kárpáti & Fally (2012) werden für den ungarischen Seeteil 18 Arten angeführt (Tabelle 10).

Die wichtigsten Vertreter des offenen Sees sind die planktivoren Arten Laube (*Alburnus alburnus*) und Sichling (*Pelecus cultratus*), die benthivoren Brachse (*Abramis brama*), Güster (*Blicca bjoerkna*) und Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) sowie Zander (*Sander lucioperca*) und Wels (*Silurus glanis*) an der Spitze der Nahrungspyramide. Rotaue (*Rutilus rutilus*), Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Karpfen (*Cyprinus carpio*), Giebel (*Carassius gibelio*), Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), Hecht (*Esox lucius*) und Schleie (*Tinca tinca*) sind die wichtigsten Vertreter der autochthonen Fischfauna am Schilfrand und in den zentralen Teilen des Schilfgürtels.

Tabelle 10. Aktuell im Neusiedler See (AT, HU) und im Unterlauf der Wulka (Wu) vorkommende Fischarten. Nachweise in Österreich nach Wolfram *et al.* (2013) und Wolfram (2013), in Ungarn nach Kárpáti & Fally (2012). Autochthone Arten sind schwarz, allochthone Arten grau gedruckt.

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Ungarischer Name	AT	HU	Wu
Esocidae					
<i>Esox lucius</i> L.	Hecht	csuka	+	+	+
Anguillidae					
<i>Anguilla anguilla</i> (L.)	Aal	angolna	+	+	+
Cyprinidae					
<i>Abramis brama</i> (L.)	Brachsen	dévérkeszeg	+	+	+
<i>Alburnus alburnus</i> (L.)	Laube	szélhajtó kűsz	+	+	+
<i>Aspius aspius</i> L. ²⁾	Schied	balin	(+)		
<i>Barbus barbus</i> (L.) ¹⁾	Barbe	márna	(+)		+
<i>Blicca bjoerkna</i> (L.)	Güster	karikakeszeg	+	+	+
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch)	Giebel	ezüstkárász	+	+	+
<i>Carassius carassius</i> (L.) ³⁾	Karausche	széles kárász	(+)		
<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes)	Graskarpfen	amur	(+)		
<i>Cyprinus carpio</i> L.	Karpfen	ponty	+	+	+
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Cuvier & Valenciennes)	Silberkarpfen	fehér busa	(+)		
<i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel)	Moderlieschen	kurta baing		+	
<i>Pelecus cultratus</i> (L.)	Sichling	garda	+	+	+
<i>Pseudorasbora parva</i> Temminck & Schlegel	Blaubandbärbling	kínai razbóra	+	+	+
<i>Rutilus rutilus</i> (L.)	Rotaue	bodorka	+	+	+
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	Rotfeder	vörösszárnyú keszeg	+	+	+
<i>Tinca tinca</i> (L.)	Schleie	compó	+	+	+
Cobitidae					
<i>Misgurnus fossilis</i> (L.) ⁴⁾	Schlammpeitzger	réti csík	(+)		
Siluridae					
<i>Silurus glanis</i> L.	Wels	harcsa	+	+	+
Percidae					
<i>Gymnocephalus cernua</i> (L.)	Kaulbarsch	vágó durbincs	+	+	
<i>Perca fluviatilis</i> L.	Flussbarsch	csapósügér	+	+	+
<i>Sander lucioperca</i> (L.)	Zander	fogas, süllő	+	+	+
Centrarchidae					
<i>Lepomis gibbosus</i> (L.)	Sonnenbarsch	naphal	+	+	+

¹⁾ Einzelnachweis im Jahr 2009; möglicherweise Irrgast aus dem Wulka-Unterlauf; ²⁾ Einzelnachweise aus den Jahren 2001 und 2010; ³⁾ letzter Nachweis 2002; ⁴⁾ letzter Nachweis in den 1950er Jahren, 2011 neuerlich nahe der Wulkamündung nachgewiesen, vermutlich als Ergebnis jüngster Besatzmaßnahmen auf ungarischer Seite.

Einige Arten wie der Europäische Hundsfisch (*Umbra krameri*), der Bitterling (*Rhodeus amarus*) und der Nerfling (*Leuciscus idus*) besiedelten den See oder die Gräben des Hanság bis in die 1950er Jahre, fehlen aber heute (Mikschi *et al.* 1996). Bis vor kurzem war man davon ausgegangen, dass der Europäische Hundsfisch zur Gänze aus dem Einzugsgebiet verschwunden ist (Sallai 2005), einige Populationen wurden jedoch im Hanság gefunden (András Ambrus pers. Mitt.). Andere Arten wie Barbe (*Barbus barbus*) oder Schied (*Aspius aspius*) sind heute extrem selten wurden in den letzten Jahren wiederbesetzt (Schlammpeitzger, *Misgurnus fossilis*). Die häufigsten exotischen Arten sind der Blaubandbärbling (*Pseudorasbora parva*), der Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*) und der Aal (*Anguilla anguilla*), letzterer allerdings mit abnehmenden Bestandsdichten. Die drei Arten wurden durch Besatz oder über Angler in den See eingebracht und besiedeln vor allem den Schilfgürtel.

Die Fischdichte und -biomasse ist, je nach wechselnden abiotischen Faktoren, ungleich im See verteilt. Die höchste Biomasse findet man in gut strukturierten Bereichen am Schilfrand (mehrere 100 kg/ha), während die Biomasse im offenen nur bei 5–20 kg/ha liegt (Herzig & Dokulil 2001). In den niederschlagsreicheren Jahren Mitte der 1990er Jahre wurde im Schilfgürtel eine Biomasse zwischen 15 und 30 kg/ha ermittelt (Nemeth *et al.* 2003b), allerdings gibt es auch innerhalb des Schilfgürtels deutliche Unterschiede in der Verteilung. Abgesehen von Konnektivität und Zugänglichkeit zu Rohrlacken und Kanälen ist die Sauerstoffkonzentration ein Schlüsselfaktor für Verteilung und Dichte von Fischen im Schilfgürtel (Wolfram *et al.* 2001). Arten mit höherem Sauerstoffbedarf wie Zander und Kaulbarsch besiedeln vor allem die Bereiche nahe dem offenen See. Karausche und Schleie sind vergleichsweise tolerant gegenüber niedrigen O₂-Konzentrationen und haben in Schilfgürtelbereichen, die vom offenen See weiter entfernt sind, einen höheren Anteil am Gesamtfischbestand (Abb. 53).

In jedem Fall sind diese Areale jedoch als Laichplätze oder Nahrungsgründe nur bei hohen Wasserständen erreichbar, wie dies Mitte der 1990er Jahre und um diese Jahre 2012/2013 gegeben war. Mit niedrigen Wasserständen kann es dazu kommen, dass Fische in gewissen Bereichen eingeschlossen werden und zur Beute von fischfressenden Vögeln werden (Nemeth *et al.* 2003b).

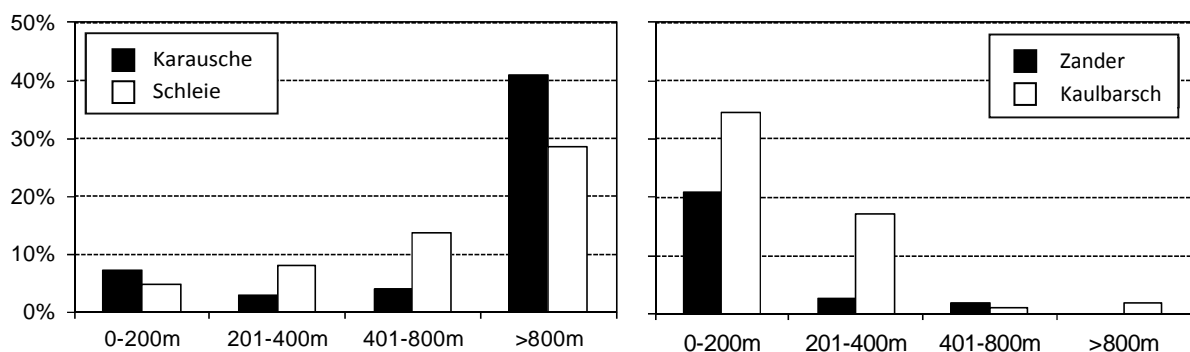


Abb. 53. Horizontalverteilung ausgewählter Fischarten im Schilfgürtel des Neusiedler Sees in Abhängigkeit von der Entfernung zum offenen See. Die y-Achse zeigt den mittleren relativen Anteil am Gesamtfang (Zeitraum: 1994–1996; aus Wolfram *et al.* (2001)).



Abb. 54. Sichling (A) und Laube (B) sind die vorherrschenden Fischarten im offenen Bereich des Neusiedler Sees, während Flussbarsch (C) und Schleie (D) zwei typische Schilfgürtel-Bewohner repräsentieren. Fotoquellen A: www.focusnatura.at, B: www.hlasek.com, C & D: G. Wolfram.

Während des letzten Jahrhunderts erfuhr die Fischgemeinschaft einschneidende Veränderungen, vor allem durch die fischereiliche Nutzung und eingeschleppte Fischarten (Blaubandbärbling, Sonnenbarsch). Einer der gravierendsten Eingriffe in die autochthone Fischfauna war der Aalbesatz ab Mitte des 20. Jahrhunderts. Er führte zum lokalen Aussterben kleinwüchsiger Fischarten wie Hundsfisch und Schlammpeitzger. Infolge des Besatzstopps von Glasaalen Ende des 20. Jahrhunderts (in Ungarn ab 1982) gehen nunmehr auch die Aalbestände langsam zurück. Die lokal ausgestorbenen Arten wie der Schlammpeitzger wurden jüngst auf ungarischer Seite wieder besetzt.

Eine weitere entscheidende Veränderung der Fischartengemeinschaft im 20. Jahrhundert war die Eutrophierung in den 1970er Jahren. Die Verschiebungen in den trophischen Beziehungen zwischen Zooplankton und Fischen sind bis heute spürbar (Herzig & Dokulil 2001).

Vorübergehende Veränderungen in der Häufigkeitsverteilung der Fischarten waren in den letzten beiden Jahrzehnten infolge der ausgeprägten Wasserstandsschwankungen zu beobachten. So kam es bis zum Jahr 2003, als der Schilfgürtel mehr oder weniger trocken lag, zu einem sukzessiven Rückgang typischer Bewohner des Schilfgürtels wie Flussbarsch, Hecht, Rotfeder und Schleie. Mit steigenden Wasserständen bis 2009 nahmen aber deren Bestände wieder zu und erholten sich (Wolfram *et al.* 2013). Ähnliche, wenn nicht noch stärkere Bestandsschwankungen sind aus den 1920er/1930er-Jahren bekannt (Hacker 1979b).

Sallai *et al.* (2009) fassten die Entwicklung der Fischbestände und die Verschiebungen in der Artenzusammensetzung für den Ungarischen Teil des Neusiedler Sees zusammen. Die Veränderungen seit Anfang des 20. Jahrhunderts spiegeln sich in den Fischausfängen wider (Abb. 55). Während in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts Karpfenfische und Hecht den Großteil der Fänge ausmachten, waren Aal und andere besetzte und eingeschleppte Arten (z.B. Graskarpfen, Giebel) mit mehr als der Hälfte der Fänge gegen Ende des 20. Jahrhunderts vorherrschend. Abseits der Ausfänge wurden oft auch Fischsterben beobachtet, die letztlich auf starke Seiche-Bewegungen zurückgeführt wurden.

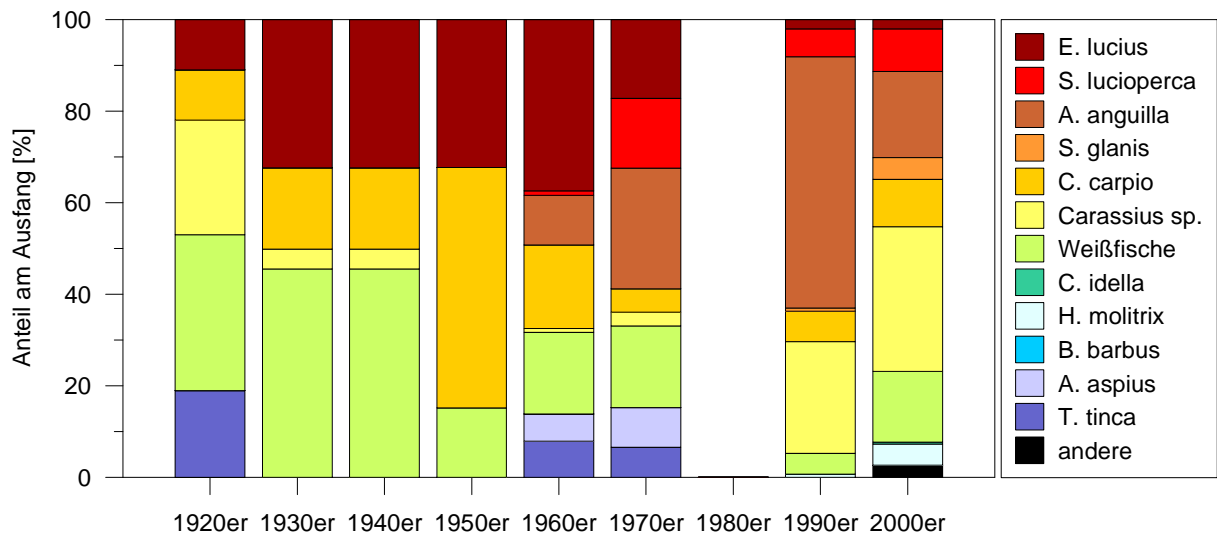


Abb. 55. Anteile von Fischarten an den Jahresausfängen im ungarischen Teil des Neusiedler Sees seit den 1920er Jahren. Lateinische Namen der Fischarten siehe Tabelle 10. Quelle: Sallai *et al.* (2009).

Bis in die 1990er Jahre war die Fischerei am Neusiedler See stark auf den Aal ausgerichtet, der seit den 1950er Jahren in großer Zahl besetzt wurde. Viele Jahre war der Export von Aal nach Deutschland ein lukratives Geschäft für die Berufsfischerei. Generell wurde der Fischbesatz im Neusiedler See in der Regel gemeinsam von ungarischen und österreichischen Fischern organisiert. Aalbesatz erfolgte auf österreichischer Seite, die anderen Arten (Hecht, Zander, Karpfen, Graskarpfen, Schleie und Wels) auf ungarischer Seite. Der Höhepunkt der Berufsfischerei waren die 1970er Jahre, als jährlich bis zu 4 Mio. Glasaalen ausgesetzt wurden; der Jahresausfang erreichte 160 t (Herzig *et al.* 1994).

Mit der Errichtung des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel wurde die Fischerei in der Naturzone des See beendet. Im zentralen und nördlichen Teil des Sees richtete sich die Fischerei nach der Aal-Bewirtschaftung wieder stärker auf Karpfen, Hecht und Zander aus. Diese Umstellung erfolgte mit finanzieller Unterstützung von Bund und Land Burgenland. In den 1990er Jahren lag der jährliche Ausfang an Aal bei rund 50 t, der Jahresausfang von Zander, Hecht und Karpfen zusammen bei rund 10 t.

Heute gibt es in Österreich noch rund 15 Berufsfischer, während Anfang des 20. Jahrhunderts am gesamten See etwa 40 bis 50 Berufsfischer arbeiteten. Am Höhepunkt der Fischerei nach dem 2. Weltkrieg gab es im österreichischen Teil des Neusiedler Sees 70 Berufsfischer (Soja *et al.* 2012b). Auf ungarischer Seite hatte die Sport- und Berufsfischerei aufgrund der Größe der schilfbedeckten See- fläche nie diesen Stellenwert wie in Österreich. Zwischen den 1950er und 1990er Jahren mag die unmittelbare Nähe zum Eisernen Vorgang die Bedeutung der Fischerei im ungarischen Seeteil weiter verringert haben. Heute sind etwa 4 bis 5 Personen in Ungarn im Bereich der Fischerei tätig, allerdings eher als Zusatzeinkommen aus einer Nebenbeschäftigung.

Das Fischereirecht gehört in Ungarn dem Nationalpark Fertő-Hanság bzw. der Nord-Transdanubischen Wasserwesensdirektion und betrifft ein Areal von 1744 ha. Aufgrund der Ausdehnung des Schilfgürtels sind jedoch nur 1250 ha fischereilich nutzbar (vor allem die Kanäle, Abb. 56). Neben der Kontrolle des Fischbesatzes mit nicht-heimischen Arten gilt das Augenmerk der Nationalparkdirektion dem Schutz spezieller bzw. Ursprünglicher Fischereimethoden in der Region. In Österreich liegt das Fischereirecht bei den Esterhazy Betrieben; Pächter ist der Burgenländische Fischereiverband (<http://www.fischereiverband-neusiedlersee.at/>).



Abb. 56. Fischreusen in einem ungarischen Schilfkanal. Foto: ÉDUVIZIG, Hacpai.

3.3.3 Wissensstand und Informationsdefizite

Mikrobielle Ökologie

Unser Wissen über die meisten heterotrophen Mikroorganismen ist sehr gering. Die bakterielle Produktion im See und dem Schilfgürtel wurde schon zu Beginn der 1970er Jahre gemessen (Dokulil 1975b; Dokulil 1984). Auch die bakteriellen Gemeinschaften im Wasser und im Sediment des Sees wurde auch verglichen (Dokulil 1975a). Mikrobiologische Sedimentuntersuchungen sind jedoch sehr rudimentär.

In Ungarn wurden einige Studien durchgeführt, die die planktischen und die mit dem Schilf im Biofilm assoziierten bakteriellen Gemeinschaften des Schilfgürtels im Fokus hatten (Borsodi *et al.* 2005; Borsodi *et al.* 1998; Borsodi *et al.* 2003; Farkas *et al.* 1989; Langó *et al.* 2002). Ágoston-Szabó *et al.* (2006) untersuchten den Schilfabbau im Neusiedler See durch Pilze und Bakterien. Reitner *et al.* (1997a), Reitner *et al.* (1997b) und Reitner *et al.* (1999) zeigten, dass die bakterielle Produktion im See hauptsächlich durch abgestorbenes Schilf („litter“) versorgt wird. Studien über die Zusammensetzung der bakteriellen Gemeinschaften im Schilf und im offenen See mit neuen molekularbiologischen Techniken (Next Generation Sequencing) würden eine äußerst interessantes Forschungsziel darstellen.

Noch weniger ist bekannt über Protozoen, vor allem heterotrophe Nanoflagellaten und Ciliaten (Schönberger 1994; 2000). Ciliaten wurden hier im offenen See und dem Schilfgürtel verglichen. Generell wurden Protozoen aber nie als essenzielles Element der mikrobiellen Schleife („Microbial Loop“; (Amblard *et al.* 1995)) im Neusiedler See berücksichtigt, obwohl diese den Schlüsselweg des Abbaus organischen Materials und der Remineralisierung von anorganischen Nährstoffen in Gewässern darstellt.

Die ökologische Rolle von Viren und insbesondere Bakteriophagen wurde bis dato völlig ignoriert. Bakteriophagen spielen eine wichtige Rolle bei der Mortalität der Bakterien und folglich auch beim Zyklus des organischen Materials und bilden mit den Bakterien die sogenannte virale Schleife („viral

loop“ (Weinbauer 2004)). Zu diesem Thema gibt es aber für den Neusiedler See keine einzige Publikation.

Zusammenfassend wurde die ökologische Rolle der meisten Mikroorganismen-Gruppen für die Material und Energieflüsse des Neusiedler Sees völlig unzureichend untersucht. Die dauerhafte Erhaltung dieses flachen Gewässers kann jedoch nicht erfolgreich verstanden werden, ohne das fundamentale Wissen über die Beiträge der gesamten mikrobiellen Gemeinschaft.

Phytoplankton und Phytobenthos

Frühe floristische Aufnahmen vom Neusiedler See gibt es seit der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Umfassendere Studien wurden ab Ende der 1960er Jahre durchgeführt (Geitler 1970; Höfler & Fetzmann 1959; Kusel-Fetzmann 1974; Kusel-Fetzmann 1979; 2002).

Quantitative Daten zum *Phytoplankton des offenen Sees* existieren auf österreichischer Seite seit den 1970er Jahren. Während in der Anfangszeit eine hohe zeitliche Auflösung der Probenahmen verfolgt wurde (wöchentlich bis zweiwöchentliche Aufnahmen), wurde das Programm in den letzten Jahren in Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie auf vier Termine pro Jahr zurückgeschraubt. Auch vom offenen Seebereich auf ungarischer Seite gibt es Langzeitdaten zum Phytoplankton. Die meisten Daten sind über wissenschaftliche Publikationen oder Berichte zugänglich (Dokulil & Padisák 1991; 1993; 1994; Dokulil & Herzig 2009; Nesweda 2010; Padisák 1981; Wolfram *et al.* 2011). Sie bieten einen umfassenden Überblick über das Phytoplankton des Freiwassers. Die Algengemeinschaften des Schilfgürtels sind weit weniger gut untersucht, wenngleich es zumindest einige Studien aus den großen Rohrlacken im ungarischen (Padisák 1983; 1993b; c; Somogyi *et al.* 2010) wie auch im österreichischen Teil des Schilfgürtels gibt (Dokulil 1973; 1975b).

Aus den jüngeren Jahren gibt es zahlreiche unpublizierte Datenserien des Landes Burgenland bzw. des Bundes (Monitoring nach Gewässerzustandsüberwachungsverordnung GZÜV) und des Limnologischen Instituts Balaton. Nicht verfügbar sind Langzeit-Daten zu den Unterwasser-Lichtbedingungen, obwohl dies der entscheidende Einflussfaktor auf die Phytoplankton-Biomasse ist. Die Lichtverhältnisse im offenen See und im Schilfgürtel sind primär von der anorganischen Trübe und dem gelösten organischen Material (Huminstoffe) abhängig. Aus dem ungarischen Seeteil sind zu diesem Aspekt nur Sichttiefe-Messungen verfügbar, und im Detail sind die Kausalzusammenhänge zumindest im Schilfgürtel nicht hinreichend bekannt.

Zu den *benthischen* und *epiphytischen Algen* gibt es aus dem offenen See wenig Informationen (Buczko 1989; Geitler 1970; Khondker & Dokulil 1988), und noch schlechter ist der Wissensstand zu Aufwuchsalgen im Schilfgürtel (Padisák 1982). Zu diesen Lebensgemeinschaften gibt es kein Routine-Monitoring.

Zooplankton

Nach frühen faunistischen Arbeiten wurden umfassende quantitative Erhebungen zum Zooplankton des offenen Sees erst durch Alois Herzig in den 1970er Jahren während des International Biologischen Programms (IBP) initiiert. Im Schilfgürtel gibt es zwar auch Zooplankton-Untersuchungen, allerdings in deutlich geringerem Umfang (Forró 1990; Forró & Metz 1987). Eine durchgehende Datenreihe liegt, wie beim Phytoplankton, ab den 1970er für den offenen See vor (Akbulut Emir 2000; Dokulil & Herzig 2009; Herzig 1979; 1980a; b; 1987; 1994; 1995; Herzig & Auer 1990). Derzeit werden

die Zooplankton-Analysen allerdings eher auf Basis privater Initiative durchgeführt und nicht im Rahmen eines offiziellen Monitorings.

Auf ungarischer Seite gibt es spärliche Daten zu Rädertieren (Varga 1926; 1929; 1934) und Micro-Crustaceen (Andrikovics *et al.* 1988; Andrikovits *et al.* 1988; Daday 1890; 1891; Kiss 2007). Einige Studien (Kiss 2007; Ponyi & Dévai 1979) beschäftigten sich mit dem Vergleich der Crustaceen-Fauna verschiedene Lebensräume (offener See, Schilfgürtel, Kanäle, Rohrlacken). Als typische alkaliphile Art unter den Kleinkrebsen ist aus diesen Studien *Arctodiaptomus spinosus* bekannt. Ob es weitere Soda-Spezialisten gibt, muss im Zuge intensiverer qualitativer und quantitativer Aufnahmen geprüft werden.

Zoobenthos

Das IBP initiierte auch erstmals quantitative Aufnahmen benthischer Wirbelloser im Neusiedler See. Frühe Studien beschäftigten sich vorrangig mit dem Zoobenthos des offenen Sees (Jungwirth 1979a; Schiemer 1978a; c; 1979; Schiemer *et al.* 1969). Einzelne Organismengruppen wurden neuerlich in den 1990er Jahren untersucht (Salbrechter 2001; Wolfram 1993). Seit damals gibt es jedoch im österreichischen Seeteil keinerlei benthologische Studien.

Zu Wirbellosenfauna des Schilfgürtels in Österreich liegen wenige Publikationen aus den 1970er (Imhof 1966; 1971; 1979) und 1990er Jahren vor (Eschner 1992; 1995; Eschner & Waitzbauer 1995), letztere mit einem Schwerpunkt auf Weichtieren. In Ungarn besteht vor allem zwischen verschiedenen Tiergruppen ein starkes Ungleichgewicht, was den Wissensstand betrifft. Vergleichsweise gut untersucht sind Weichtiere (Mollusca), Libellen (Odonata) und Wasserwanzen (Heteroptera), wohingegen es nur wenige Informationen zu Wasserkäfern (Coleoptera) oder Köcherfliegen (Trichoptera) gibt. Zur der letztgenannten Gruppen beruhen die vorhandenen Daten vorwiegend auf Adultfängen, das Arteninventar ist daher unzureichend bekannt. Noch schlechter ist die Datenlage zu den Wenigborstern (Oligochaeta), Egel (Hirudinea), Höheren Krebsen (Malacostraca), Eintagsfliegen (Ephemeroptera) und Zweiflügler (Diptera) des Schilfgürtels (Andrikovics 1979; 1981; Andrikovics *et al.* 1982; Andrikovits *et al.* 1988; Mahunka 2002). So sind zum Beispiel nur vier Chironomidenarten aus dem Ungarischen Schilfgürtel (und einige weitere von Schilfbeständen in Österreich) bekannt, obwohl die Zuckmücken in vielen aquatischen Lebensräumen eine der wichtigsten Tiergruppen ist.

Somit ist zusammenfassend festzuhalten, dass quantitative Daten und ökologische Angaben zur makrozoobenthischen Lebensgemeinschaft des offenen Sees nur sehr eingeschränkt vorhanden sind und im Schilfgürtel weitgehend fehlen. Etwas mehr in die Tiefe gehend waren die benthologischen Untersuchungen von Andrikovics (1981) an ausgewählten Teillebensräumen wie den Beständen submerser und emerser Makrophyten, doch diese Befund liegen lang zurück und teilweise heute nicht mehr relevant, da die Makrophytenbestände seit den 1970er/80er Jahren zumindest teilweise zurückgegangen sind. Das Zoobenthos im Bereich des abgestorbenen Schilfs („reed litter“) wurde im Neusiedler See zwar untersucht (Varga 1998; 2001; 2002; 2003; Varga & Berczik 2001), aber ohne Bezug zu ökologischen Prozessen. Was vor allem fehlt, sind Informationen zur Beziehung der makrozoobenthischen Gemeinschaften im offenen See und im Schilfgürtel sowie zur benthischen Sekundärproduktion der verschiedenen Teillebensräume wie Freiwasserbereiche, Kanäle, Schilfbestände und Rohrlacken. Hier sind dringend entsprechende Untersuchungen erforderlich, um unsere Wissenslücken in Hinblick auf ein tieferes Verständnis der funktionalen Zusammenhänge im Ökosystem Neusiedler See zu schließen.

Submerse Makrophyten und Schilf

Die ersten quantitativen Aufnahmen submerser Makrophyten wurden von P. Weisser, M. Prosser und F. Schiemer im österreichischen Seeteil durchgeführt (Schiemer 1978b; Schiemer & Prosser 1976; Schiemer & Weisser 1972; Weisser 1970). Burian & Sieghardt (1979) untersuchten die Primärproduzenten im Schilfgürtel, Maier (1979) im Speziellen die Primärproduktion von Wasserschlauchbeständen (*Utricularia*). Dokulil (2009) fasste die Produktionsdaten zusammen und versuchte eine Abschätzung der Anteile der verschiedenen Pflanzengesellschaften an der gesamten Primärproduktion im Neusiedler See.

Eine neuere Aufnahme submerser Makrophyten im Zeitraum 1998 bis 2000 stammt von Richter (2004) und deckte den österreichischen und teilweise auch den ungarischen Seeteil ab. Die jüngste Kartierung wurde 2010 und 2011 von Pall *et al.* (2013) im offenen See und im Schilfgürtel auf österreichischer Seite durchgeführt. Auf ungarischer Seite ist der Kenntnisstand geringer und oft auf floristische Details beschränkt (Ráth 1990).

Fischökologie und Fischerei

Historische Daten zur Fischfauna des Neusiedler See stammen aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, vereinzelt sind auch von davor Informationen vorhanden. Die ersten quantitativen Daten wurden in den 1970er und Anfang der 1980er Jahre erhoben (Hacker 1974; 1979a; Hacker & Meisriemler 1974; Meisriemler 1974; Waidbacher 1984).

In der ersten Hälfte der 1990er Jahre wurden in Österreich zwei umfangreiche fischökologische Studien durchgeführt, aus denen mehrere Diplomarbeiten und Dissertationen hervorgingen. Sie stellten Vorarbeiten für die Schaffung eines Nationalparks dar. Diese Studien konzentrierten sich zunächst auf die Fischgemeinschaft des offenen Sees (Auer 1995; Hain 2002; Herzig *et al.* 1994; Wais 1993). Später wurden die Arbeiten auf die Fischarten des Schilfgürtels ausgedehnt (Mikschi *et al.* 1998; Wolfram-Wais *et al.* 1999; Wolfram *et al.* 2001). Mikschi *et al.* (1996) bewerteten die Langzeitentwicklung der Fischgemeinschaft, Nemeth *et al.* (2003b) die Interaktionen zwischen Fischen und piscivoren Vögeln. In den 1990er Jahren folgten von Schabuss *et al.* (2005) Untersuchungen zur Fischparasitologie.

Den umfangreichen Studien der 1990er Jahre folgte 1998–2010 ein stark reduziertes Monitoring im Rahmen des Nationalparkforschung (Draštík & Kubečka 2011; Herzig & Kubečka 2001; Herzig *et al.* 2002; Herzig & Wolfram 2000; Kubečka *et al.* 2011; Wolfram *et al.* 2010a; b). Diese Arbeiten mussten zwar aus finanziellen Gründen vorübergehend 2011 eingestellt werden, für den Zeitraum 2012–2015 wurde jedoch ein neues Projekt beauftragt, das auf den Zander als Fischart von hohem wirtschaftlichem Interesse sowie auf die Nahrungsbeziehungen im Freiwasser des Neusiedler Sees fokussiert (Wolfram *et al.* 2013).

Auf ungarischer Seite ist die Datenlage weniger gut als in Österreich. Bis heute gibt es keine Beschreibung der Entwicklung der Fischfauna, welche grenzüberschreitend den gesamten See abdeckt und insbesondere auch die Fangzahlen der Berufsfischer mit berücksichtigt. Für den See als gesamtes Ökosystem liegt bis heute keine Untersuchung zur Fischökologie und Fischerei vor.

EU-Wasserrahmenrichtlinie und ökologischer Zustand

Unter den vier biologischen Qualitätselementen (BQE) gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie steht uns ein Bewertungsverfahren für das Phytoplankton aus Österreich (Wolfram *et al.* 2011) und aus Ungarn (Padisák *et al.* 2006) zur Verfügung. Diese Methoden wurden jedoch weder international interkalibriert noch auf bilateraler Basis abgeglichen.

Für die drei anderen BQE (Makrophyten, Wirbellose und Fische) wurden in keinem der beiden Länder WRRL-konforme Methoden entwickelt. Eine Bewertung des ökologischen (und chemischen) Zustands erfolgt in den letzten Jahren durch die Österreichisch-Ungarische Gewässerkommission. Derzeit wird der ökologische (wie auch der chemische) Zustand als gut angesehen, allerdings beruht diese Bewertung teilweise auf Experteneinschätzung.

Resümee

In floristischer und faunistischer Hinsicht ist der Neusiedler See recht gut untersucht, quantitative Daten gibt es hingegen nur für einige Gruppen. So gibt es Langzeitdatenreihen und quantitative Daten aus den letzten Jahren für das Phyto- und Zooplankton des offenen Sees, aber auch für die Fischartengemeinschaft entlang des Schilfrands. Deutlich weniger ist zu mikrobiellen und benthischen Lebensgemeinschaften bekannt.

Die Wissenslücken betreffen vor allem die Interaktionen auf trophischer Ebene und zwischen verschiedenen Teillebensräumen wie dem offenen See, dem Schilfgürtel und den Seerandgebieten. Einen Ausgangspunkt für künftige Forschungsprogramme stellen die Untersuchungen zu den Beziehungen zwischen Zooplankton und Fischen (Herzig 1980a; 1992; 1994), zwischen benthischen Wirbellosen und Fischen (Wolfram-Wais *et al.* 1999) sowie zwischen Fischen und piscivoren Vögeln dar (Nemeth *et al.* 2003b).

3.3.4 Konflikte, Bedrohungen und Potenziale

Eine direkte Konnex besteht naturgemäß zwischen aquatischen Lebensgemeinschaften und den hydrologischen und physikalisch-chemischen Rahmenbedingungen. So führte in der Vergangenheit ein Übermaß an Nährstofffrachten zu erhöhter Produktivität beim Phyto- und Zooplankton und zu Verschiebungen in den biotischen Interaktionen, die bis heute spürbar sind. Ob auch terrestrische Lebensgemeinschaften (z.B. die piscivoren Schreitvögel) durch die Eutrophierung betroffen waren, ist unklar, ist aber durchaus plausibel zu vermuten.

Ein erhöhtes trophisches Niveau im See kann nicht eine entsprechend Steigerung der Biomasse und Verschiebung in der Artengemeinschaft aquatischer Pflanzen und Tiere nach sich ziehen, sondern auch das Überleben bzw. die Persistenz von Fäkalindikatoren und damit die Badewasserqualität beeinflussen (so genannte „Biostabilität“).

Sport- und Berufsfischerei sind letztlich von der ökologischen Integrität des Ökosystems abhängig, doch gibt unzweifelhaft auch ein Konfliktpotenzial zwischen dem wirtschaftlichen Nutzungsanspruch und ökologischen bzw. Naturschutz-Anforderungen. Als Beispiel sei das Brittelmaß für wirtschaftlich relevante Fischarten angeführt. Eine Verbesserung der aktuellen Situation wäre sicherlich allein durch einen vertieften Erfahrungs- und Informationsaustausch zwischen Fischökologen und Fischern

zu erreichen. Ein hilfreicher und wichtiger Startpunkt könnte eine Analyse der Besatz- und Fangzahlen der Berufsfischer sein, die auch für die Wissenschaft von großem Wert wäre.

Strukturelle Veränderungen im Schilfgürtel sind kritisch und potenziell negativ in ihren langfristigen Auswirkungen auf aquatische Lebensgemeinschaften, sei es indirekt über Veränderungen der Nährstoffverhältnisse, sei es direkt durch den Verlust von Habitaten infolge von Verlandungsprozessen. Durch das Zuwachsen von Kanälen und die zunehmende Trennung der Freiwasserzone vom Schilfgürtel durch einen dichten Schilfrandbereich können Laichplätze für Fische verloren gehen. Ob auch die derzeitige Schilferntemethode negative Auswirkungen auf die aquatischen Lebensgemeinschaften hat, ist ungewiss (Dinka *et al.* 2010), allerdings gibt es Hinweise, dass der Stopp der Schilfernte auf ungarischer Seite in den letzten Jahren negative Effekte auf die aquatischen Lebensgemeinschaften nach sich gezogen hat.

Negative Auswirkungen auf Fauna und Flora infolge der langfristigen Wasserstandsschwankungen sind nicht zu erwarten. Es ist sogar denkbar, dass niedrige Wasserstände über mehrere Jahre hinweg einen Anstieg des Salzgehalts nach sich ziehen; der See würde sich dadurch den Bedingungen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts annähern. In Hinblick auf die physikalisch-chemischen Verhältnisse könnte man darin eine Annäherung an die Referenzbedingungen (im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie) sehen. Die Geschichte hat letztlich auch gezeigt, dass selbst eine völlige Austrocknung des Sees, wie zuletzt in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, keine nachhaltige Schädigung des Ökosystems nach sich gezogen hat. Im Laufe der letzten paar Tausend ist der See mehrmals ausgetrocknet (Herzig & Dokulil 2001); es scheint, dass die Lebensgemeinschaften an diese Extrembedingungen angepasst sind.

Potenziell sind jedoch ökologische Probleme infolge einer Zuleitung von Wasser aus anderen Einzugsgebieten möglich. Die Referenzbedingungen des Neusiedler Sees lassen sich am besten durch die periodischen Fluktuationen von Wasserstand und Chemismus beschreiben, das bedeutet damit auch der Wechsel von Verlusten und Zugewinnen bei Populationen, welche unterschiedliche ökologische Nischen einnehmen. Eine weitere Stabilisierung des Wasserstands und eine Verringerung der zeitlichen Variabilität im Chemismus stünde dieser Grundcharakteristik des Sees entgegen. Eine Zuleitung zum Neusiedler See mit Fremdwasser aus der Donau oder Raab könnte demnach negative Effekte auf Chemismus haben, aber auch die Einwanderung invasiver Arten mit Gefährdung der gewässertypischen Artengemeinschaft fördern. In Hinblick auf die Wasserqualität (Dinka *et al.* 2004; Wolfram & Herzig 2013) und damit verbundene sozio-ökonomische Ziele mag eine Wasserzuleitung aus anderen Einzugsgebieten gerechtfertigt sein. Aus limnologischer Sicht ist eine solche Maßnahme aber eher abzulehnen (Wolfram *et al.* 2004b).

3.3.5 Grenzüberschreitende Perspektive

Auf wissenschaftlicher Ebene gibt es seit vielen Jahren einen Wissens- und Erfahrungsaustausch zwischen ungarischen und österreichischen Experten. Dennoch werden immer noch manche Forschungsarbeiten und Managementmaßnahmen durchgeführt, ohne dass die jeweils andere Seite davon Kenntnis hat. Der limnologische Kenntnisstand ist daher heute in Österreich und Ungarn, je nach biologischem Qualitätselement und Habitat, nicht immer deckungsgleich. Zum Teil dürfte dies aber auch schlicht darauf zurückzuführen sein, dass der Großteil des offenen Sees in Österreich liegt, während die Seefläche in Ungarn vorwiegend von Schilf eingenommen wird.

Die Bewertung der Wasserqualität und des ökologische Zustands wird von der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission vorgenommen, allerdings geht nur ein kleiner Teil der vorhandenen limnologischen Daten in die Jahresberichte der Kommission ein. So wurden in den letzten Jahren nur das Phytoplankton und chemische Daten in der ökologischen Bewertung des Neusiedler Sees berücksichtigt.

Der Besatz von Aal, Karpfen, Hecht und Zander wurde lange Jahre gemeinsam von ungarischen und österreichischen Berufsfischern organisiert, doch diese Zusammenarbeit ist heute nicht mehr existent, und es fehlt ein Konzept für ein grenzüberschreitendes Fischereimanagement. Auch zwischen Fischökologen und Berufsfischern gibt es kaum einen Informationsaustausch betreffend Fischbesatz, Ausfänge und Bestandssituation. Vieles läuft heute auf nationaler Ebene (ohne formelle oder informelle Kooperation), dringend geboten wäre jedoch ein neuer Weg in Richtung gemeinsamer Forschung und bilateral abgestimmtem Management.

3.3.6 Sektorale Ziele und Vorschläge für Maßnahmen

Ziele	Z1	Erhaltung des guten ökologischen Zustands (Biologische Qualitätselemente)
	Z2	Erhaltung der natürlichen räumlichen und zeitlichen Variabilität von Biodiversität, Abundanz und Produktivität
	Z3	Biologische Prozesse sollen weitgehend ungestört ablaufen
Maßnahmen	M1	Keine anthropogenen Eingriffe in die Naturzone des Nationalparks (wenn nicht aus Naturschutz- oder limnologischen Gründen gerechtfertigt)
	M2	Verhinderung der Einwanderung exotischer Arten;
	M3	Nachhaltige Nutzung von Ressourcen in der Fischerei und bei der Schilfernte;
	M4	Vertiefte Zusammenarbeit von Wissenschaft und Berufsfischerei
	M5	Ausarbeitung gemeinsamer Fischerei- und Schilferntekonzepte
Ziele	Z3	Bereitstellung abgesicherter und bilateral abgestimmter Daten für Gewässermanagement und Forschung
	Z4	Bereitstellung von Daten und Informationen für die Öffentlichkeit
Maßnahmen	M6	Etablierung eines gemeinsamen österreichisch-ungarischen Monitoringprogramms mit gemeinsamen Berichten zur Wasserqualität und zum ökologischen Zustand
	M7	Bilaterale Interkalibrierung vorhandener Bewertungsmethoden (Phytoplankton, physikalisch-chemische Parameter) und Entwicklung neuer Bewertungsmethoden für die übrigen Qualitätselemente
	M8	Gemeinsame Forschungsprojekte mit besonderer Berücksichtigung der Informationsdefizite (siehe Box am Ende des Kap. 3)
	M9	Einrichtung einer gemeinsamen Website mit Monitoringergebnissen, Forschungsberichten und wissenschaftlichen Arbeiten, mit Download-Option für die Öffentlichkeit
	M10	Ergänzung künftiger limnologischer Berichte und Studien um eine Zusammenfassung in Englisch und der nationalen Sprache des jeweils anderen Landes (Deutsch/Ungarisch)

3.4 Mikrobiologie und Hygiene

Alexander KIRSCHNER, Alois HERZIG, Károly PÁLFFY, Georg WOLFRAM

3.4.1 Betrachtungsraum

Der Betrachtungsraum ist der Neusiedler See, der bei einem Höchstwasserstand von 116,0 m ü.A. überflutet ist. Hinzu gehören aber auch noch die Hauptzuflüsse, die die Wasserqualität des Sees signifikant beeinflussen können, da diese als Vorfluter von Abwasserreinigungsanlagen dienen. Diese sind vor allem die Wulka, aber auch seenahe Kanäle des Seewinkels, wie z.B. der Golser Kanal (siehe auch Abb. 42 und Abb. 43).

3.4.2 Charakteristik und Status Quo

Der Neusiedler See ist der flächenmäßig größte See Österreichs und wird für Freizeitaktivitäten intensiv genutzt. Insgesamt 7 offizielle EU Badestellen befinden sich auf der Österreichischen Seite des Sees, nämlich die Seebäder in Mörbisch, Rust, Breitenbrunn, Neusiedl, Weiden, Podersdorf und Illmitz. Auf ungarischer Seite gibt es eine EU Badestelle (Tavi-Vizitelep, Fertőrákos-Bucht). Diese Stellen müssen basierend auf der EU-Badegewässerverordnung (EU-Badegewässerrichtlinie 2006) regelmäßig mikrobiologisch-hygienisch überwacht werden, sowie die Ergebnisse der Untersuchungen öffentlich zugänglich gemacht werden. Zusätzlich zu den genannten offiziellen Badestellen sind Bade- bzw. Freizeitgäste (Segler, Surfer) bzw. Personen mit beruflichem Hintergrund (z.B. Fischer) auch an anderen Stellen des Sees zu finden und kommen mit dem Wasser in direkten Kontakt. Somit ist es von behördlichem Interesse, auch über die außerhalb der EU-Badestellen befindlichen Bereiche gesicherte und umfassende Informationen über den mikrobiologisch-hygienischen Zustand des Sees zu erheben.

Prinzipiell beruhen die durchgeführten Untersuchungen auf der Abschätzung des Eintrags von Bakterien (*Escherichia coli*, und Enterokokken) aus externen fäkalen Quellen, hauptsächlich menschliche Abwässer bzw. Landwirtschaft. Zusätzlich zum anthropogenen Einfluss ist auch eine natürliche Hintergrundbelastung aus den fäkalen Einträgen von Tieren (vor allem von Wasservögeln, aber auch anderen Bewohnern des Sees und dessen Einzugsgebiet; Abb. 57) vorhanden. Die Konzentration fäkaler Indikatoren ist dabei im Regelfall mit der Auftrittswahrscheinlichkeit von pathogenen Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Parasiten) korreliert.

Hygienische Daten der ungarischen EU Badestelle des Neusiedler See (Fertőrákos Bucht) zeigen sowohl für *E.coli* und fäkale Enterokokken großteils ausgezeichnete Badewasserqualität (Abb. 57). Auch alle EU Badestellen auf österreichischer Seite besitzen zumindest ausreichende bzw. gute, die überwiegende Anzahl davon ausgezeichnete Badewasserqualität (Wissensstand Oktober 2013, Daten nicht gezeigt, cf <http://www.ages.at/>).

Die spezielle Beschaffenheit des Neusiedler Sees (hoher pH-Wert, leichter Salzgehalt, hohe Sommertemperaturen) ermöglicht aber auch die Vermehrung speziell an dieses Milieu angepasster bakterieller Krankheitserreger, die nicht an fäkalen Input gebunden sind, insbesondere *Vibrio cholerae*. Seit 2001 kam es zu mehreren Fällen von nachgewiesenen Ohren- und Wundinfektionen, die durch diese Krankheitserreger ausgelöst wurden, und die in einem Fall sogar tödlich endeten (Huhulescu *et al.* 2007).

In den letzten 20 Jahren konnten bei generell geringer mikrobiologisch-hygienischer Belastung im offenen See tendenziell höhere Konzentrationen von Enterokokken zu Zeiten niedrigen Wasserstands nachgewiesen werden. Zur Bestätigung dieses Befundes ist eine detaillierte Analyse abzuwarten (wie derzeit von zwei der Autoren dieses Beitrags für eine wissenschaftliche Publikation vorbereitet).

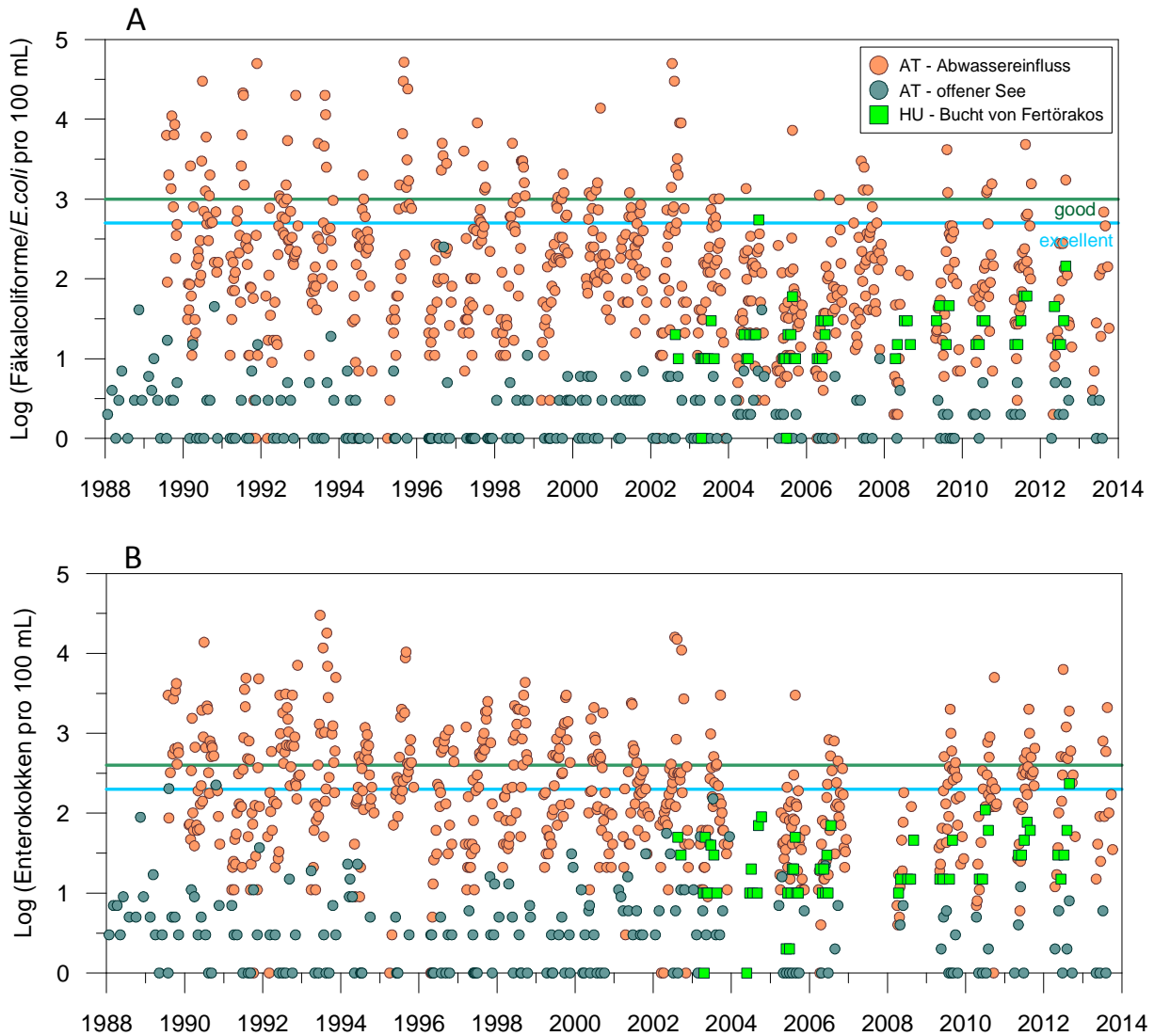


Abb. 57. Konzentration (10-er log Skala) von Fäkalcoliformen/*Escherichia coli* (A) und Enterokokken (B) an einer repräsentativen Probenstelle des offenen Sees mit geringer mikrobiell-fäkaler Hintergrundbelastung, an einer Stelle mit direktem Abwassereinfluss in Österreich (1988 – 2012) sowie in der Bucht von Fertőrákos in Ungarn (2003 – 2012). Die beiden Linien zeigen die Grenzwerte³ für ausgezeichnete und gute Wasserqualität auf Basis der EU-Badegewässerrichtlinie an. Datenquellen: Biologische Station Illmitz (AT) und Nationaler Gesundheitsdienst (HU).

³ Die Grenzwerte gelten nicht für Einzelmessungen, die Beurteilung beruht vielmehr auf den Messdaten (Mittelwerte und 90- bzw. 95-Perzentilbewertung) der letzten 4 Badesaisonen.

3.4.3 Datenlage und Wissensdefizite

Auf Basis der EU Badegewässerverordnung 2006 (EU-Badegewässerrichtlinie 2006) werden alle Ergebnisse der Untersuchungen der EU Badestellen öffentlich zugänglich gemacht und sind auf der Website der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) abrufbar (<http://www.ages.at/ages/gesundheit/badegewaesserueberwachung/>). Die Badewasserqualität für die ungarische EU-Badestelle Tavi-Víztelep in Fertőrákos kann unter <http://oki.wesper.hu/> abgerufen werden. Zusätzlich führt die Biologische Station Illmitz seit den 1980er Jahren außerhalb der EU-Badestellen regelmäßige Untersuchungen der mikrobiologisch-hygienischen Situation des gesamten Neusiedler Sees durch, deren Ergebnisse nur in internen Berichten vorliegen, die die prinzipiell gute mikrobiologisch-hygienische Situation des Neusiedler Sees aber bestätigen. Derzeit liegen keine Publikationen zu diesem Thema in internationalen Fachzeitschriften vor.

Gemäß den Bestimmungen in Ungarn muss die Wasserqualität der natürlichen Badestellen den Anforderungen des Gesetzblattes Nr. 78/2008 (Qualitätsbestimmungen natürlicher Badewässer sowie Betrieb natürlicher Badestellen) entsprechen. Regelmäßige wasserhygienische Untersuchungen müssen von den Betreibern jedes See-Resorts veranlasst werden; die Daten sind auf Anfrage beim Nationalen Gesundheitsdienst verfügbar. Das Gesetzblatt enthält Kriterien für ausgezeichnete, gute und ausreichende Wasserqualität, unter Berücksichtigung von fäkalen Enterokokken, *E. coli*, und Cyanobakterienabundanz, Mikrozystin-LR äquivalentem Toxingehalt sowie Chlorophyll-a im Falle der Dominanz von Cyanobakterien.

Leider gibt es derzeit keine Untersuchungen oder Informationen über das Ausmaß der unterschiedlichen externen (allochthonen) und internen (autochthonen) Verschmutzungsquellen an der Gesamtbelastung. Ein Wissen darüber würde einen wichtigen Beitrag zum mikrobiologisch-hygienischen Management des Sees darstellen. Neue, molekularbiologische Verfahren zur Klärung der Herkunft fäkaler Einträge (genannt: Microbial Source Tracking) stehen jedenfalls seit ein paar Jahren zur Verfügung (Reischer *et al.* 2013; Reischer *et al.* 2006).

Im Gegensatz zum Eintrag von Fäkalkeimen steht das autochthone Vorkommen von mikrobiellen Krankheitserregern im Neusiedler See. Im Speziellen zu dem Bakterium *Vibrio cholerae* wurden seit dem erstmaligen Auftreten von Krankheitsfällen im Jahr 2001 umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Diese hatten vorrangig zum Ziel, (i) die Verbreitung und Konzentration von *V. cholerae* im See zu bestimmen, (ii) die potenzielle Pathogenität der vorhandenen Stämme zu bestimmen und (iii) die ökologischen Faktoren zu bestimmen, die das Vorkommen dieses Krankheitserregers maßgeblich beeinflussen. Darauf aufbauend sollte (iv) eine Risikoabschätzung durchgeführt werden, die das Risiko einer Erkrankung von Freizeitgästen im See ermitteln sollte. Zu diesem Themenkomplex liegen inzwischen eine Reihe internationaler und nationaler Publikationen vor (Kirschner *et al.* 2008; Kirschner 2009; Kirschner *et al.* 2011; Schauer *et al.* 2012), wobei die im Laufe einer aktuellen groß angelegten Studie, die vom FWF (Fonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung) gefördert wird, erhobenen Daten in weiteren Arbeiten in den nächsten ein bis zwei Jahren publiziert werden sollen.

Gesamt betrachtet, fehlt es aber für den Neusiedler See an einer umfassenden Analyse der wichtigsten mikrobiologischen Krankheitserreger, die durch das Wasser auf den Menschen übertragen werden könnten. Hier wären sowohl autochthone (z.B. andere *Vibrio*-Arten, *Aeromonas* (Langó *et al.* 2002) als auch fäkal-assoziierte Mikroorganismen (z.B. Salmonellen) zu berücksichtigen (*cf* Stalder *et al.* (2011)). Aufgrund der intensiven Aktivitäten von Zugvögeln, ist mit dem Einschleppen von neuen Krankheitserregern im Zuge der Klimaveränderungen ebenfalls zu rechnen.

3.4.4 Konflikte, Bedrohungen und Potenziale

Prozesse die eine potenzielle Gefahr für die gute mikrobiologisch-hygienische Qualität des Neusiedler Sees besitzen, sind primär die Einleitung von Abwasser aus den Umlandgemeinden. So wird das Abwasser fast aller Westufergemeinden (Mörbisch, Rust, Oggau, Oslip, Schützen, Donnerskirchen, Purbach, Breitenbrunn, Winden) über eine gemeinsame Kläranlage, ausgestattet mit mechanischer und biologischer Reinigungsstufe, in die Wulka geleitet, die vor Schützen nach Durchfließen des breiten Schilfgürtels in den Neusiedler See mündet. Jois verfügt über eine kleine Kläranlage, deren Abwässer über einen langen Schilfkanal in den Neusiedler See münden. Die beiden Gemeinden Neusiedl und Weiden führen ihre Abwässer in die Kläranlage bei Bruck an der Leitha ab. Die Gemeinde Illmitz transportiert ihr Abwasser hingegen zur zentralen Abwasserkläranlage des Abwasserverbandes Seewinkel in Pamhagen. Die einzigen beiden Kläranlagen, deren Abwässer über den Schilfgürtel in den See gelangen, sind die Kläranlagen in Podersdorf (AT) und Balf (HU). Die Kläranlage in Podersdorf ist deshalb seit 1993 zusätzlich zur mechanischen und biologischen Reinigungsstufe mit einer UV-Desinfektionsanlage ausgestattet. Deren Funktionstüchtigkeit wurde erst in den Jahren 2010 und 2011 überprüft (Sommer *et al.* 2011); 2014 wurde eine leistungsfähigere Anlage in Betrieb genommen. Das geklärte Abwasser rinnt nach dem Austritt aus der Kläranlage durch zwei Schönungsteiche, die im Jahr 2011 erneuert wurden, und einen schmalen Schilfgürtelbereich, bevor es in den See gelangt. Trotz angemessener Funktionstüchtigkeit während „normaler“ Wettersituationen, sollte in Zukunft ein spezielles Augenmerk auf Situationen während heftiger Niederschlagsereignisse gelegt werden, wo es zu Mischwassereinträgen, Überläufen und direktem Zufluss von unbehandeltem Abwasser in die Vorfluter bzw. den See kommen kann.

Ein weiteres anthropogen bedingtes Gefährdungsszenario würde eine Dotation des Neusiedlers Sees durch Flusswasser (Donau, Raab) darstellen. In einer Studie, die für das Land Burgenland im Jahr 2004 erstellt wurde (Kirschner & Farnleitner 2004) wurde deutlich darauf hingewiesen, dass die beiden Gewässer zum Studienzeitpunkt als stark fäkal belastet eingestuft werden mussten und eine Dotation zu einem beträchtlichen Eintrag hygienisch relevanter Mikroorganismen führen würde. Entsprechende vorbeugende Maßnahmen wären aus dieser Sicht unbedingt durchzuführen (Verwendung von Uferfiltrat, Einleitung über den Schilfgürtel etc.), um eine negative Beeinträchtigung des mikrobiologischen Status des Neusiedler Sees zu vermeiden.

Die zunehmende Durchschnitts-Temperatur des Sees (ca. 1,5 °C während der letzten 30 Jahre; Dokulil (2013)) im Zuge der weltweiten Klimaerwärmung führt auch zu einer höheren Wahrscheinlichkeit von Infektionserkrankungen, die durch natürlich im See vorkommende pathogene Mikroorganismen, insbesondere *Vibrio cholerae* ausgelöst werden können. Solche Szenarien wurden bereits in Europa für die Ostsee und Nordsee mit vergleichbarer Temperaturzunahme nachgewiesen (Baker-Austin *et al.* 2013; Vezzulli *et al.* 2013). Das Auftreten und die Verbreitung anderer neu auftretender Pathogener („emerging pathogens“) sollte in diesem Zusammenhang ebenfalls nicht aus den Augen gelassen werden. Aber auch selten vorkommende andere Hygieneprobleme wie durch Saugwürmer (Trematoden) verursachte Dermatitis (Graefe 1971) sollten als potenzielle Gefahren nicht unberücksichtigt bleiben.

3.4.5 Grenzüberschreitende Perspektive

Nachdem krankheitserregende Mikroorganismen nicht an Landesgrenzen Halt machen, ist die strenge Einhaltung der EU-Richtlinien für Badewässer (EU-Badegewässerrichtlinie 2006) und Abwasser (EU

Kommunale Abwasserrichtlinie 1991) die Grundvoraussetzung für eine weitere positive Entwicklung des mikrobiologisch-hygienischen Zustandes des Neusiedler Sees. Neben der Einhaltung der Richtlinien ist vor allem dem grenzüberschreitenden Informationsaustausch, insbesondere in Fällen von permanenten Grenzwertüberschreitungen und/oder Häufungen von Infektionsfällen, die auf Aktivitäten im See zurückzuführen sind, besonderes Augenmerk zu schenken.

3.4.6 Sektorale Ziele und Vorschläge für Maßnahmen

Ziele	<p>Z1 Erhalt einer guten/ausreichenden Badewasserqualität aller 7 EU Badestellen auf österreichischer Seite sowie des See-Resorts in Ungarn, gemäß EU-Badegewässerverordnung</p> <p>Z2 Erhaltung eines ausgezeichneten mikrobiologisch-hygienischen Status im offenen Wasser des Neusiedler Sees</p> <p>Z3 Fundiertes Wissen über autochthone, allochthone und potenzielle neu auftretende Pathogene im See</p>
Maßnahmen	<p>M1 Kontinuierliches mikrobiologisches Monitoring der EU Badestellen, gemäß EU-Badegewässerrichtlinie</p> <p>M2 Monitoring zusätzlicher ausgewählter Stellen des offenen Sees und des Schilfgürtels auf mikrobiologische Parameter gemäß EU-Badegewässerrichtlinie</p> <p>M3 Überprüfung und Wartung der Funktionstüchtigkeit von Kläranlagen (Desinfektionsstufe!), die (direkt oder indirekt) in den See einleiten</p> <p>M4 Kontinuierliches Monitoring autochthoner Pathogener, insbesondere <i>Vibrio cholerae</i></p> <p>M5 Identifikation mikrobieller Gefahrenquellen und Mikrobielle Herkunftsbestimmung (Microbial Source Tracking)</p> <p>M6 Abschätzung mikrobieller Gefahren im Falle einer Dotation</p> <p>M7 Entwicklung eines mikrobiologisch-hygienischen Gesamtkonzeptes für den Neusiedler See</p> <p>M8 Länderübergreifender gegenseitiger Informationsaustausch</p>

3.5 Schlüsselfragen als Ausgangspunkte für künftige limnologische Forschungsprojekte

Frage 1: In welcher Beziehung stehen räumliche bzw. Biodiversität und Wasserstandsschwankungen?

Hintergrund: Dinka *et al.* (2004) wiesen nach, dass die Konnektivität der Rohrlacken (und Schilfbestände) direkt mit den Wasserstandsschwankungen in Zusammenhang steht. Sie konnten auch unterschiedliche Entwicklungsmuster in den großen Rohrlacken in Abhängigkeit vom Isolationsgrad aufzeigen. Padisák (1983; 1993c) belegte, dass die Rohrlacken für das Phytoplankton bedeutende Rückzugsräume und Ausgangspunkt für eine Wiederbesiedlung darstellen. Wolfram *et al.* (2001) wiesen auf die Konnektivität und die Entfernung zum offenen See als Schlüsselfaktoren für die Fischgemeinschaft des Schilfgürtels hin. Schließlich sind auch die langfristigen Veränderungen in den Was-

serstandsschwankungen von großer Bedeutung für die Zusammensetzung und die Biomasse der Fischzönosen (Wolfram *et al.* 2013). Die Rolle der Wasserstandsschwankungen für den Erhalt der Biodiversität ist jedoch bis dato nicht betrachtet worden – ein möglicherweise kritischer Aspekt in Hinblick auf eine mögliche Dotation mit Fremdwasser.

Erwarteter Output einer systematischen Analyse:

- Bestimmung ökologisch relevanter (kritischer?) Kennwerte für das hydrologische Regime (Wasserstandsschwankungen) in Hinblick auf eine Dotation aus anderen Einzugsgebieten.
- Nachdem die zeitlich-räumliche Variabilität des Ökosystems als Folge von Wasserstandsschwankungen ein wesentliches Kennzeichen von Feuchtgebieten ist, können die Ergebnisse dieser Untersuchungen auch zu einem besseren Verständnis grundlegender limnologischer Theorien beitragen.

Frage 2: Sind Wasser- und Salzbilanzen hinreichend bekannt?

Hintergrund: Aufgrund detaillierter Analysen externer Frachten und Veränderungen von Konzentrationen im See, konnten Wolfram *et al.* (2007), Wolfram in Zessner *et al.* (2012) und Wolfram & Herzig (2013) Stoffbilanzen für den Freiwasserbereich des Neusiedler Sees aufstellen und zur Beschreibung zukünftiger Szenarien nutzen.

Offene Fragen:

- Während die signifikanten Salzverluste durch Ableitungen über den Einser-Kanal klar belegt sind, gibt es große Unsicherheiten zum Beitrag von Grundwasserzuflüssen zur Salzbilanz. Wie erreichen die Salze aus den marinen Ablagerungen in der Tiefe den See?
- Wie können Zu- und Ableitungen ausgestaltet werden, um Salzverluste zu minimieren?
- Welche Bandbreite von Wasserstandsschwankungen ist erforderlich, um den Sodacharakter und die Biodiversität des Sees zu erhalten?

Frage 3: Sind die Quellen der externen Nährstofffrachten ausreichend bekannt?

Hintergrund: Wolfram & Herzig (2013) analysierten externe Phosphorfrachten aus den letzten 25 Jahren. Demnach gingen die Gesamtfrachten in diesem zurück, der Anteil der atmosphärischen Frachten ist jedoch gestiegen. Die Berechnungen beruhen allerdings teilweise auf Daten nur Deposition aus den 1980er Jahren, welche heute möglicherweise nicht mehr stimmen. Gabriel *et al.* (2011), Kovacs *et al.* (2012) und Zessner *et al.* (2004) betonten, auf der Grundlage von Modellberechnungen, die Bedeutung der Erosion aus landwirtschaftlichen Flächen als Nährstoffquelle für den Austrag aus dem Wulka-Einzugsgebiet. Bezogen auf das gesamte Einzugsgebiet des Sees (andere Zubringer, Kläranlagen, Seefläche) errechneten Wolfram & Herzig (2013), dass diffuse die Phosphorbelastung aus dem Wulka-Einzugsgebiet heute geringer ist als die atmosphärische Deposition.

Offene Fragen:

- Sind die Annahmen zu den Phosphorfrachten aus atmosphärischer Deposition aus den 1980er Jahren heute noch gültig?
- Wie können die diffusen Nährstofffrachten durch Managementmaßnahmen im Seeinzugsgebiet verringert werden?

Frage 4: Wie beeinflusst die „patchiness“ des Neusiedler Sees die internen Nährstoffprozesse?

Hintergrund: Während der Zusammenhang zwischen verschiedenen Wasserständen und dem Chemismus bzw. den Biota des Sees zumindest in Teilaspekten untersucht wurde (siehe oben), sind die Transportpfade von partikulärem und gelöstem Material zwischen offenem See und Schilfgürtel weitgehend unbekannt (Wolfram & Herzig 2013; Zessner *et al.* 2012).

Empfohlene Vorgangsweise:

- Ausdehnung von Messungen in hoher zeitlicher Auflösung im Freiwasser-Schilf-Grenzbereich
- Ausbringung von Sedimentationsfallen entlang mehrerer Transekte in Schilfbeständen unterschiedlicher Exposition und unterschiedlichen Schilfalters (physiologischer Zustand) bei wechselnden Wasserständen
- Tracerversuche (z.B. Fluoreszenzpartikel/-farbstoffe)
- Modellierung der räumlich-zeitlichen Variabilität der Nährstoffverhältnisse als Funktion von hydro-morphologischen Bedingungen und großräumigen Wasserbewegungen

Frage 5: Inwieweit sind die gängigen Trophiemodelle auf den Neusiedler See anwendbar?

Hintergrund: Der Neusiedler See wird meist als meso- bis eutroph eingestuft (Herzig & Dokulil 2001). Das hohe Nährstoffangebot wird von den Algen aufgrund der Lichtlimitierung nur zum Teil genutzt.

Offene Fragen:

- Welche Einfluss haben kurz- und langfristige Veränderungen der Nährstoffverfügbarkeit auf die Primärproduzenten? (d.h. Algenblüten in geschützten Buchten, Verschiebungen in der Zusammensetzung, Bedeutung großer Rohrlacken)
- Welches Wechselspiel besteht zwischen der Licht- und Nährstofflimitation des Phytoplanktons und spezifischen hydrodynamischen Verhältnissen im Neusiedler See? (Dieses Thema ist vor allem im Schilfgürtel zu berücksichtigen.)
- Wie wirken sich Veränderungen der Nährstoffverhältnisse auf die heterotrophe mikrobielle Produktion aus?

Frage 6: Wie hoch ist die Primär- und Sekundärproduktion aquatischer Lebensgemeinschaften im Schilfgürtel im Vergleich zum offenen See?

Hintergrund: Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees wird zumeist als hochproduktiver Lebensraum mit hoher Biodiversität verstanden. Fischökologische Studien aus den 1990er Jahren konnte jedoch aufzeigen, dass Bereiche, die nie direkt mit dem offenen See in Kontakt stehen, sehr geringe Fischdichten aufweisen (Nemeth *et al.* 2003b; Wolfram *et al.* 2001).

Offene Fragen:

- Wie unterscheiden sich Schilfgürtelbereiche mit unterschiedlicher Konnektivität und Entfernung zum offenen See in ihrer Produktivität?
- Auf welchen Kanälen findet der Energietransfer von der Ebene der Primärproduzenten zu höheren trophischen Ebenen im Schilfgürtel und im offenen See statt?
- Wie setzen sich die Prokaryoten (Bakterien, Archaea) als Schlüsselgruppe für den Abbau von organischem Material im Schilfgürtel und offenen See zusammen; welche Rolle spielen sie?

Gibt es Unterschiede zwischen den beiden Teillebensräumen hinsichtlich der „microbial loop“?

Frage 7: Wie hoch ist die potenzielle Gefahr von „neu auftauchenden Pathogenen“ („emerging“ pathogens) inklusive *Vibrio cholerae* in Hinblick auf durch Klimawandel verursachten Anstieg der Wassertemperaturen?

Der Anstieg der Wassertemperaturen hat in vielen Gewässern weltweit zu einer Zunahme des Risikos geführt, an wasserübertragenen Infektionen, ausgelöst durch „neu auftauchende Pathogene“ zu erkranken (Baker-Austin *et al.* 2013; Vezzulli *et al.* 2013). Auch im Neusiedler See ist die durchschnittliche Wassertemperatur in den vergangenen 30 Jahren um 1,5 °C gestiegen.

Offene Fragen:

- Welche potenziell pathogenen Mikroorganismen sind im Neusiedler See vorhanden und für welche besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit des Eintrags (z.B. Transport über Vögel bzw. Touristen)?
- Wie hoch ist das Risiko für Menschen (und Tiere) durch diese Krankheitserreger?

Frage 8: Welche internen und externen Faktoren beeinflussen maßgeblich die mikrobiologisch-hygienische Wasserqualität des Neusiedler Sees?

Die mikrobiologisch-hygienische Beurteilung des Neusiedler See ist aufgrund der speziellen geographischen und limnologischen Ausgangssituation sehr komplex. Faktoren wie Wind, Regenfälle, Sedi-mentresuspension, Wasserstand, das Vorkommen autochthoner Krankheitserreger, seine Abflusslosigkeit u.a. spielen eine entscheidende Rolle, im Unterschied wie z.B. bei Alpenvorlandseen. Um die Sicherheit des Sees als intensiv freizeitgenutztes Gewässer hinsichtlich der mikrobiologisch-hygienischen Wasserqualität in Zukunft garantieren zu können, müssen die wichtigsten Einflussfaktoren in den verschiedenen Bereichen des Sees im Rahmen eines mikrobiologisch-hygienischen Gesamtkonzeptes festgestellt werden.

Offene Fragen:

- Welche Faktoren beeinflussen maßgeblich die mikrobiologisch-hygienische Wasserqualität in den verschiedenen Bereichen des Neusiedler Sees?
- Welche Maßnahmen sind nötig, um langfristig die Sicherung der mikrobiologisch-hygienischen Wasserqualität zu gewährleisten?

4. Naturschutz



4.1 Naturschutzaspekte am Neusiedler See, im Seewinkel und im Hanság

Ingo KORNER, Erwin NEMETH, András AMBRUS, Michael DVORAK, Bernhard KOHLER, Attila PELLINGER, Gabor TAKÁCS

4.1.1 Betrachtungsraum

Betrachtungsraum für den Fachbereich Naturschutz ist der Neusiedler See mit dem gesamten Seebecken sowie der Seewinkel und Hanság mit dem grenzüberschreitenden Nationalpark (Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel und Fertő-Hanság Nemzeti Park).

4.1.2 Geschichte des Naturschutzes am Neusiedler See

Wie so oft begann die Geschichte des Naturschutzes mit einigen interessierten Naturforschern wie beispielsweise Lothar Machura, Hugo Bojko, Rudolf Zimmermann, Alfred Seitz und Karl Mazek-Fialla, die in den 1920er bis 1940er Jahren im Neusiedler-See-Gebiet forschten. Lange wurde über eine wissenschaftliche Forschungsstation im Gebiet diskutiert, bis schließlich der Vorgänger der heutigen Biologischen Station aufgrund einer Privatinitiative 1950 in Neusiedl am See gegründet wurde (Triebel 2012). Bedeutende naturschutzfachliche Grundlagenarbeit an dieser Station wurde von Persönlichkeiten wie G. Wendelberger und K. M. Bauer geleistet. Erste Schritte zur Sicherung naturschutzfachlich bedeutender Flächen wurden 1951 mit der Anpachtung der Grundlacke in Podersdorf gesetzt. Danach folgten Zicksee (Illmitz), Lange Lacke, Oberer und Unterer Stinkersee, sowie weitere Lacken, die durch den Österreichischen Naturschutzbund gepachtet wurden. 1963 pachtete der WWF das Revier Sandeck/Neudegg und 1965 schließlich die Hutweide der Urbarialgemeinde Apetlon im Ausmaß von ca. 400 ha. Außerdem erfolgten Flächenankäufe/-pachten auf den Zitzmannsdorfer Wiesen und im Hanság. Durch diese frühen Flächensicherungsmaßnahmen seitens der Naturschutzorganisationen konnten wichtige Teilgebiete des späteren Nationalparks relativ unversehrt durch 1960er bis 1980er Jahre gebracht werden, in denen es ansonsten zu massiven Verlusten an naturnahen Lebensräumen gekommen ist und in denen die Landschaft des Neusiedler-See-Gebiets eine tiefgreifende Umgestaltung erfahren hat.

Ein wichtiger Schritt zur großflächigen Sicherung von Naturwerten erfolgte im Jahre 1977 mit der Erklärung des österreichischen Anteils am Neusiedler See zum Biosphären-Reservat. Mit dem Beitritt von Österreich zur Ramsar-Konvention 1982 wurden Neusiedler See und Seewinkel zum Feuchtgebiet von internationaler Bedeutung erklärt. In dem 1977 als Landschaftsschutzgebiet deklarierten ungarischen Seeteil wurde 1991 nach langer Vorbereitung der Fertő-Tavi Nemzeti Park gegründet; Direktor wurde Dr. Kárpáti László. Der Nationalpark wurde 1994 um das seit 1976 bestehende Landschaftsschutzgebiet Hanság und Répce-mente erweitert und in Fertő-Hanság Nemzeti Park umbenannt (Kárpáti 2012).

Im Jahr 1992 schließlich beschloss der Burgenländische Landtag das Nationalparkgesetz, mit dem auch der österreichische Teil zum Nationalpark wurde (Direktor Kurt Kirchberger). Zur Komplettierung war 1993 noch eine Gesetzesnovelle erforderlich, um auch das Gebiet der Langen Lacke zu integrieren. Am 24. April 1994 wurde der Nationalpark eröffnet, zwei Tage vorher kam auch die inter-

ationale Anerkennung durch die IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) (Fally & Kárpáti 2012). Mittlerweile feierte der Nationalpark sein 20-jähriges Jubiläum und kann wesentliche Erfolge im Gebietsmanagement vorweisen.

4.1.3 Status Quo

4.1.3.1 Der Schilfgürtel

Schilfgürtel und Vogelschutz

Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees beherbergt Vogelpopulationen mit internationaler Bedeutung (Dick *et al.* 1994). Insgesamt kommen 35 Arten im oder am Rand des Schilfgürtels vor, die für den Vogelschutz in Europa als prioritäre Arten gelistet sind (SPEC 1-3) oder als Arten des Anhangs 1 der europäischen Vogelschutzrichtlinie aufscheinen (Dvorak 2009). Tabelle 11 zeigt Bestandszahlen in Brutpaaren (Bp) für jene 17 dieser international schutzwürdigen Arten, deren Verbreitungsschwerpunkt im Neusiedler-See-Gebiet im Schilfgürtel liegt.

Tabelle 11. Arten des Schilfgürtels, die einen prioritären Status haben (SPEC 1-3) bzw. in der Europäischen Vogelschutzlinie angeführt werden (A1) und deren Verbreitungsschwerpunkt im Neusiedler-See-Gebiet im Schilfgebiet liegt (Dvorak 2009), ergänzt mit nicht publ. Daten von E. Nemeth und M. Dvorak).

Arten	Schutzstatus	Brutpaare
Rohrdommel (<i>Botaurus stellaris</i>)	SPEC 3, A1	150–180
Zwergdommel (<i>Ixobrychus minutus</i>)	SPEC 3, A1	60–120
Nachtreiher (<i>Nycticorax nycticorax</i>)	SPEC 3, A1	18*
Seidenreiher (<i>Egretta garzetta</i>)	A1	4*
Silberreiher (<i>Ardea alba</i>)	A1	655*
Purpurreiher (<i>Ardea purpurea</i>)	SPEC 3, A1	107*
Löffler (<i>Platalea leucorodia</i>)	SPEC 2, A1	103*
Zwergscharbe (<i>Phalacrocorax pygmeus</i>)	SPEC 1, A1	146*
Knäkente (<i>Anas querquedula</i>)	SPEC 3	75–150
Löffelente (<i>Ana clypeata</i>)	SPEC 2	20–60
Moorente (<i>Aythya nyroca</i>)	SPEC 1, A1	100–50
Rohrweihe (<i>Circus aeruginosus</i>)	A1	100–150
Tüpfelsumpfhuhn (<i>Porzana porzana</i>)	A1	stark schwankend
Kleines Sumpfhuhn (<i>Porzana parva</i>)	A1	1 000–2 000
Stelzenläufer (<i>Himantopus himantopus</i>)	A1	5–10
Weißsterniges Blaukehlchen (<i>Luscinia svecica cyanecula</i>)	A1	wenige bis über 300
Mariskensänger (<i>Acrocephalus melanopogon</i>)	A1	2 100–5 200

*Bestandszahlen 2012

Dazu kommen noch Vogelpopulationen die zwar keinen so hohen Schutzstatus haben, die aber durch ihre Bestandsgrößen zumindest nationale Bedeutung haben. Dazu zählen u.a. Wasserralle (*Rallus aquaticus*, 2 800–5 800 Bp), Rohrschwirl (*Locustella luscinoides*, 3 000–5 000 Bp), Schilfrohrsänger (*Acrocephalus schoenobaenus*, 3 700–7 000 Bp), Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*, 20 500–42 000 Bp) und Drosselrohrsänger (*Acrocephalus arundinaceus*, 900–1 300 BP, alle Daten aus Dvorak *et al.* (2008)).

Will man Schutzmaßnahmen für einzelne Arten definieren, so ist das räumliche Verbreitungsmuster der einzelnen Arten entscheidend. Konzentriert man sich auf den eigentlichen Schilfgürtel ohne Randzonen, so kann man zwei größere Vogelgruppen unterscheiden, einerseits in Kolonien brütende Schreitvögel mit zwei Vertretern aus der Familie der Kormorane und andererseits Kleinvögel, die meist territorial über den Schilfgürtel verteilt sind. Die in Kolonien brütenden Arten, das sind Silberreiher (*Ardea alba*), Purpureiher (*Ardea purpurea*), Graureiher (*Ardea cinerea*), Nachtreiher (*Nycticorax nycticorax*), Seidenreiher (*Egretta garzetta*), Löffler (*Platalea leucorodia*), Zwergscharbe (*Phalacrocorax pygmeus*) und seit 2013 Kormoran (*Phalacrocorax carbo*), benötigen den Schutz der Neststandorte, aber auch geeignete Nahrungsgebiete. Die verbreitet vorkommenden Kleinvögel benötigen den großräumigen Erhalt adäquater Schilfstrukturen. Ihre Verbreitung wird unabhängig von den lokalen Schilfstrukturen auch vom Wasserhaushalt mitbestimmt. Je nach Art findet man dabei unterschiedliche und zum Teil gegenläufige Abhängigkeiten.

Diese Habitatansprüche der unterschiedlichen Schilfvogelarten am Neusiedler See sind zum Teil gut bekannt und in den letzten zwei Jahrzehnten wurden sie in zwei größeren Projekten im Österreichischen Teil des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel genauer untersucht (Dvorak *et al.* 1995; Nemeth *et al.* 2004). Über die Vogelpopulationen des ungarischen Seeteils stehen weniger Daten zur Verfügung. Der starke Rückgang der über Jahrzehnte intensiven Schilfnutzung führte zu einer Vereinheitlichung der Schilfstruktur, die auch ornithologische Auswirkungen hatte (Vadász *et al.* 2011).

Ökologische Zusammenhänge

Die Kleinvögel des Schilfs – Schilfstruktur und Wasserstand bestimmen Vorkommen

Die Habitatwahl von Schilfvögeln wird maßgeblich von der Schilfstruktur bestimmt (z.B. für *Acrocephalus*-Arten, Leisler (1981)). Während Mariskensänger (*Acrocephalus melanopogon*) und Kleines Sumpfhuhn (*Porzana parva*) eher offene Schilfbereiche mit viel Knickschicht bevorzugen, findet sich der Drosselrohrsänger in Gebieten mit besonders starkhalmigen Röhrichtbeständen. Der Zustand des Schilfes und der Anteil und die Verteilung von Wasserflächen im Schilf lässt sich gut aus der Luft mit Hilfe von Nahinfrarot-Bildern klassifizieren (Csaplovics 1984). Diese Fernerkundung der Schilfstruktur, ermöglichte, kombiniert mit repräsentativen Vogelzählungen, die Verbreitung einiger Schilfvogelarten in der Kernzone des Nationalparks vorherzusagen (Nemeth *et al.* 2001). So kommt z.B. die Wasserralle vor allem an den see- und landseitigen Rändern des Schilfgürtels in starkhalmigen Schilfbeständen vor (Abb. 58). Die Struktur der Röhrichtbestände wird maßgebend durch das Alter beeinflusst. Junge Schilfflächen sind für die meisten im Schilf nistenden Arten wenig interessant (Zwicker & Grill 1985). Erst Schilfbestände, die älter als 5 Jahre sind, werden von Altschilfspezialisten, z.B. Mariskensänger und Kleinem Sumpfhuhn (Dvorak *et al.* 1995; Nemeth *et al.* 2001) besiedelt. In Beständen, die älter als 30 Jahre waren, kann es dagegen bei den meisten Arten zu einem Bestandsrückgang kommen (unpubl. Daten, E. Nemeth und M. Dvorak).

Zusätzlich zur Schilfstruktur spielen längerfristige Wasserstandschwankungen eine wichtige Rolle für die Verteilung der Arten. So brütet das sonst im Schilfgürtel seltene Weißsternige Blaukehlchen (*Luscinia svecica cyaneula*) bei sehr niedrigen Wasserständen häufig im zum Teil trocken gefallen Gebieten des Schilfgürtels (Dvorak *et al.* 2008), während bei hohen Wasserständen andere Arten wie z.B. das Kleine Sumpfhuhn häufiger anzutreffen sind.

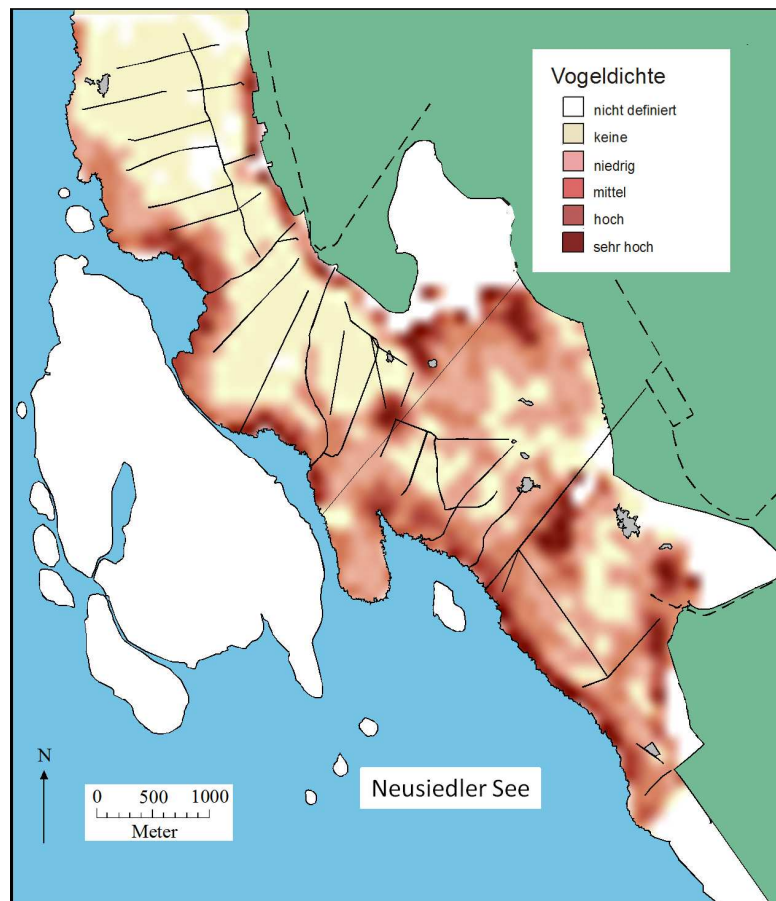


Abb. 58. Verteilung der Wasserralle (*Rallus aquaticus*) in der Kernzone des Neusiedler Sees (1 250 ha). Die Art kommt im vitalen Schilf bei wenig offenen Wasserflächen vor. Verändert aus Nemeth *et al.* (2001).

Die in Kolonien brütenden Fischfresser des Neusiedler Sees – der Schilfgürtel ist Neststandort und Nahrungsgebiet

Die in Kolonien brütenden Schreitvögel zogen schon vor mehr als hundert Jahren die Aufmerksamkeit der Ornithologen auf sich und bereits früh wurde ihr Bestand dokumentiert und erfasst (Dick *et al.* 1994). Derzeit werden die brütenden Reiher und Löffler des Gebietes jährlich gezählt. Seit 1981 liegt eine kontinuierliche Zeitreihe für den Silberreiher und Löffler vor und seit 1987 für den Purpurreiher und den Graureiher. In den Jahren 1998–2001 wurde die Habitatwahl des Silberreiters untersucht und seit 1998 wird der Bruterfolg dieser Art ermittelt (Nemeth & Grubbauer 2005; Nemeth *et al.* 2004).

Der Schilfgürtel bietet den Schreitvogelarten ungestörte Nistplätze, die meist möglichst weit entfernt vom menschlichen Einfluss liegen (Grüll & Ranner 1998). Er ist aber nicht nur als Bruthabitat wichtig, sondern spielt für alle Koloniebrüter auch als Nahrungshabitat eine herausragende Rolle (Nemeth *et al.* 2003a). Zumindest beim Silberreiher wird der Bruterfolg durch das Fischangebot bestimmt, welches wiederum durch den Wasserstand determiniert wird (Nemeth & Grubbauer 2005; Nemeth *et al.* 2003a). Mehr Wasser bedeutet mehr Fische, noch wichtiger ist aber, wie gut die Beute erreichbar ist. In der Brutzeit jagen Reiher und Löffler vor allem in den Kanälen und offenen Wasserflächen im Schilf (Nemeth *et al.* 2004). Der Schilfgürtel mit seinen Kanälen und offenen Wasserflächen ist Laich- und Aufzuchtgebiet für mehrere Fischarten und im Gegensatz zum trüben, offenen See ist die Beute hier eher sichtbar (vgl. Kap. 3.3).

Einen entscheidenden Einfluss auf den Jagderfolg haben dabei die Wasserstands-Schwankungen des Sees. Während der Brutsaison führt der Rückgang des Seepegels zu einer besseren Verfügbarkeit von Fischen in den Rohrlacken (Nemeth & Schuster 2005). Die Fische werden durch den sinkenden Wasserpegel zur leichten Beute, weil sie in seichten und isolierten Wasserkörpern eingegrenzt werden (Gawlik 2002; Kahl 1964; Kushlan 1976; 1979; Smith 1997). Zusätzlich treten am Neusiedler See bei wärmerer Witterung anoxische Bedingungen im Schilfgürtel auf und die Fische sind vor allem morgens gezwungen in der dünnen sauerstoffreicheren Schicht an der Oberfläche der Rohrlacken zu atmen. Sie sind dadurch wie in der Camargue (Kersten *et al.* 1991) den Schreitvögeln fast schutzlos ausgeliefert (Nemeth *et al.* 2003a) und vor allem Silberreiher nutzen in großen Gruppen diese günstigen Fressbedingungen (Grüll 1998). Die Vögel können so innerhalb weniger Minuten ihren Tagesbedarf an Kalorien decken (Nemeth *et al.* 2004). In Jahren mit stärkerer Wasserrezession im Frühjahr findet man dann beim Silberreiher (Nemeth & Grubbauer 2005) und wohl auch bei anderen Arten einen höheren Bruterfolg. Der jährliche Wasserstandsrückgang ist daher eine Voraussetzung für einen günstigen Zustand der Reiher- und Löfflerpopulationen.

Im ungarischen Seeteil wurde das Schilf bis in die 1980er Jahre intensiv geerntet, sodass sich nur zeitweilig Kolonien von Schreitvögeln etablieren konnten. 1956–57 gab es eine Kolonie von Löfflern am Ende des Bozi-Hauptkanals (Győry & Gárdonyi 1958), später 1968 im Herceg-bokor, seit 1978 einige Jahre lang in der Fertőrákos-Bucht im Határ-bokorban (Kárpáti 1983). Die erste Kolonie von Purpurreihern wurde im nicht mehr geernteten, ungestörten Schilf im Jahre 1999 von Attila Fersch gefunden, danach begannen die Erforschung der Schilfgürtels vom Flugzeug aus. Der Bestand der Purpurreiher schwankte bis zum heutigen Tag zwischen 30 und 140 Brutpaaren. Der erste Brutnachweis von Silberreihern war 2005, seitdem wuchs der Bestand auf 100–150 Paare an (Pellinger 2012). Die Brutpaare der im Schilfgürtel des südlichen, ungarischen Seegebiets neu entstehenden Kolonien stammen wahrscheinlich von den seit Jahrzehnten wachsenden Populationen aus dem österreichischen Seeteil, eventuell aus den Kolonien der Tóköz. An die Blindflächen des ungarischen Seeteils – als auch an die Überflutungsflächen neben der Mekszikópuszta – kommen die Vögel aus der Illmitzer Reiherkolonie in großen Zahlen zur Nahrungssuche. Vom Schilfgürtel der Seen im Tóköz kennt man Reiherkolonien seit langem (Fülöp 1995; Király 1930). In großen Zahlen brüten dort vor allem Silberreiher, daneben regelmäßig Purpurreiher, Graureiher und Rohrdommel, in kleineren Zahlen und nicht jedes Jahr auch der Seidenreiher. Die Schreitvögel, besonders die Silberreiher dürften die Schilfgürtelbestände der nahe beieinander liegenden Seen als Brutplatz von Jahr zu Jahr wechseln. Ein Neubesiedler ist die Zwergscharbe, die Kónyi-tó gefunden wurde, wo auch der Kormoran regelmäßig brütet.

Im wiedervernässten Nyirkai-Hany brüten alle bisher erwähnte Arten. Regelmäßig brütende Arten sind aber nur der Purpurreiher, Graureiher, Rohrdommel und der Kormoran, in einzelnen Jahren auch einige Paare von Löffler und Rallenreiher (Pellinger & Ferenczi 2012).

Bedeutung des Schilfgürtels für andere Tiergruppen

Die Vogelfauna stand in der Vergangenheit bei den Naturschutzbemühungen oft im Vordergrund, aber auch unter anderen Tiergruppen finden sich schutzwürdige Arten, für die der Schilfgürtel ein wichtiger Lebensraum ist: sie sollen, ohne näher auf sie einzugehen, zumindest erwähnt werden. (Der folgende Text ist weitgehend aus Dvorak (2009) übernommen).

Unter den Fischen des Neusiedler Sees ist die Population von Wildkarpfen hervorzuheben; natur-schutzfachlich relevante Arten wie der Schlammpeitzger sind weitgehend auf die angrenzenden Grä-

ben im Seewinkel und Hanság beschränkt (vgl. Kap. 3.3). Unter den Amphibien die massenhaften Vorkommen von Rotbauchunke (*Bombina bombina*), Laubfrosch (*Hyla arborea*) und Wasserfrosch (*Pelophylax lessonae/esculentus*) bedeutend. Bei den Säugetieren findet man in der landseitigen Verlandungszone Wald- (*Sorex araneus*), Zwerg- (*Sorex minutus*), Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus*) und die Nordische Wühlmaus (*Microtus oeconomus*). Im gefluteten Schilf leben Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*), Zwergmaus (*Micromys minutus*), Bisamratte (*Ondatra zibethicus*) und Schermaus (*Arvicula amphibius*). Erfreulicherweise breitete sich der Fischotter (*Lutra lutra*) zumindest im Südteil aus und es liegen auch Sichtungen aus dem Bereich Wulkamündung vor. Im Nationalpark im Süden des Sees finden sich größere Bestände des Rothirsches (*Cervus elaphus*).

Bei den Evertebraten finden sich interessante Vertreter, die eine Verbindung zu weiter östlich gelegenen Salzseen zeigen. Faunistisch interessante Arten sind unter anderem von den Libellen bekannt; Näheres siehe Kap. 3.3. In den seichten, landseitigen Randzonen des Schilfgürtels sind folgende Heuschreckenarten anzutreffen: Langflügelige Schwertschrecke (*Conocephalus discolor*), Kurzflügelige Schwertschrecke (*Conocephalus dorsalis*), Sumpfgrille (*Pteronomelus heydenii*), Große Schiefkopfschrecke (*Ruspolia nitidula*), Grüne Strandschrecke (*Aiolopus thassalinus*) und Sumpfgrashüpfer (Kaltenbach 1962) und M. Dvorak (unpubl. Beob.). Auch unter den Spinnentieren finden sich an das Schilf angepasste Spezialisten, z.B. die Schilfradnetzspinne (*Singa phragmiteti*) (Löffler 1974a).

4.1.3.2 Die (Salz-)Vegetation rings um den Neusiedler See und im Seewinkel

Die Region um den Neusiedler See weist eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt auf, was auf die besondere Lage im Übergangsbereich zwischen den Alpen und der Kleinen ungarischen Tiefebene zurückzuführen ist. Im Gebiet finden sich Arten, die hier ihre westliche Verbreitungsgrenze erreichen, wie die Südrussische Tarantel und andererseits Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Alpen haben, an ihrer östlichen Grenze. Für die Strategiestudie Neusiedler See relevant sind all jene Vegetationseinheiten, die direkt oder indirekt von schwankenden Oberflächen- oder Grundwasserständen abhängig sind und autökologisch sehr dynamische Standorte besiedeln. Dazu zählen die Feuchtwiesen sowie die Lackenrandgesellschaften, die an Salzstandorte gebunden sind.

Die Feuchtwiesen (wechselfeuchte Glatthaferwiesen sowie Pfeifengraswiesen) im Gebiet Neusiedler See-Seewinkel kommen hauptsächlich in den Zitzmannsdorfer Wiesen, im Seevorgelände im Raum Neusiedl am See und Weiden am See, im Bereich der Stinker Seen, im Bereich der ausgedehnten Mähwiesengebiete nördlich von Illmitz sowie im Hanság vor. Kleinere Bestände treten immer wieder im Seevorgelände des Ostufers auf, sowie als Teil der typischen Zonierung rings um die Sodalacken. Im Bereich von Donnerskirchen existieren kleinere Vorkommen, ebenso in den sogenannten Seewiesen von Donnerskirchen bis Neusiedl am See. Am Westufer des Neusiedler Sees jedoch kommen keine nennenswerten Bestände vor, es finden sich nur punktuell atypisch ausgebildete Vorkommen, wie beispielsweise beim Oggauer Steinriegel.

Der Schwerpunkt der Salzstandorte befindet sich im Umfeld des Neusiedler Sees. Die charakteristische Salzvegetation findet man im Bereich der zahlreichen Sodalacken des Seewinkels und des Hanság, aber auch an einzelnen Uferabschnitten (Seevorgelände) des Neusiedler Sees. Das bedeutendste Vorkommen von Halophyten außerhalb des Seewinkels befindet sich bei Oggau am Westufer des Neusiedler Sees. Am übrigen Westufer hingegen gibt es nur einzelne lokale, eher unbedeutende Vorkommen (z.B. bei Breitenbrunn).

Die Zusammensetzung des Grundwassers spielt bei deren Genese eine große Rolle: Mit einem hohen Gehalt an Glaubersalz (Natriumsulfat Na_2SO_4), Kochsalz (Natriumchlorid NaCl) und vor allem Soda (Natriumhydrogencarbonat NaHCO_3) (Kap. 3.1) begünstigt das Grundwasser die Entwicklung von alkalischen Salzböden und Sodalacken.

Ein wesentlicher Einflussfaktor für die Vegetation ist neben den typischen Bodenverhältnissen das „pannonische“ Klima am Neusiedler See. Ab Juni steigen die Temperaturen stark an, die extremen Temperaturen von bis zu 38 °C und die Trockenheit im Sommer führen zu einer hohen Verdunstung und begünstigen die Bildung pannonischer Salzsteppen. Es herrscht subkontinentales Klima mit wenig Niederschlag (Jahresmittel unter 600 mm, in Extremjahren sogar unter 500 mm). Die Vegetation stellt sich mit einer Ruhepause in den Sommermonaten auf diese Trockenperiode ein und setzt zu meist erst im Herbst das Wachstum fort, viele Pflanzen blühen sogar noch einmal. Abhängig von den jeweilig vorangegangenen Niederschlagsphasen im Winter und Frühjahr, trockneten viele der einstmals fast 140 Sodalacken (heute existieren nur mehr ca. 40 Lacken) im Laufe des Sommers aus. Für die Vogelwelt bedeutet dies meist eine starke Konzentration an den verbleibenden, noch gut gefüllten Lacken. Selbst der See kann Wasserstandsschwankungen von bis zu 60 cm innerhalb eines Jahres aufweisen.

Rund um die typischen Salzlacken ziehen sich optisch auffällige, bandförmige Vegetationszonen, die das Resultat kleinräumig unterschiedlicher Standortbedingungen bezüglich Salzgehalt, Bodenfeuchte und Überschwemmungen sind. Blickt man von den hochgelegenen Weingärten und Trockenrasen hinab bis zur tiefer gelegenen, oft überschwemmten Salzlacke, so kann man häufig eine typische Abfolge dieser scharf abgegrenzten Vegetationszonen erkennen. Ein Abfallen des Geländeniveaus von 10–20 cm bedingt schon deutliche Unterschiede in der Vegetation.

Die höchstgelegenen Geländerrücken sind weitgehend frei von Salzeinfluss und tragen relativ sandige, daher besonders trockene Böden, die von einem artenreichen Trockenrasen mit vielen schönen und seltenen pannonischen Florenelementen bewachsen sind. Diese Bestände zählen daher nicht zu den Salzpflanzengesellschaften, treten aber an vielen Stellen (z. B. im Seevorgelände bei der Illmitzer „Hölle“) sehr eng verzahnt mit diesen auf. Kleine Sand- und Humusanwehungen innerhalb der Salzfuren werden beispielsweise von Trockenrasenarten wie der auffallend gelb und violett blühenden Zwerg-Schwertlilie (*Iris pumila*) oder der Pannonischen Karthäuser-Nelke (*Dianthus pottederae*) besiedelt. Seit fast 25 Jahren werden die Trockenrasen – wie auch manche Bereiche der Salzsteppe – im Zuge des Nationalpark-Managements wieder wie früher mit Rinderherden beweidet, um den offenen Landschaftscharakter des Seewinkels zu bewahren.

In Richtung Lackenufer gesellen sich zur Trockenvegetation bereits die ersten Salzpflanzen hinzu. Es handelt sich um Übergänge zwischen Trockenrasen und Salzpflanzengesellschaften, die sich optisch kaum von den Trockenrasen unterscheiden. Dennoch beherbergen sie schon eine Reihe von salztoleranten Pflanzenarten, die zwar auch außerhalb des Salzgebiets vorkommen, jedoch regelmäßig in diesen höchst interessanten Übergangsräumen anzutreffen sind. Typische Beispiele sind zwei gelb blühende Kleearten, der Spargelklee (*Lotus maritimus*) und der Salz-Hornklee (*Lotus tenuis*) sowie der Herbst-Zahntrost (*Odontites vulgaris*) mit violetten Blüten. Noch tiefer liegende Bereiche der Salzsteppe zeigen eindrucksvoll den plötzlich ansteigenden Salzgehalt an. Der schmalblättrige Salz-Wegerich (*Plantago maritima*) tritt regelmäßig hinzu, besonders deutlich aber stechen die homogenen Bestände des silbrig-grauen Salz-Wermuts (*Artemisia santonicum*) ins Auge, nach dem diese Landschaftselemente auch den Namen „Wermutsteppe“ tragen und welche auch typische Solonetz-Böden anzeigen. Besonders schöne und ausgedehnte Wermutsteppen gibt es im östlichen Teil des

Seewinkels im Bereich der Langen Lacke. Vereinzelt stößt man auch auf das Kampferkraut (*Camphorosma annua*), eine aus Westasien stammende und vom Aussterben bedrohte Salzsteppenart.

In den tiefsten Geländesenken innerhalb der Salzsteppen findet man oft nur wenige Quadratmeter große Salzpflanzen oder auch „Blindzickstellen“, in denen der salzführende Horizont bloßliegt. Trocknet im Sommer der Boden aus, so kristallisiert in den Pfannen das Salz flächig aus und bildet eine dünne weiße Kruste, die als „Sodaschnee“ bezeichnet wird.

Das in den ausgetrockneten Lacken kristallisierte Soda wurde eine Zeit lang sogar wirtschaftlich genutzt, 1796 wird erstmals eine Sodafabrik in (Ober-) Illmitz erwähnt. Soda, Wundsalz und Seife wurden ab 1800 auch in Unterillmitz hergestellt, in dessen Katasterplan des Jahres 1856 eine „Natron Fabrik“ eingezeichnet ist. Das in der lokalen Umgangssprache „Zick“ genannte Soda der Lackenböden und Salzpflanzen (von ungarisch „sziksó“ für Natronsalz) wurde von der Bevölkerung gesammelt und an die Fabrik verkauft (Lang 2003).

Die extremsten und salzreichsten Standorte sind meist völlig vegetationslos oder nur sehr schütter von der Salz-Kresse (*Lepidium cartilagineum*) besiedelt, deren kahle Blätter blaugrün und ledrig-dick (sukkulent) sind. Von Mai bis Juni fällt sie durch ihre weithin sichtbaren weißen Blütenstände auf, die ein wesentliches Element des Frühjahraspektes der Salzsteppen darstellen. Diese Pflanze leistet auch einen wichtigen Beitrag zur Bodenbildung. Die für den Seewinkel typischen Winde aus Nordwest verfrachten Sand und organisches Feinmaterial, das durch die Salz-Kresse-Horste, insbesondere durch die am Boden ausgebreitet liegenden Sprosse „ausgekämmt“ und abgelagert wird. Das einzige österreichische Vorkommen dieser Art befindet sich in den Salzsteppen des Seewinkels.

Der Wasserstand der Salzlacken sinkt in der Regel im Sommer und Herbst, sodass große Uferzonen für eine Besiedlung durch die Vegetation frei werden. Große Flächen dieser nur kurz überschwemmten Uferbereiche werden von den wiesenartigen Zickgrasfluren eingenommen. Die beiden wichtigsten Pflanzenarten dieser Zickgrasfluren sind der Neusiedlersee-Salzschwaden (*Puccinellia peionis*), auch „Zickgras“ genannt, sowie die Salz-Aster (*Aster tripolium*). Wie die meisten Asten hat die Salz-Aster erst im Herbst ihr Entwicklungsoptimum und überzieht dann die Lackenränder mit einem flächigen lila Blütenteppich.

Mit zunehmendem Salzgehalt gegen das Zentrum der Salzlacken löst sich die geschlossene „Salzwiese“ rasch auf, und die Abstände zwischen den Pionierexemplaren vergrößern sich. Dafür findet eine der charakteristischen Halophytenarten, die Groß-Salzmelde (*Suaeda pannonica*) gerade hier optimale Lebensbedingungen. Die völlig kahle Pflanze hat am Boden hingestreckte, zum Teil aber auch sparrig abstehende Äste, die kleine, längliche und stark sukkulente Blätter tragen. Wie schon ihr Name andeutet, liegt ihr Hauptverbreitungsgebiet an den europäischen Meeresküsten. Als einjährige, salzspeichernde und entsprechend sehr salztolerante Pflanze nutzt sie das kurze Zeitfenster, das vom Sommer bis zum Spätherbst zur Verfügung steht. Im Herbst überzieht die durch den Farbstoff Betalain rot gefärbte Salzmelde weite Bereiche der Salzlacken wie mit einem roten Teppich.

Nach Márkus (2000) kann man den engen Solontschak-Salzbodenstreifen, der nach der Absenkung des Seespiegels zwischen Mekszikópuszta und Hegykő und die Austrocknung des ehemaligen Seegebiets entstand, als eine Erweiterung der Salzgebiete im Seewinkel sehen. Wegen ihrer tiefen Lage entsteht hier im Frühjahr regelmäßig eine Wasserfläche von einigen Zentimeter Tiefe, die teilweise neben der Mekszikópuszta auch gezielt überflutet werden kann (Kárpáti 1988). Der mit den Überflutungen hochgehaltene Grundwasserspiegel und der stellenweise entstehenden Wasserflöhen dienen nicht nur der Aufrechterhaltung der Salzvegetation, sondern sichern auch den Bruterfolg der an Salzgebiete gebundenen Wasservogelpopulationen (Pellinger 2001).

Für die Rekonstruktion des Lebensraums Salzsee (Wasserregulierung) und für das Management der Gebiete (Beweidung und Mähen, um die Verschluffung und Verbuschung zu verhindern) sorgt der Fertő-Hanság Nemzeti Park mit eigener Infrastruktur. Eine Erweiterung der Lebensraumrekonstruktion ist aufgrund bisheriger Erfahrungen in der Bewirtschaftung möglich.

Am Rande des Südufers (Fertőboz, Hidegség) befinden sich Moorwiesen, neben Balf verschluffende und verbuschende Sumpfwiesen. Wegen der Veränderung der Landschaftsnutzung – Verschwinden der beweideten Koppeln, Rückfall der Nachfrage nach Streu – müssen die Wiesen rekonstruiert werden. Dieser geplante Eingriff ist neben seinen Auswirkungen auf den allgemeinen ökologischen Zustand des Gebiets auch für den konkreten Schutz einiger Arten wichtig, so z.B. für die Erhaltung der Populationen des Schmalblättrigen Wollgrases (*Eriophorum angustifolium*), des Sumpf-Knabenkrauts (*Orchis palustris*), des Fleischfarbenen Knabenkrauts (*Dactylorhiza incarnata*) und der Sumpf-Stendelwurz (*Epipactis palustris*). Die wichtigsten Lebensräume der in Europa als prioritäre Art gelisteten Großen Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*) (SPEC 2-4) sind die Wassergebiete, die in den ehemals abgeschlossenen Gebieten des Eisernen Vorhangs liegen. Das einzige bekannte Vorkommen der Frühen Adonisjungfer (*Pyrrhosoma nymphula*) am Neusiedler See ist ein Kanal neben den Moorwiesen am Fertőboz. In den Röhrichtbeständen kommen die zu den Schmetterlingen gehörenden Schilfheulen in großer Artenvielfalt vor, besonders bedeutend sind *Sedina buettneri* und *Arenostola phragmitidis*.

An den mit Wiesenknopf gefärbten Moorwiesen am Hidegség kommen einige gefährdete Arten, die in Europa als prioritäre Arten gelistet sind, im Fertő-Gebiet in den größten Dichten vor, so z.B. der Helle Wiesenknopf-Ameisen-Bläuling (*Maculinea teleius*) und der Dunkle Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Maculinea nausithous*). Hier lebt auch eine stabile Population des Großen Feuerfalters (*Lycæna dispar*). Diese Wiesen benötigen eine spezielle Nutzung (mosaikartiges Mähen). In Kanälen mit fließendem Wasser befindet sich die in Europa als prioritäre Art gelistete Vogel-Azurjungfer (*Coenagrion ornatum*) in einer bedeutenden Population. In der aufgegebenen Torfgrube leben Große Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*) und Schleie (*Tinca tinca*). Es gibt mehrere solcher kleinerer Wasserflächen, die für die Wiedereinführung des Europäischen Hundsfisches (*Umbra krameri*) geeignet sind. Ein bedeutender Part der Amphibienpopulation verlässt das Wasser zwischen Fertőboz und Hidegség (wo der Streifen zwischen Schilf und Wald am engsten ist), um in den Wäldern des Hügelgebiets zu überwintern. Neben der Straße ist ein Durchgangssystem, das den Tieren in der Zugzeit helfen soll, teilweise schon ausgebaut.

4.1.4 Wissensstand und Informationsdefizite

Der Wissensstand aus naturschutzfachlicher Sicht ist in folgenden Arbeiten und Quellen zusammengefasst:

Studien, Berichte, Publikationen; Websites

- Informationssystem der Bgld. Landesregierung (<http://gis.bgld.gv.at/WebGIS/Naturschutz>)
- Homepage des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel (<http://www.nationalpark-neusiedlersee-seewinkel.at>)
- Homepage des Fertő-Hanság Nemzeti Parks (<http://www.ferto-hansag.hu>)
- Ornithologisches Monitoring im Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel (BirdLife)
- Kartierung von gemäß Richtlinie 79/409/EWG schützenswerten Vogelarten und Erarbeitung von Managementgrundlagen in den drei burgenländischen Natura 2000-Gebieten Neusiedler

See – Seewinkel, Nordöstliches Leithagebirge und Mattersburger Hügelland (Dvorak *et al.* 2008)

- Homepage BirdLife (<http://www.birdlife.at>; <http://www.birding.hu>)
- Neusiedler See-Monografie (Kárpáti & Fally 2012)
- Naturschutz-Informationssystem (Természetvédelmi Információs Rendszer, TIR)
- Ungarisches Nationales Biologische-Vielfalt-Monitoringsystem

Managementpläne

- Managementplan Welterbe Kulturlandschaft Fertő / Neusiedlersee (stadtland, AVL. Váti; 2003)
- Managementplan für den Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel (Kohler & Korner 2006), nicht veröffentlicht, Überarbeitung in Vorbereitung – 2014)
- Managementplan für das Seevogelände (Projekt EuLakes, in Vorbereitung)
- Managementplan für das Natura 2000 – Gebiet Neusiedler See – Seewinkel (geplant für 2014)
- Managementplan für den Fertő-Hanság Nemzeti Park (1996)

Wissensdefizite und mögliche Forschungsthemen

- Die Zunahme der offenen Wasserflächen im Schilfgürtel (siehe unten Abb. 45) sollte genauer untersucht werden. Inwieweit sind sie Folgen von Schnittschäden und inwieweit spielen natürliche Prozesse eine Rolle? Ist das Absterben von größeren Schilfflächen ein irreversibler Prozess? Wie wirken sich neu geschaffene Kanäle auf das Schilfwachstum aus und können sie das Schilfwachstum wieder fördern?
- Sowohl der Zustand des Schilfes als auch der der einzelnen Vogelpopulationen sollte jährlich erfasst werden. Dies ist nur bei der Avifauna derzeit teilweise der Fall, allerdings beschränken sich die Monitoringprogramme mit Ausnahme der Koloniebrüter hauptsächlich auf das Gebiet des Nationalparks. Wünschenswert wäre hier auch eine intensivere Einbeziehung des Westufers und die Zusammenarbeit mit Ungarn, um so für mehr Arten die Bestände des gesamten Sees zu ermitteln
- Möglichkeiten zur wirtschaftlichen Nutzung von Schilf (ökologisierte Schilfnutzung auf Grundlage einer optimalen ökonomische Verwertbarkeit)
- Auswirkungen des ungarischen Projekts zur Ertüchtigung der Kanäle auf naturschutzfachliche Aspekte, insbesondere betreffend die flächige Ablagerung des gebaggerten Sedimentes und mögliche Auswirkungen auf den Wasseraustausch zwischen Kanälen und überstauten Schilfflächen
- Auswirkungen (quantitativ, finanziell) niedriger Wasserstände (bis hin zum Austrocknen des Sees) auf Tourismus, Landwirtschaft etc.
- Ausweisung von Infrastruktur, landwirtschaftlichen Flächen und Siedlungen, die von hohen Wasserständen betroffen wären
- Verstärkte Bewusstseinsbildung über den Stellenwert des Naturschutzes für die Bevölkerung, aber auch Gäste

4.1.5 Konflikte, Bedrohungen, Potenziale – Begründung der Ziele und Vorschläge für konkrete Maßnahmen

4.1.5.1 Schutz natürlicher Prozesse

Aktuell werden natürliche, vom Menschen weitgehend unbeeinflusste Prozesse (Entwicklungen) nur in der Kernzone des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel zugelassen (Abb. 59). Die Naturzone des Nationalparks erstreckt sich grenzübergreifend über den Südteil des Neusiedler Sees und zieht sich mit Unterbrechungen von dort in einem schmaler werdenden Streifen das Ostufer entlang bis zur Podersdorfer Pferdekoppel. Im Süden und Südwesten reicht sie bis an die Staatsgrenze, hinter der nahtlos die Naturzone des ungarischen Seeteils anschließt. Im Südosten und Osten grenzt sie landseitig an die Bewahrungszonen des Seevorgeländes und der Seerandzone. Der Naturzonenstreifen am Ostufer wird seeseitig durch den äußeren Rand des Schilfgürtels begrenzt. Der Naturzonenblock im Süden wird von den nordwärts anschließenden, frei zugänglichen Wasserflächen durch eine Bojenkette getrennt. Enthalten sind freie Wasserflächen, Schilfbestände sowie der teilweise verschilfte Übergang zu den Feucht- und Salzwiesen des Seeufers.

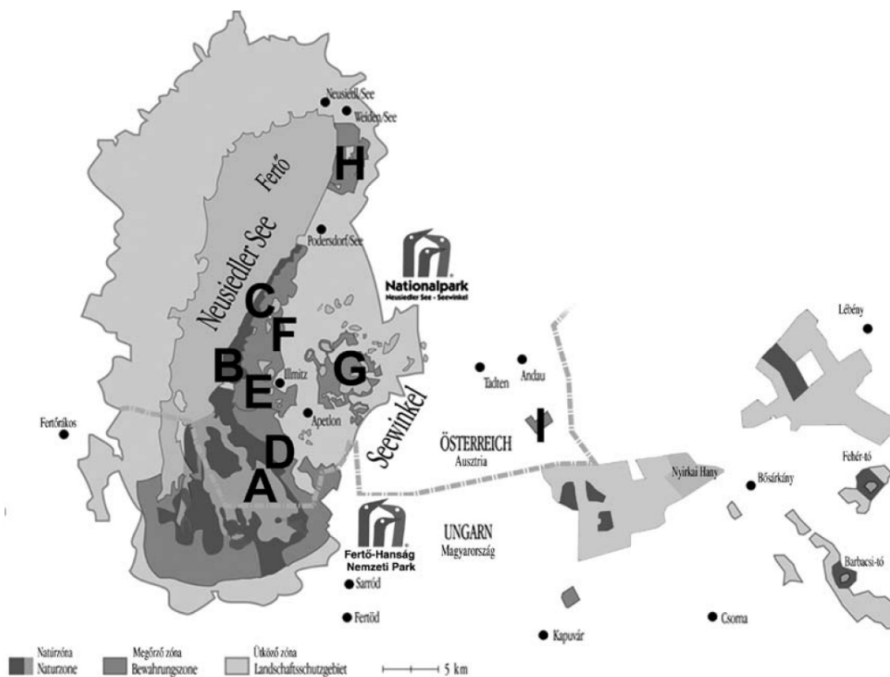


Abb. 59. Zonierung des Nationalparks (Grafik: Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel). Die Beschriftung A bis H bezeichnet die einzelnen Teilgebiete des österreichischen Teils.

Um den ungestörten Ablauf der natürlichen Prozesse zu ermöglichen, sind mehrere Maßnahmen erforderlich:

- Wiederherstellung eines naturnäheren Wasserhaushalts des Neusiedler Sees und Minimierung weiterer Salzverluste durch entsprechende Wehrbetriebsordnungen (umgesetzt in der Wehrbetriebsordnung 2011)
- Rücknahme von früheren Eingriffen in die Fischbiozönose und ein aktiver „Umbau“ der Fischbiozönose durch ein neu orientiertes Fischereimanagement (wird bereits teilweise umgesetzt)

- Rücknahme von Dammschüttungen in Zusammenhang mit der Anlage und Pflege von Kanälen, wobei ausgewählte Kanäle im Schilfgürtel der Naturzone offen gehalten werden sollen (Zugänglichkeit für die Forschungsarbeit)
- Fortsetzung bzw. Intensivierung der Forschungs- und Dokumentationsarbeit zur Behebung der Wissensdefizite in Hinblick auf den Ökosystem- und Prozessschutz

Auch wenn der Schutz natürlicher Prozesse und das Erreichen eines Höchstmaßes an Naturnähe vor allem in der Naturzone des Nationalparks die zentralen Zielsetzungen darstellen, ist auch in den Bewahrungszonen darauf zu achten, dass gebietstypische ökologische Prozesse und Naturerscheinungen unbeeinflusst ablaufen können, soweit sie noch intakt, bzw. vom Menschen ungestört sind. Wo sie zum offenkundigen Nachteil der Biodiversität bereits vom Menschen verändert worden sind, ist auf eine Wiederherstellung in einer möglichst naturnahen Ausprägung zu achten. Im Sinne der Nationalparkphilosophie ist dabei jeweils autonom ablaufenden, natürlichen Prozessen der Vorzug gegenüber manipulierenden und steuernden Eingriffen des Menschen zu geben. Dies bedeutet zum Beispiel in Hinblick auf wasserwirtschaftliche Maßnahmen, dass dem konsequenten Verzicht auf künstliche Ableitung bzw. Grundwasserentnahme der Vorrang vor einem ausgeklügelten, künstlichen System abwechselnder Wasser-Zu- und -Ableitung zu geben ist. Dies gilt selbst dann, wenn im „naturnäheren“ Managementregime wegen schwankender Niederschlagsmengen bestimmte Zielwasserstände nicht mit der gleichen Treffsicherheit zu erreichen sind, wie in im stärker artifiziiellen. Die Verpflichtung, in den Bewahrungszonen des Nationalparks bestimmte Arten und Lebensgemeinschaften zu erhalten ist grundsätzlich unbestritten, sie darf aber nicht als Freibrief für ein ständiges und beliebiges Eingreifen in Naturabläufe interpretiert werden. Soweit dies unter den anthropogen beeinflussten Verhältnissen der Bewahrungszonen möglich und vertretbar ist, muss Naturnähe als Zielvorstellung und Qualitätskriterium auch hier einen hohen Stellenwert haben. Eine Orientierungshilfe dafür, welche Managementeingriffe zulässig sein können und welche nicht, bieten die Verhältnisse vor den großtechnischen Eingriffen in die Landschaft. Allerdings ist der Bezug auf frühere Landschaftszustände und Bewirtschaftungspraktiken nicht als Aufforderung misszuverstehen, eine museale Kopie historischer Verhältnisse anzustreben. Der Bezug hat orientierenden Charakter und muss sich jeweils den geltenden Naturschutzzielsetzungen unterordnen. Die Umsetzung entsprechender Maßnahmen erfordert seitens des Gebietsmanagements ein erhebliches Maß an Fingerspitzengefühl.

4.1.5.2 Entwicklung und Erweiterung bestehender Schutzgebiete

Das Gebiet des Neusiedler Sees und Seewinkels weist aktuell einen sehr guten Schutzstatus auf, wobei sich die unterschiedlichen Schutzkategorien teilweise überlagern. Als erster Schritt erfolgte 1977 in Österreich die Nominierung als Biosphärenpark Neusiedler See (25 000 Hektar), wobei dieser nur den See und seinen Schilfgürtel umfasst. Um einen großflächigen Schutz zu garantieren, wurde die Region in Österreich 1980 als Natur- und Landschaftsschutzgebiet Neusiedler See und Umgebung (LGBl. Nr. 22/1980) ausgewiesen. Seit Ende 1982 wurde das Landschaftsschutzgebiet auch als Ramsar-Gebiet nominiert. Ramsar-Gebiete werden entsprechend den Zielen des „Übereinkommens über Feuchtgebiete, insbesondere als Lebensräume für Wat- und Wasservögel von internationaler Bedeutung“ (Ramsar-Konvention) ausgewiesen. In Österreich bewirkt die Ausweisung von Ramsar-Gebieten keinen unmittelbaren rechtlichen Schutz, sie ist vielmehr als Prädikat (Gütesiegel) für international bedeutende Feuchtgebiete und als moralische Verpflichtung zu deren Erhaltung und nachhaltiger Nutzung zu verstehen. Die Gewährleistung eines entsprechenden Schutzstatus wird aber meist über

andere rechtlich bindende Instrumente (wie die Erklärung zum Naturschutzgebiet, Nationalpark, Biosphärenpark etc.) sichergestellt.

Der 1993 bewusst nach den Kriterien der IUCN eingerichtete Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel hat als erster heimischer Nationalpark die internationale Anerkennung erhalten und damit eine wichtige Vorreiterrolle in Österreich gespielt (heute verfügen alle 6 österreichischen Parks über die IUCN-Anerkennung). Gemeinsam mit dem bereits 1991 geschaffenen Fertő-Hanság Nemzeti Park bildet der Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel ein ca. 300 km² großes grenzüberschreitendes Schutzgebiet. Die österreichischen Nationalparkflächen (in Summe ca. 90 km²) liegen in den Gemeindegebieten von Andau, Apetlon, Illmitz, Neusiedl/See, Podersdorf, Tadtten und Weiden am See, sie stehen durchwegs in Privatbesitz und sind über langfristige Pachtverträge gesichert. In Ungarn sind die Nationalparkflächen (237 km², davon 76,6 km² Naturzone) hingegen Staatsbesitz, sie liegen in den Gemeindegebieten von Fertőrákos, Sopron, Balf (Sopron), Fertőboz, Hidegség, Fertőhomok, Hegykő, Sarród, Fertőszéplak, Fertőújlak (Seegebiet), Fehér-tó, Győrsövényház, Barbacs, Kóny, Maglóca, Bősárkány, Acsalag, Dör, Lébény, Jánossomorja, Kimle, Újrónafő, Csorna, Kapuvár und Osli (Hanság) sowie Répceszemere, Csáfordjánosfa, Nagygeresd und Vámoscsalád (Rabnitz) (<http://www.ferto-hansag.hu/>).

2001 erfolgte die Eintragung der Kulturlandschaft Fertő / Neusiedlersee als Welterbegebiet „Kulturlandschaft“ gemäß den Statuten der UNESCO. Die Kernzone in Ungarn und Österreich ist 68 369 Hektar groß, die umliegende Pufferzone 6 347 Hektar (Kap. 5.1, Abb. 70).

Im Jahr 2013 wurde mit der Verordnung der Burgenländischen Landesregierung (LGBl. Nr. 25/2013 vom 19. März 2013) das Neusiedler See und seine Umgebung sowie das Nordöstliche Leithagebirge zum „Europaschutzgebiet Neusiedler See – Nordöstliches Leithagebirge“ erklärt.

Um die Schutzhalt in einem günstigen Zustand zu erhalten bzw. sie dorthin zu entwickeln, wurde 2005 der Managementplan für den österreichischen Teil des Nationalparks erarbeitet. Bereits zwei Jahre davor erfolgte die Ausarbeitung des Managementplans für das Welterbe Kulturlandschaft Fertő / Neusiedlersee.

Ein erster Schritt zu einem parzellenscharfen Management der naturnahen Flächen wurde schließlich im Rahmen des EuLakes-Projekt gesetzt. Im Oktober 2013 erfolgte die Fertigstellung eines Umsetzungsplans zur Wiederherstellung eines zusammenhängenden, extensiv genutzten Wiesengürtels um den Neusiedler See. Dieser soll auf vertraglichen Vereinbarungen zwischen öffentlichen Institutionen und den Grundeigentümern bzw. Nutzern der Seewiesen basieren. Dieser ist als Vorläufer für den Managementplan für das Europaschutzgebiet Neusiedler See – Nordöstliches Leithagebirge zu sehen, der in den nächsten Jahren erstellt werden soll.

Die Ausweitung der Schutzgebiete erscheint bei den vielfältigen existierenden Schutzebenen vordergründig nicht unbedingt erforderlich zu sein. Im Detail betrachtet liegt jedoch ein großes Defizit in der strukturellen Anordnung der Nationalparkflächen, die nicht geschlossene Gebiete, sondern einzelne (meist zusammenhängende) Parzellen umfassen. Trotz der teilweise vorhandenen „Abpufferung“ durch ÖPUL-Flächen (ÖPUL = Österreichisches Programm für umweltgerechte Landwirtschaft) grenzen landwirtschaftlich intensiv genutzte Ackerflächen vielerorts unmittelbar an naturschutzfachlich hochwertige Flächen an (Abb. 60), wodurch letztere zahlreichen Schadeinflüssen ausgesetzt sind, etwa durch Entwässerung, Grundwasserspiegelabsenkung, Nährstoff- und Pestizideintrag. Diesem Missstand könnte durch eine entsprechende Gebietsarrondierung bzw. durch die Schaffung eines geschlossenen, auf Dauer gesicherten Puffergürtels rings um die eigentlichen Schutzgebietsflächen begegnet werden. Auch die Forderung nach Extensivierung der landwirtschaft-

lichen Nutzung des Schutzgebietsumfelds bzw. einer verstärkten Umstellung auf biologischen Landbau, wie sie vom Fachbereich Landwirtschaft erhoben wird, käme einem verbesserten Schutz der sensiblen Naturräume zu Gute. Die Schaffung ausreichend breiter Pufferzonen ist auch eine der Kernvoraussetzungen für die Wiederherstellung naturnäherer Wasserstandsverhältnisse im Bereich der Schutzgebiete des Nationalparks, um Konflikte, die sich aus der dringend notwendigen Anhebung des Grundwasserstandes ergeben könnten zu minimieren.



Abb. 60. Landwirtschaftliche Nutzung unmittelbar am Lackenrand, Lacke Nr. 77 bei der Stundlacke.

4.1.5.3 Förderung eines maximalen Wasserrückhalts im See, Seewinkel und Hanság

Ein Kennzeichen des Neusiedler Sees sind Wasserstandsschwankungen, die in den vergangenen Jahrhunderten sogar mehrmals zum Austrocknen des Sees geführt haben. Diese enorme Dynamik in den Wasserständen wurde im letzten Jahrhundert stark eingeschränkt (Kap. 2.2). Bei der Wasserstandsdynamik kann man zwei Prozesse unterscheiden, erstens die jährlichen Schwankungen, die meist durch eine Wasserrezession im Frühjahr gekennzeichnet sind und zweitens länger über Jahre andauernde Schwankungen. Beides ist aus der Sicht des Vogelschutzes durchaus positiv zu bewerten. Wie bereits oben dargelegt, ist der jährliche Pegelrückgang eine wichtige Voraussetzung für den erfolgreichen Nahrungserwerb und Brutablauf bei den in Kolonie brütenden Schreitvögeln. Länger anhaltende Trockenheit führt zwar je nach dem Wasserstand zu einem zeitweiligen Rückgang bei einigen Arten, der niedrige Wasserstand bietet dann aber anderen Arten, wie z.B. dem erwähnten Blaukehlchen, besonders gute Bedingungen. Letztlich sind die meisten hier vorkommenden Arten an diese Dynamik im Wasserhaushalt angepasst.

Die aktuelle, von der Gewässerkommission erarbeitete Wehrbetriebsordnung, mit der die Wasserabfuhr aus dem Neusiedler See über den Einser-Kanal geregelt wird, ist auf ein 100-jährliches Hochwasserereignis bei einem (Ruhe-)Wasserspiegel von 116,00 m ü.A. ausgelegt. Vom Standpunkt des Vogelschutzes sind eine möglichst naturnahe Wasserstandsdynamik und damit ein möglichst hoher Wasserstand für künstliche Ableitungen über das Wehr anzustreben. Das Ableiten von Wasser aus dem See verringert aber nicht nur die maximal mögliche Amplitude des Wasserspiegels, sondern führt auch zu einem Verlust von Salzen, die im Seewasser gelöst sind (vgl. Kap. 3.1). Die Ableitung soll

daher minimiert werden. Derzeit erfolgt eine Lokalisierung möglicher Konfliktzonen (Infrastruktur, Landwirtschaft, Siedlungen), die das Erreichen eines höheren Wasserstandes behindern (G. Kubu in Vorb.).

Im Seewinkel sind die durch die Errichtung des Zweier-Kanals und seiner zahlreichen Zubringer verursachten Grundwasserspiegelabsenkungen sowie die künstlich geschaffenen Verbindungen zwischen den ursprünglich voneinander isolierten Sodalacken rückgängig zu machen. Ein erster Schritt dazu ist die Schließung von Entwässerungsgräben sowie die Errichtung von Wehranlagen und Rückstaudämmen, um eine flächenhafte Wiederanhebung des Grundwasserstandes einzuleiten, soweit dies die weit in ehemalige Überschwemmungsräume vorgedrungenen Siedlungsgebiete zulassen. Weiters ist das Problem der massiven, vielfach nicht nachhaltigen Grundwasserentnahme zu landwirtschaftlichen Beregnungszwecken zu lösen. Die durch Entwässerungsgräben und Grundwasserentnahmen verursachte, großflächige Absenkung des Grundwasserstandes hat zu einer Störung des empfindlichen Wasser- und Salzhaushaltes praktisch aller Sodalacken und Alkalisteppen des Seewinkels geführt (Kirschner *et al.* 2007; Kohler *et al.* 1994; Krachler *et al.* 2000). Seit Beginn der Entwässerungsmaßnahmen um 1920 sind mehr als 100 Sodalacken endgültig verschwunden, die Mehrzahl der etwa 40 verbliebenen Gewässer befindet sich in unterschiedlichen, zum Teil weit fortgeschrittenen Stadien der Degradation. Lediglich eine Handvoll Lacken kann noch als einigermaßen intakt bezeichnet werden, wirklich ungestört ist kein einziges Gewässer mehr (Krachler *et al.* 2012). Da die Sodalacken, Salzsümpfe und Alkalisteppen – die meist unter dem Begriff der „Pannonische Salzlebensräume“ zusammengefasst werden – ein zentrales Schutzgut des Nationalparks Neusiedler See-Seewinkel sind und einen prioritär zu schützenden Lebensraumtyp nach der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union darstellen, besteht hier dringender Handlungsbedarf.

Das Entwässerungskanalsystem des Hanságs erreichte seine derzeitige Ausbreitung bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts. Es veränderte sowohl den ökologischen Zustand des Hanságs als auch die Art der Landschaftsnutzung. Ackerbau und zu einem gewissen Maß auch Forstwirtschaft benötigen aufgrund der stark mechanisierten Arbeitsprozesse niedrige Grundwasserstände. Mit dem Absinken des Grundwassers setzte jedoch eine Erosion des Torfbodens ein, die bis heute anhält. Der faserige, rohe Torf – der früher im Hanság an mehreren Orten abgebaut wurde – trocknet dadurch aus und heute fast völlig zersetzt. Dadurch kann die so veränderten Böden werden vom Wind leicht erodiert, was zu einem ständigen Verlust an Erdboden führt (Balsay & Balsay 2010; Bidló 2012; Dömsödi 1974). Aus ökologischem und ökonomischem Interesse heraus muss dieser Prozess gestoppt werden – auch gegen die landwirtschaftlichen Ansprüche nach der Entwässerung der tieflegenden Flächen des Hanságs. Ein bilateral abgestimmtes detailliertes Konzept zur Wiedervernässung des Hanság ist ein wichtiges naturschutzfachliches Ziel.

4.1.5.4 Erhaltung einer möglichst großen Amplitude von Wasserspiegelschwankungen im See

Als Rahmenbedingung für viele der Schutzgüter am Neusiedler See sind jahreszeitliche Wasserstandsschwankungen erforderlich. Sowohl Pflanzen- als auch viele Vogelarten (Silberreiher, Löffler, Säbelschnäbler, Kampfläufer, Seeregenpfeifer, Fluss-Seeschwalbe, Rotschenkel, Uferschnepfe, Schafstelze) sind auf die Wasserspiegelschwankungen angewiesen und gut daran angepasst. Die Flachwasserzonen zählen zu den artenreichsten Lebensräumen des Neusiedler See-Gebietes. Aus Sicht des Naturschutzes sind starke Schwankungen (sowohl nach oben, als auch nach unten) Teil des Ökosystems und daher gewünscht. Keine Zustimmung findet die künstliche Aufrechterhaltung permanent

hoher Wasserstände sowie die künstliche Dotation mit Grund- und/oder Oberflächenwasser aus benachbarten Fließgewässern. Sie drohen die bereits eingengte Dynamik im Wasserhaushalt noch weiter zu beschränken und würden sich folglich negativ auf die Biodiversität auswirken.

Um im Seewinkel und Hanság auch sehr hohe Wasserstände (im Winter und Frühjahr) zuzulassen, ist gegebenenfalls eine Entschädigung für landwirtschaftliche Flächen, die von Vernässungen betroffen sind notwendig. Derzeit wird seitens der Universität für Bodenkultur, Institut für Meteorologie (G. Kubu in Vorb.) ermittelt, um welche Flächen es sich handelt (auch Hafeneinrichtungen, etc.). Eine Wasserableitung aufgrund einer (erschweren) landwirtschaftlichen Bewirtschaftung ist aus ökologischer Sicht nicht vertretbar. Betroffene Agrarflächen sollen über ÖPUL-Förderungen stillgelegt werden, was sich mit den Zielen im Fachbereich Landwirtschaft deckt (vgl. Kap. 5.4.5).

4.1.5.5 *Ökologisierung der Schilfnutzung und Vermeidung von erntebedingten Schilfschäden*

Die Uferzonen des Neusiedler See sind bis auf einen kurzen Abschnitt südlich von Podersdorf (Pferdeweide) vollständig verschilft. Die Breite des Schilfgürtels schwankt sehr stark und ist generell am Ostufer infolge von Wellenschlag und Eisstoß sehr schmal (200 bis 500 Meter), am Westufer bei der Wulkamündung hingegen bis zu 4,5 km breit. Der Schilfgürtel erreicht seine größte Breite im ungarischen Teil, am Südufer bei Fertőboz ist er über >5 km breit.

Von der Seefläche macht Schilf ca. 50% (von 320 km²) aus, im ungarischen Teil (75 km²) hat es einen Anteil von ca. 86%. Charakteristisch sind die vom Schilf umschlossenen, offenen Wasserflächen, die so genannten Rohrlacken. Charakteristisch ist auch das künstlich angelegte, ursprünglich mehrere hundert Kilometer lange Kanalsystem, das teilweise wieder zugewachsen ist. Die bis heute erhalten Kanäle sorgen für eine Verbindung zwischen den großen, offenen Wasserflächen und den inneren Seen und ermöglichen den Wasseraustausch im Schilfgürtel.

Wie bereits oben (siehe Kap. 4.1.3) hat der Schilfgürtel eine herausragende Bedeutung für die Vogelfauna. Andere wichtige Schutzgüter sind Fische (vor allem in den ökologisch wichtigen Randzonen des Schilfgürtels auf der Seeseite, aber auch in den landseitigen Überschwemmungsräumen), schilfbewohnende Arthropoden, Mollusken, Amphibien und Säugetiere (Sumpfwühlmaus, Sumpf- und Wasserspitzmaus). Weiters sind prioritäre Lebensraumtypen, wie *Cladium mariscus*-Bestände und Arten der Roten Listen wie z.B. die Strand-Teichbinse (*Schoenoplectus litoralis*) zu berücksichtigen. Die Verbreitung dieser Arten wird maßgeblich durch die Schilfbewirtschaftung beeinflusst.

Ein entsprechendes Managementkonzept für die Schilfbewirtschaftung ist in Ausarbeitung (BirdLife Österreich). Dort werden die Naturschutz-Leitbilder, die Grundlage für Management und Schutzmaßnahmen darstellen werden, primär aus Sicht des Vogelschutzes formuliert

So hat die Schilfbewirtschaftung neben der Schilfstruktur einen entscheidenden Einfluss auf die Vogelfauna, da einjährige Schilfflächen kaum von Vögeln genutzt werden und man erst in fünf Jahre alten Schilfbeständen vermehrt Altschilfspezialisten wie Mariskensänger und Kleines Sumpfhuhn findet (Zwicker & Grüll 1985). Die Art und das Ausmaß der Schilfnutzung müssen sich daher direkt auf die Bestandszahlen auswirken.

Bis jetzt gab es leider nur unzureichend Daten zum Schilfalter einzelner Flächen (abgesehen von einigen Kartierungen von E. Csaplovics aus den 1980er Jahren). In einem derzeit in Ausarbeitung befindlichen Managementplan für das Natura 2000-Gebiet Neusiedler See wird unter anderem das Alter

einzelner Schilfflächen ermittelt. Dabei zeigt sich, dass auf österreichischen Seite derzeit jährlich ca. 10–25% aller Schilfflächen (ca. 102 km²) geschnitten werden (Daten aus neun Jahren, Winter 2004/2005 bis Winter 2012/13). Bestimmt man die Flächen, die zumindest einmal in den letzten acht Wintern geerntet wurden, so ergibt das ca. 41% oder ca. 46 km² der gesamten *Phragmites*-Flächen auf österreichischen Gebiet (Abb. 62). Bei niedrigem Wasserstand kommt es zu einer massiven Ausdehnung der Schnittflächen (Abb. 61). Die Schnittflächen konzentrieren sich auf das Westufer des Sees. Ermittelt man die Altersstruktur der Schilfbestände im Jahr 2013, so findet man sehr junge Schilfbestände vor allem zwischen Oggau und Neusiedl (Abb. 62). Der derzeitige Schilfschnitt führt dazu, dass bestimmte Flächen jährlich und andere überhaupt nie gemäht werden. Daher kommt es zum Teil zu extrem altem Schilf (älter als 30 Jahre), in denen bereits ein Rückgang in den Bestandszahlen einiger Arten festgestellt wurde (unpubl. Daten E. Nemeth und M. Dvorak).

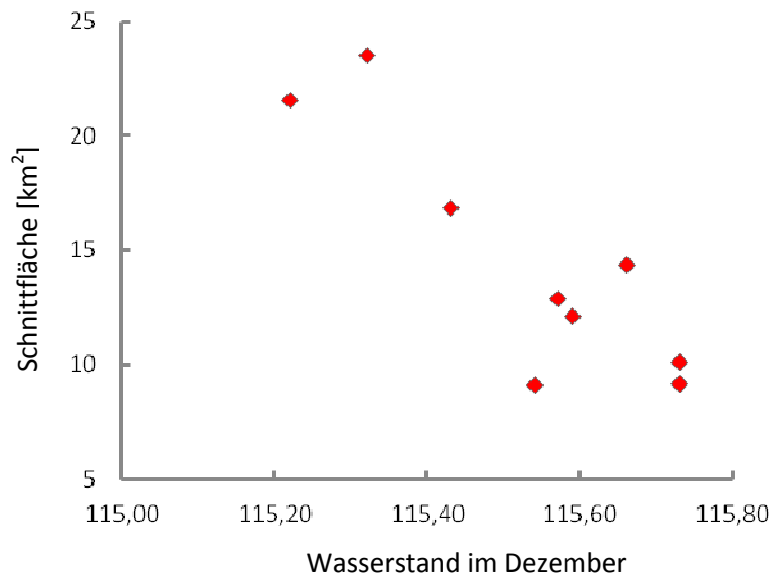


Abb. 61. Seepiegel [m ü.A.] und Schilfernteflächen am Neusiedler See. Der Wasserstand wurde im Dezember gemessen (2004–2013, in m ü.A., Daten des hydrographischen Amtes Burgenland).

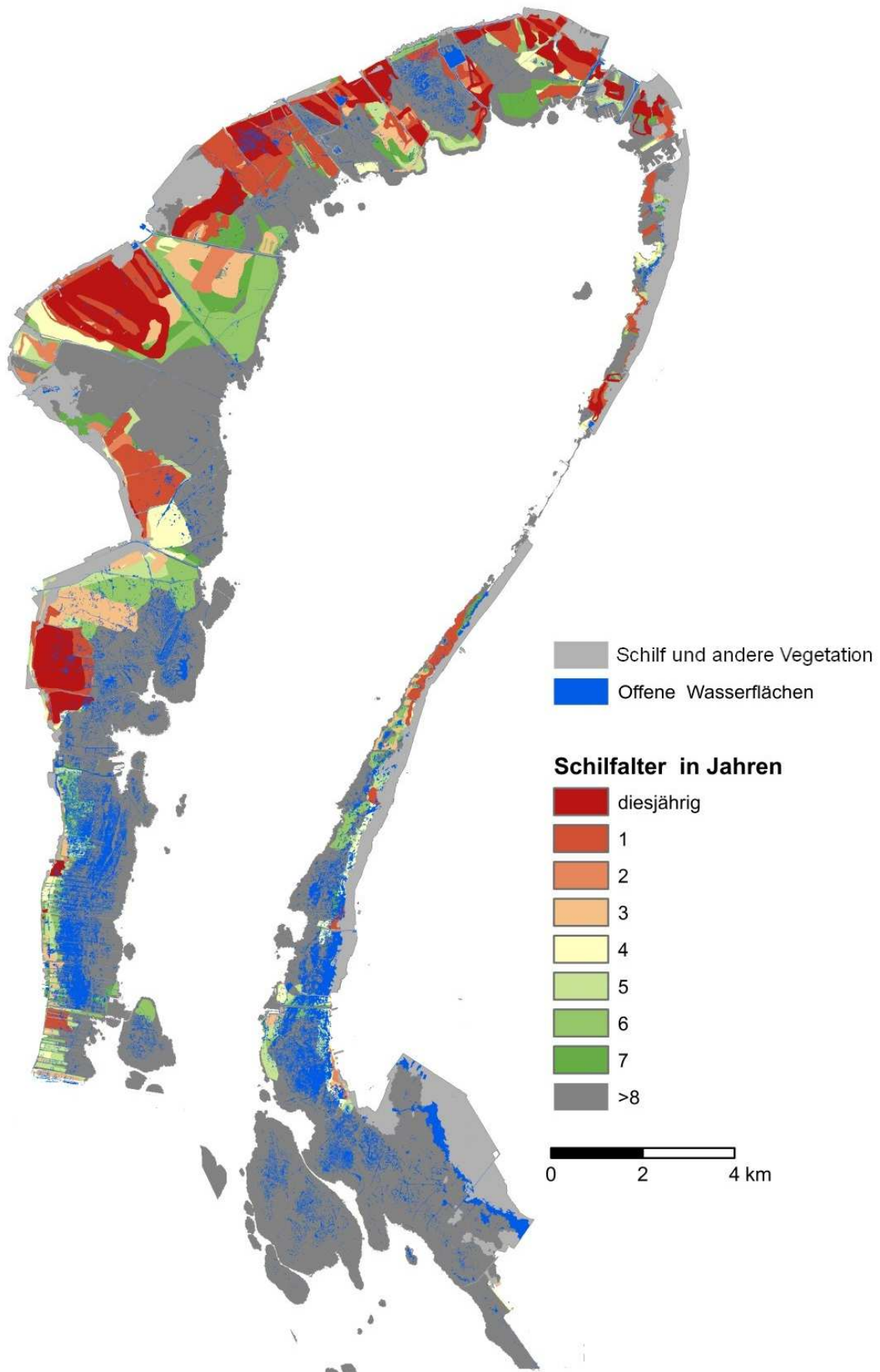


Abb. 62. Alter des Schilfes im österreichischen Teil des Neusiedler Sees im Jahr 2013, beruhend auf der Erfassung des Schilfschnittes aus acht Jahren (Winter 2004/05 – Winter 2012/13).



Abb. 63. Durch die Schilfernte bedingte Schäden am Schilfröhricht südlich Strandbad Illmitz (Quelle: Google Earth, Flugdatum 28.04.2012).

Der Einfluss der Schilfwirtschaft beschränkt sich nicht nur auf die Schaffung unterschiedlich alter *Phragmites*-Bestände, ein wichtiger Faktor sind Schnittschäden, die zum Absterben größerer Schilfbereiche führen können. Diese abgestorbenen Flächen können zum Teil über Jahrzehnte nicht mehr vom Schilf bewachsen werden. So findet man zwischen Mörbisch und Rust und südlich des Illmitzer Seebades Flächen die vermutlich in den 1960er Jahren des vorigen Jahrhunderts geschädigt wurden und seitdem nicht mehr zugewachsen sind, sondern sich sogar vergrößert haben (Abb. 63). Die Ursachen für diese lang anhaltenden Schäden sind nicht wirklich geklärt. Sie treten wahrscheinlich dann auf, wenn gemähte Flächen nach der Mahd überflutet werden und es dann zu einem großflächigen Absterben von Rhizomen kommt. Eine weitere Möglichkeit ist, dass das Mähen mit schweren Fahrzeugen auf nicht gefrorenen Grund zu stärkeren Verletzungen an den Rhizomen führt. Die abgestorbenen Rhizome lösen vermutlich toxische Prozesse im Boden aus (Armstrong & Armstrong 2001), die das Wachstum verhindern und eine Wiederbesiedelung ausschließen.

Ein Beispiel für das Absterben eines größeren Schilfbestandes liefert ein Gebiet bei Oggau (Abb. 64). Wahrscheinlich entstand der Schaden im Winter 2005/2006. In diesem Winter kam es von Dezember bis März Februar zu einem besonders starken Anstieg des Wasserpegels (>50 cm), der vermutlich zuvor geschnittene Flächen überflutete. Ein Vergleich von Luftbildern aus dem Jahre 2005 und 2008 dokumentiert den Rückgang des Schilfbewuchses. Die abgestorbenen Flächen stimmen mit den im Jahr 2006 festgestellten Schnittflächen überein.



Abb. 64. Identes Schilfgebiet bei Oggau in den Jahren 2005 und 2008. Im Jahr 2008 (Falschfarbenfoto vom 7. August) ist deutlich die Zunahme der offenen Wasserflächen durch Schnittschäden erkennbar. (Quelle: Webgis Burgenland).

Eine genaue Bilanzierung der Schnittschäden für den gesamten See liegt derzeit noch nicht vor. Zusätzlich zu den offenen Wasserflächen müsste man auch die von oben nicht immer sichtbaren Fahrspuren der Erntemaschinen rechnen, welche die Rhizome nachhaltig schädigen können. Die offenen Wasserflächen betragen derzeit ca. 16% des gesamten Schilfgürtels auf österreichischer Seite (ausgerechnet aus dem Falschfarben-Luftbild aus dem Jahr 2008 mit der Pixelgröße von 0,25 x 0,25 m)⁴. Csaplovics & Schmidt (2011b) belegen bereits einen Anstieg der Wasserflächen im Vergleich zu 1979; inwieweit aber Schnittschäden die Ursache dafür sind, ist leider nicht belegt. Es gibt auch Hinweise, dass Schilfgebiete auch ohne anthropogenen Einflüsse zusammenbrechen können (durch Schnebruch, E. Nemeth eig. Beob.), das Ausmaß dieses „natürlichen Schilfsterbens“ ist aber unbekannt.

⁴ Diese 16% unterscheiden sich von den 12% für Braunwasser in der Studie von Csaplovics & Schmidt (2011), weil hier alle Wasserflächen berücksichtigt werden, während dort ein Teil der Wasserflächen in die als weniger vital klassifizierten Schilfgebiete fällt.

Wie für den ungarischen Teil des Schilfgürtels gezeigt wurde (Dinka *et al.* 2004), sind Schilfflächen im zentralen Teil des Schilfgürtels am wenigsten vital und erscheinen daher am anfälligsten gegenüber Schnittschäden. Angesichts dieser Risiken beim Schilfschnitt erscheint es angebracht, eventuell auch das gezielte Abbrennen als Managementmaßnahme in Betracht zu ziehen, um sehr starke überalterte Schilfbestände zu verjüngen. Allerdings muss dies kontrolliert erfolgen, um ein unerwünschtes Übergreifen auf andere Gebiete zu verhindern.

In Zukunft sollte versucht werden, durch abwechselndes Bewirtschaften eine für die verschiedenen Vogelarten adäquate Habitatstruktur zu finden (ein Managementplan für das österreichische Schilfgebiet wird derzeit ausgearbeitet). Da die Arten sich in der Habitatwahl stark unterscheiden, ist ein Mosaik an verschiedenen alten Schilfbeständen anzustreben. Die Besorgnis erregenden Schnittschäden sollten minimiert werden, bei ganz stark überalterten und zusammengebrochenen Schilfbeständen wäre ein einmaliges gezieltes Abbrennen angebracht, da ein schonender Schilfschnitt in diesen Gebieten schwierig ist. Bei den in Kolonien brütenden Vogelarten sollten die Koloniestandorte und deren unmittelbare Umgebung nicht bewirtschaftet werden.



Abb. 65. Brandfläche im Süden des Neusiedler Sees auf ungarischem Gebiet. Blick Richtung Mörbischer Seebühne (Foto: G. Kutrucz).

Etwas anders stellt sich die Situation im südlichen, ungarischen Seeteil dar. Hier ist eine Anreicherung von Seesedimenten gegeben, die hier wegen der Hauptwindrichtung (N/NW) und der nach Süden ausgerichteten Seiche-Bewegungen im Schilfgürtel deponiert werden. Dieser Prozess führte im ungarischen Seeteil im 20. Jahrhundert zu einer raschen Ausdehnung der Schilfgebiete, die bis heute andauert (Túri 1991). Nach dem 2. Weltkrieg wurde eine sozialistische Firma zur Schilfbewirtschaftung gegründet, die den Schilfgürtel am Neusiedler See jahrzehntenlang intensiv erntete, anfangs mit Handarbeit, später zunehmend mechanisiert (Ruttkey *et al.* 1964). Nachdem der Abtransport des Schilfs in den frühen Jahren mit Hilfe von Booten erfolgte, wurde 1955–57 die Körcsatorna gegraben, 1958–59 dann ein 240 km langes Kanalsystem im Schilfgürtel ausgestaltet. Dieses System verhinderte jedoch die Nachlieferung von frischem, sauerstoffreichem Wasser in den Schilfgürtel, was zur Ausdünnung der inneren Schilfgebiete führte. Die Auswirkungen zeigten sich

bereits kaum fünf Jahre nach der Gestaltung des Kanalsystems (Bognár 1966). Auch wenn die Kanäle mit Ausnahme des Hauptkanals seit dem Einsatz der Seiga-Schilferntenmaschinen und damit seit Jahrzehnten nicht mehr benutzt werden, verschlammten und verschilfen, sind die schädlichen Einflüsse auf die ungarischen Schilfgebiete auch heute noch spürbar.

Heute ist der ungarische Seeteil Staateigentum, die Nutzungsrechte der streng geschützten Gebiete befinden sich beim Fertő-Hanság Nemzeti Park, die der geschützten Gebiete beim Észak-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság (Wasserrechtliches Institut). Das Nutzungsrecht der Schilfgebiete hat hingegen – nach der Privatisierung des staatlichen Unternehmens – eine private Firma. Die Methoden und das Ausmaß der Schilfnutzung widersprechen in den letzten 10 bis 15 Jahren den Umwelt- und Naturschutzinteressen (Abb. 66). Die derzeitige Situation verhindert die Durchführung von Maßnahmen, die letztlich der Verbesserung der Wasserqualität und des ökologischen Zustands dienen würden. Um in Zukunft eine gezieltere und nach ökologischen Kriterien durchgeführte Nutzung zu ermöglichen, sollten die Rechte für die Schilfnutzung in Ungarn auf die Verwaltung des Nationalparks übertragen werden (vgl. Kap. 6.1.3: Abb. 90).



Abb. 66. Schilfernteflächen im ungarischen Teil des Neusiedler Sees in den Saisonen 2011/2012 (links) und 2012/2013 (rechts).

4.1.5.6 Förderung der Biodiversität (offene, nicht verschilfte Flachwasserzonen) im Übergangsbereich zwischen dem Schilfgürtel und dem Ufer des Neusiedler Sees

Offene Flachwasserzonen stellen einen Hotspot der Biodiversität dar und sind für viele Tier- und Pflanzenarten das einzig geeignete Habitat.

Die landseitige Ausformung der Schilfbestände hängt sehr stark von der Nutzung der seenahen Flächen ab. Bis in die 1960er Jahre wurden die Uferzonen des Sees beweidet und das grüne Schilf zusätzlich geschnitten und als Einstreu in den Stallungen genutzt. Mit dem Zusammenbruch der Rinderzucht rings um den See entfiel dieser Nutzungsdruck. Seit der Gründung des Nationalparks setzte die Beweidung wieder ein und es konnten wieder Seewiesen geschaffen werden (Abb. 67).

Aktuell findet man nicht-verschilfte Bereiche nur im Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel, bedingt durch ein gezieltes Weidemanagement. Graurinder, Wasserbüffel, Warmblutpferde, Przewalskipferde und Weiße Esel sorgen an verschiedenen Abschnitten der Uferzone des Neusiedler Sees dafür, dass sich das Schilf nicht weiter landseitig ausdehnen kann. Die nördlichste Koppel beginnt am

Südrand von Podersdorf und erstreckt sich auf einer Länge von ca. 2,5 km bis zum Aussichtsturm in der „Illmitzer Hölle“. Die Breite des beweideten Ufers beträgt zwischen 110 und 220 m und schwankt mit dem Wasserstand des Neusiedler Sees um weitere 20 bis 30 m. Die zweite große Pferdekoppel liegt bei Illmitz und beginnt beim Bootskanal bei der Biologischen Station und erstreckt sich auf einer Länge von 1500 m entlang des Ufers des Neusiedler Sees bis zum „Illmitzer Wäldchen“ nördlich der Seestraße. Zwischen beiden Koppeln liegt die nur sehr extensiv beweidete Przewalski-Koppel mit einer Länge von 3,4 km und einer Breite von 150 bis 350 m.



Abb. 67. Durch die Beweidung offen gehaltenes Seeufer südlich von Podersdorf (Foto: I. Korner, 2011).

Nördlich davon liegt eine Koppel, die von Aberdeen Angus Rindern beweidet wird, diese ist fast 3 km lang, aber nur 90 bis 150 m breit. Die größte Rinderkoppel befindet sich zwischen der Esel-Koppel des Sandecks und dem Neudegg und ist 4,5 km lang und zwischen 700 und 800 m breit.

Ein begleitendes Vegetationsmonitoring zeigte, dass sich typische Salzarten wie die Strand-Schuppenmiere (*Spergularia maritima*) in einzelnen Koppeln erst ab 2007 wieder etablieren konnten. Dass die Auswirkungen der Beweidung erst über lange Zeiträume wirken, zeigte das Auftreten gänzlich neuer Arten wie Queller (*Salicornia prostrata*), Dorn-Gras (*Crypsis aculeata*) und Dickblatt-Gänsefuß (*Chenopodium botryodes*) in der Vegetationsperiode 2011. Durch den Rückgang von Schilf und Straußgras wurde der Boden offener und durch die höhere Verdunstung reicherte sich mehr Salz im Boden, was das Auftreten der typischen Salzarten förderte.

Die Bedeutung dieser freien Seeuferbereiche wird auch durch den Fund eines der wenigen Vorkommen der vom Aussterben bedrohten Amerikanischen Teichbinse (*Schoenoplectus americanus*) im Bereich des offenen Seeufers südlich von Podersdorf und in der Pferdekoppel von Illmitz unterstrichen.

Da innerhalb des Nationalparks die Wiederherstellung der schilffreien Uferzonen sehr gut funktioniert, liegt das Hauptaugenmerk nunmehr am Westufer, wo bisher nur punktuell Beweidungsprojekte stattfinden (Rust, Oggau).

Bei aller positiven Bewertung der Beweidungsmanagements im Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel ist darauf hinzuweisen, dass jüngste Untersuchungen der Heuschreckenfauna des Nordburgenlandes (Bieringer *et al.* 2013) ergeben haben, dass die gezielte Erhaltung von unbeweideten Zonen entlang des landseitigen Schilfrandes doch auch für einzelne Schutzgüter erforderlich sein kann. Dies trifft insbesondere für die Pannonische Strandschrecke (*Epacromius coerulipes*) zu. Diese Art gehört zu den seltensten Heuschrecken Österreichs und ist hier ganz auf das Neusiedler See-Gebiet beschränkt. Sie benötigt offensichtlich locker verschliffte Salzstandorte, deren Ausdehnung seit der verstärkten Wiederaufnahme der Beweidung im Nationalpark stark zurückgegangen ist, weshalb auch die wenigen, verbliebenen Bestände der Strandschrecke nunmehr stark gefährdet erscheinen. Bei der weiteren Entwicklung des Flächenmanagements im Nationalpark wird es wichtig sein, lokale Vorkommensschwerpunkte der Strandschrecke von einer Beweidung auszusparen, bzw. die Beweidung dieser Zonen so extensiv zu gestalten, dass sie die Habitatansprüche der Art weiterhin erfüllen können. In geringerem Maß gilt Ähnliches für die Kurzflügelige Schwertschrecke (*Conocephalus dorsalis*), welche Großseggenümpfe am landseitigen Rand des Schilfgürtels bewohnt. Bieringer *et al.* (2013) weisen darauf hin, dass für die beweidungsempfindlicheren Arten unter den Orthopteren die derzeit nur sehr extensiv beweidete Przewalski-Koppel mit ihrem reichhaltigen Mosaik an unterschiedlich hochwüchsiger Vegetation besonders geeignet erscheint. Eine Beibehaltung des geringen Weidedrucks in diesem Bereich, bzw. die Übertragung des entsprechenden Beweidungsregimes auf andere, sensible Zonen könnte eine Lösung für die Artenschutz-Zielkonflikte darstellen.

4.1.5.7 Erhaltung/Wiederherstellung großer, zusammenhängender Landschaftsteile im Seewinkel mit (weitgehend) natürlicher Dynamik des Grundwasserspiegels

Eines der wesentlichen, aber nach wie vor hochgradig gefährdeten Schutzgüter des Nationalparks Neusiedler See-Seewinkel sind die pannonischen Salzlebensräume (Sodalacken, Salzümpfe und Alkali-Steppen). Um die akute Gefährdung dieser besonderen Lebensräume verstehen und wirksame Gegenmaßnahmen ergreifen zu können, ist es wichtig, ihre Funktionsweise und die besonderen Voraussetzungen ihres Fortbestandes zu kennen.

Funktionsweise intakter Sodalacken und Salzböden

Pannonische Salzlebensräume sind an bestimmte hydrologische, geologische und klimatische Bedingungen gebunden. Sie treten in überwiegend ebenem Gelände auf, das mit seichten Mulden durchsetzt ist und sich durch hoch anstehendes, salzhaltiges und saisonal schwankendes Grundwasser auszeichnet. Der Untergrund muss von kleinräumig wechselnder Wasserdurchlässigkeit sein und sich aus Lockersedimenten (Schotter, Kies, Sand und Ton) zusammensetzen. In klimatischer Hinsicht sind binnenländische Salzlebensräume an jahreszeitlich ungleich verteilte, nicht zu große Niederschlagsmengen und an hohe Sommertemperaturen sowie hohe Windgeschwindigkeiten gebunden, die zu starker Verdunstung und zeitweiliger Dürre führen. Die Niederschläge müssen groß genug sein, um einen hohen Grundwasserspiegel und eine saisonale Überflutung flacher Geländemulden zu ermöglichen, sie dürfen aber ein gewisses Maß auch nicht übersteigen, damit es nicht zur Entstehung permanenter Fließgewässer kommt, die die Mulden entwässern und entsalzen würden. Die Grundwasserstandschwankungen sollten sich in einem relativ engen Bereich – zwischen 50 cm unter und 50 cm über Flur bewegen und gemeinsam mit den Niederschlägen zu einem periodischen Wechsel zwi-

schen Überflutung und völliger Austrocknung der Geländesenken führen. Dieser Wechsel ist für Salzlebensräume sowohl kennzeichnend als auch überlebenswichtig.

Die sommerlichen Trockenphasen sind für die Erneuerung der Salzvorräte im Oberboden entscheidend (Krachler *et al.* 2000). Sobald der Grundwasserspiegel einige Dezimeter unter Flur abgesunken ist, führen Sonneneinstrahlung und Windeinwirkung zu hohen Verdunstungsraten an der Bodenoberfläche, die in der wasserungesättigten Bodenzone einen aufwärtsgerichteten Strom von kapillarem Wasser bewirken. Mit dem Wasser werden auch Salze und eine mineralische Feinfraktion an die Bodenoberfläche transportiert, die sich hier zunehmend anreichern. Chemisch-physikalische Interaktionen zwischen den Salzen und der mineralischen Feinfraktion führen dazu, dass der Oberboden wasserundurchlässig wird, sobald am Ende der Dürreperiode wieder Niederschläge fallen. Dies bildet die Grundlage für die Überschwemmung der Geländemulden im Winter und Frühjahr. Dort wo diese Überschwemmungen bis in den Sommer hinein anhalten, entstehen durch den Kontakt zwischen Niederschlagswasser und Sediment salzhaltige Flachseen, die im Seewinkel als „Lacken“ bezeichnet werden. Umgeben sind die Lacken von gürtelförmig angeordneten Zonen, die jeweils unterschiedlich lange überschwemmt sind und einen unterschiedlichen Salzgehalt aufweisen. In diesen Zonen, deren Ausdehnung jahresweise mit den Niederschlägen schwankt, entfalten sich die diversen Salzlebensraum-Biototypen.

Während der Überschwemmungsphasen kommt es im Wasserkörper der Lacken ebenfalls zu chemisch-physikalischen Interaktionen zwischen den Salzen und dem vom Wind aufgewirbelten Sediment. Ein bestimmter Salzgehalt führt zur Ausbildung einer stabilen, anorganischen Trübung des Wassers, welche intakten Lacken ihre silbrig-trübweiße Färbung verleiht (sogenannte „Weiße Lacken“). Die anorganischen Trübeartikel dienen als Substrat für Bakterien-Rasen, welche in der nur wenige Dezimeter tiefen Wassersäule für einen raschen und fast vollständigen Abbau von organischen Stoffen sorgen. Dadurch können sich in „Weißen Lacken“ trotz hoher Primärproduktion nur geringe Mengen organischen Materials auf dem Gewässergrund ansammeln. Das dennoch anfallende Material wird während der Trockenphasen mineralisiert bzw. vom Wind aus dem Lackenbecken geblasen. Intakte Lacken sind deshalb kaum von Verlandungsprozessen betroffen und können trotz ihrer Seichtheit über Jahrtausende erhalten bleiben (Kirschner *et al.* 2007). Für viele Seewinkellacken wird ein mehr oder weniger unverändertes Bestehen seit 20 000 Jahren angenommen (Löffler 1974b).

Im weiteren Jahreslauf kommt es bei steigenden Sommertemperaturen zu rasch sinkenden Wasserständen und zu steigenden Salzkonzentrationen im Lackenwasser. Diese führen kurz vor dem Austrocknen der Lacken zu einer Fällung der anorganischen Trübe und zu einem vorübergehenden Undichtwerden des Lackenbodens. Das Restwasser versickert und vereinigt sich mit dem anstehenden Grundwasser – die Trockenphase hat begonnen. Sobald das Grundwasser ebenfalls zu sinken beginnt, setzen die oben beschriebenen Salzanreicherungsprozesse ein und bereiten eine neue Überschwemmungsphase vor (Kirschner *et al.* 2007; Krachler *et al.* 2000).

Ein wichtiger Faktor in der Ökologie von pannonischen Salzsteppen, Salzsümpfen und Sodalacken ist die Beweidung. In der Naturlandschaft sorgten Auerochsen, Wildpferde, Wildesel und Wildgänse für erheblichen Weidedruck auf die Vegetation, in der Kulturlandschaft haben die domestizierten Nachfolger der wildlebenden Weidegänger die entsprechende Funktion übernommen (Kohler 1998). Beweidung begünstigt die Erhaltung von Salzlebensräumen, in dem sie eine offene, sonnen- und windexponierte Landschaft schafft, die Vegetation kurz und schütter hält und für zertrampelten Boden sorgt. Dadurch werden Verdunstung und Salzanreicherung an der Bodenoberfläche angekurbelt, die

Ansammlung von totem Pflanzenmaterial wird vermieden und konkurrenzkräftige Feuchtgebietspflanzen wie das Schilf können nicht überhand nehmen (Korner *et al.* 2000; Korner *et al.* 2008).

Gefährdung und Zerstörung von Salzlebensräumen

Salzböden und Salzlacken sind trotz ihrer jahrtausendelangen Beständigkeit leicht zu zerstören. Dazu genügt die Anlage von Entwässerungsgräben, die den Grundwasserspiegel im Bereich der Salzstandorte dauerhaft absenken und/oder Salze aus den natürlicherweise abflusslosen Lackenbecken ableiten. Fällt der Grundwasserspiegel im Bereich eines Salzstandorts tiefer als einige wenige Dezimeter unter Flur, dann wird der kapillare Salztransport zur Bodenoberfläche unterbunden. Bleibt diese Unterbrechung über längere Zeit aufrecht, so bewirkt der fehlende Salznachschub ein allmähliches Nachlassen der Quellfähigkeit der Bodenpartikel. Niederschläge führen nicht mehr zu oberflächlichen Überschwemmungen, sondern zum sofortigen Versickern des Wassers und zur Auswaschung der Salze in tiefere Bodenschichten. Die fortschreitende Aussüßung der Bodenoberfläche und das Ausbleiben lange anhaltender Überflutungen begünstigen die Entwicklung einer geschlossenen Vegetationsdecke im Lackenbecken, in dem zunehmend nicht halophile Pflanzenarten dominieren. Die Wurzelausscheidungen der Pflanzen beschleunigen den Aussüßungsprozess, die geschlossene Vegetationsdecke unterbindet jegliche Salzanreicherung an der Bodenoberfläche (Kirschner *et al.* 2007). Schon 10-15 Jahre nach einer massiven Grundwasserspiegelabsenkung können an derart degradierten Standorten alle Salzpflanzen verschwunden sein. Dem beschriebenen Mechanismus sind im Seewinkel zahlreiche Sodalacken und Salzböden zum Opfer gefallen, oft in beträchtlicher Entfernung von Entwässerungsgräben. Deren Wirkung kann sich in der sehr flachen Landschaft über viele Kilometer erstrecken: ausschlaggebend ist allein das Ausmaß der durch sie bewirkten Grundwasserstandsabsenkung, wobei schon einige Dezimeter ausreichen, um den Degradationsvorgang auszulösen.

Dort wo Sodalacken und Salzböden direkten Anschluss an einen Entwässerungskanal haben, führt auch die unmittelbare Ausschwemmung von Salzen zu Zerstörung der Salzstandorte. Mit dem abgeleiteten Wasser geht den betroffenen Lacken Salz rascher verloren, als selbst bei hoch anstehenden Grundwasser aus tieferen Bodenschichten nachgeliefert werden kann. Unterhalb eines bestimmten, kritischen Schwellenwerts führt der Verlust von Salzen im freien Wasser zum Ausfallen der anorganischen Trübe. Ehemals intakte „Weiße Lacken“ verwandeln sich so in „Schwarze Lacken“, deren Wasser vollkommen klar, aber durch Huminsäuren tief dunkelbraun gefärbt ist. Wegen der fehlenden Trübeartikel zeichnen sich schwarze Lacken durch extrem hohe pflanzliche Produktion und beschleunigte Verlandungsprozesse aus. Die bakterielle Zersetzung von organischem Material ist durch das fehlende Substrat und – im Fall der besonders effizienten halophilen Bakterien auch durch das veränderte chemische Milieu – drastisch verringert. Begleitet wird der Umwandlungsprozess meist von einer raschen Ausbreitung des Schilfs (*Phragmites australis*). Dichte Schilfbestände beschleunigen den Verlandungsvorgang, in dem sie den Verlust der Trübeartikel auf mechanischem Weg vorantreiben (verringerte Windeinwirkung, Filterwirkung der Halme) und indem sie zur raschen Ansammlung von organischem Material beitragen. Die Lebensdauer schwarzer Lacken ist in starkem Gegensatz zu der von intakten weißen Lacken auf wenige Jahrzehnte verkürzt.

Bei der Zerstörung der meisten Salzstandorte im Neusiedler See-Gebiet haben sowohl die Grundwasserstandsabsenkung als auch die direkte Ausschwemmung von Salzen eine Rolle gespielt. Beschleunigt wurde der Prozess meist noch durch die Einstellung der Beweidung. Nicht beweidete Salzlebensräume verlieren ihre Eigenart besonders schnell.

Historisch gesehen blieben die Salzstandorte des Seewinkels bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts nahezu unangetastet. Nach dem Ersten Weltkrieg setzte im Seewinkel jedoch ein vorwiegend agrarisch motiviertes, großflächiges Landgewinnungs- und Entwässerungsprogramm ein, das weite Teile der Region mit einem Netz von Kanälen und Gräben überzog. Besonders intensiv wurde an dem Kanalsystem jeweils nach katastrophalen Hochwasserereignissen gebaut, vor allem in den 1940er und 1960er Jahren.

Bis 1993 hatte das Kanalsystem eine Gesamtlänge von 224 km erreicht. Da die Entwässerungsanlagen auf die Bewältigung von extremen Hochwasserereignissen ausgerichtet und entsprechend leistungsfähig waren, kam es zu tiefgreifenden Veränderungen im sensiblen Wasserhaushalt der Region. Quantifizieren lässt sich dies vor allem anhand der Lacken. Schon 1957 war die Zahl der Sodalacken im Seewinkel von ursprünglich 139 auf 79 zurückgegangen, die Ausdehnung der offenen, d.h. unverschilften Wasserfläche von insgesamt 3 614 Hektar auf 1 361 Hektar geschrumpft. Bis 1986 sank die Zahl der Lacken weiter auf 63, die offene Lackenfläche auf 805 Hektar (Kohler *et al.* 1994).

Trotz vereinzelter Bemühungen um einen verstärkten Wasserrückhalt, die in Zusammenhang mit der Gründung des Nationalparks im Jahr 1993 stehen, ist die Zahl der Lacken seither weiter gesunken. Aktuell gibt es in der Region noch 48 Gewässer mit einer Gesamtfläche von 656 Hektar (Stand 2006, M. Dvorak & B. Wendelin, unpubl.). Die Zahl der Lacken hat also seit Mitte des 19. Jahrhunderts um 66% abgenommen, die Ausdehnung offener Wasserflächen ist um 82% gesunken. Von den verbliebenen Lacken können maximal 10 als einigermaßen intakt gelten, alle übrigen zeigen – besonders seit Beginn der 1990er Jahre – ernsthafte Degradationserscheinungen (Krachler *et al.* 2012). Die Verluste an kurzfristig überschwemmten Salzstandorten sind niemals quantifiziert worden, dürften aber noch wesentlich umfangreicher sein.

Verständlich wird das Ausmaß der Veränderungen anhand einer Untersuchung aus den späten 1980er Jahren (Haas *et al.* 1992), die belegt, dass die Entwässerungskanäle des Seewinkels zwischen 40 und 100% der jährlich neu gebildeten Grundwassermenge ableiten und dass dieser enorme Verlust in weiten Teilen des Gebiets zu einer Grundwasserstandsabsenkung von mehr als einem Meter geführt hat. Da seit Anfang der 1990er Jahre im Neusiedler See-Gebiet ein merklicher Rückgang der Niederschläge und ein Anstieg der Temperaturen infolge der Klimaerwärmung zu verzeichnen ist (Eitzinger 2007), dürfte die hydrologische Situation aktuell wesentlich kritischer sein. Verschärft wird das Problem noch durch Grundwasserentnahmen zu landwirtschaftlichen Bewässerungszwecken, die in den letzten 20 Jahren sowohl als Reaktion auf die sinkenden Niederschlagsmengen, als auch unter dem Zwang zu ständiger landwirtschaftlicher Ertragsmaximierung zugenommen haben.

Die Unterschützstellung fast aller wichtigen Lacken und Salzstandorte im Zuge der Errichtung des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel 1993 hat zwar die absichtsvolle Zerstörung von Salzlebensräumen beendet, sie konnte aber die gravierenden hydrologischen Probleme nicht lösen. Da das Entwässerungssystem weit über die Grenzen des Nationalparks hinaus reicht und fast uneingeschränkt wirksam ist, kommt es innerhalb wie außerhalb des Nationalparks zu anhaltenden negativen Veränderungen des Erhaltungszustands der Salzstandorte. Mit dem Gebiet der Lange Lacke ist neuerdings auch das aus Sicht des Biodiversitätsschutzes wichtigste Teilgebiet des Nationalparks betroffen. Nach Ansicht der meisten ExpertInnen, die sich mit den Seewinkler Salzlebensräumen beschäftigen, ist ohne Gegenmaßnahmen in absehbarer Zeit mit einem Verlust eines Großteils der jetzt noch vorhandenen Flächen zu rechnen.

Für die prekäre hydrologische Situation der Salzlebensräume ist besonders das System des sogenannten „Seewinkler Hauptkanals“ (der im Unterlauf, ab der Ortschaft Apetlon als „Zweierkanal“ bezeich-

net wird) relevant. Dieser Kanal hat – ohne Zubringer – eine Gesamtlänge von 21,6 km und entwässert ein Gebiet von mehr als 80 km², in dem sich die Mehrzahl der noch existierenden Sodalacken befindet. Jeder Versuch, den Erhaltungszustand der Seewinkler Salzlebensräume durch eine Wiederanhebung des Grundwasserspiegels zu verbessern, muss hier ansetzen. Dabei kommt dem Unterlauf des Zweierkanalsystems im Südteil des Nationalparks besondere Bedeutung zu.

Ein verstärkter Wasserrückhalt im Bereich des Zweierkanals scheiterte bislang an dem Umstand, dass es in den 60 Jahren seit seiner Errichtung zu einer erheblichen Ausweitung von Landwirtschaftsflächen gekommen ist. Rücksturmaßnahmen, die eine merkliche Anhebung des Grundwasserspiegels bewirken würden, können in niederschlagsreichen Jahren zur Überflutung von Ackerflächen führen. Aus diesem Grund mussten die Anfang der 1990er Jahre unternommenen, ersten Rückstauversuche im ungewöhnlich niederschlagsreichen Jahr 1996 abgebrochen werden. Bei diesen Rückstauversuchen gab es keine Vorkehrungen zum Schutz von Nutzflächen und auch keine Bemühungen, den möglichen Umfang der Maßnahmen durch hydrologische Untersuchungen vorab zu bestimmen. In den letzten 10 Jahren wurden neuerlich provisorische Rücksturmaßnahmen an verschiedenen Stellen des Zweierkanals gesetzt. Sie sind aber wasserrechtlich nicht verankert, können jederzeit rückgängig gemacht werden und bedürften jedenfalls einer Optimierung hinsichtlich der Rückstauhöhe, was durch den Einsatz kürzlich fertiggestellter hydrologischer Modelle möglich wäre. Ein derartige Optimierung wäre auch zur Lösung des zweiten Problemkreises nötig, der sich aus dem raschen Wachstum der Seewinkler Ortschaften ergeben hat. In den letzten Jahrzehnten konnten sich die Siedlungsgebiete im Zuge der Absenkung des Grundwasserspiegels weit in ehemalige Überschwemmungsräume hinein ausdehnen. In den fast allseitig von Lackenmulden umgebenen Ortschaften Illmitz und Apetlon liegen mittlerweile ganze Neubauviertel in früheren Feuchtgebieten. Die großzügige Unterkellerung der meisten Neubauten lässt nur mehr wenig Spielraum für eine Anhebung des Grundwasserstandes. Obwohl sich dieser Spielraum Dank der seit kurzem zur Verfügung stehenden Grundwassermodelle auch ohne Risiko für die Gebäude ausnutzen ließe, scheiterten in den Jahren 2008–2012 vorgeschlagene Projekte zu einer großflächigen Wiederanhebung des Grundwasserstandes südlich von Apetlon am Widerstand der Gemeinde, die eine Vernässung der Keller in den Ortsrandgebieten befürchtete. Derzeit (2013/2014) läuft ein relativ kleinflächiges Modellprojekt zur Sanierung von Salzlebensräumen nördlich von Apetlon, im Gebiet der stark bedrohten Langen Lacke. Dieses Projekt ist in einen größeren Rahmen eingebunden, mit dem eine Neuordnung der Grundwasserbewirtschaftung im gesamten Seewinkel angestrebt wird.

Notwendige Maßnahmen zur Sicherung und Wiederherstellung von Salzlebensräumen

Die pannonischen Salzsteppen, Salzsümpfe und Sodalacken sind ein prioritärer Lebensraum der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union, für deren Erhaltung die beiden Mitgliedstaaten Österreich und Ungarn die alleinige Verantwortung haben, da dieser Lebensraumtyp innerhalb Europas nur im Karpatenbecken vorkommt und die beiden Staaten auf ihren Territorien die einzigen nennenswerten Vorkommen besitzen. Sehr kleine Salzlebensraumreste befinden sich darüber hinaus nur in Serbien, während die einstigen Vorkommen in Südmähren, der Slowakei und im westlichen Rumänien nahezu vollständig zerstört sind. Durch die FFH-Richtlinie besteht eine rechtlich bindende Verpflichtung, für einen günstigen Erhaltungszustand dieser Lebensräume zu sorgen, bzw. diesen günstigen Zustand wiederherzustellen.

Der Erhaltungszustand der pannonischen Salzlebensräume wird im österreichischen FFH-Monitoringbericht 2007 als schlecht („bad“) eingestuft, sowohl was den aktuellen Gesamtzustand, als auch was

die zukünftigen Erhaltungsaussichten betrifft. Als Bedrohungen werden im Monitoringbericht die oben erwähnten Eingriffe in die Hydrologie, die Aufgabe der Beweidung, die fortschreitende Verlandung und Eutrophierung sowie die veränderte Bewirtschaftung genannt. Angesichts dieser Situation besteht dringender Handlungsbedarf.

Im Neusiedler See-Gebiet sind zur Erhaltung und Renaturierung der pannonischen Salzlebensräume folgende Ziele zu verfolgen:

- Die künstliche Salz- und Wasserableitung in den restlichen Vorkommen der Salzlebensräume auf ein Minimum zu reduzieren und den natürlichen Zustand der Sodalacken als abflusslose Becken wiederherzustellen.
- Den Grundwasserspiegel im Bereich der Salzstandorte soweit anzuheben, dass auch in Trockenperioden der Flurabstand am tiefsten Punkt des Lackenbeckens nicht größer als 10 cm wird.
- Im Winter und Frühjahr eine lang anhaltende, oberflächliche Überflutung tief gelegener Geländeteile zuzulassen. Im Bereich der Lackenufer und der sie umgebenden Salzböden sollte der Flurabstand von Februar bis Mai maximal 10 cm betragen. Je nach Tiefe der Lackenwannen bedeutet dies, dass der Pegelstand in den Lacken selbst zwischen 30 und 70 cm liegt (die Lackenwannen also weitgehend gefüllt sind)
- Die natürliche sommerliche Austrocknung der Lackenbecken (bei gleichzeitig hoch anstehendem Grundwasserspiegel) zwecks Erneuerung der Salzvorräte im Oberboden zuzulassen. Das bedeutet, dass es keine künstliche Dotierung von Lacken seitens der Jagd geben darf, die mancherorts auf eine kontinuierliche Wasserführung während der sommerlichen und herbstlichen Wasserwild-Schusszeiten Wert legt.
- Die Salzstandorte extensiv und flächendeckend zu beweiden, um die Vegetationsentwicklung zu lenken und die Oberbodenversalzung zu fördern.
- Schilfbestände in degradierten Lackenmulden zu beseitigen und ein Aufkommen von Schilf in neu überfluteten Flächen zu verhindern.
- Die regelmäßige Mahd von Teilen der Salzstandorte sicherzustellen, wo dies zur Unterstützung der Beweidungs- und Schilfbekämpfungsmaßnahmen notwendig ist.
- Aggressive Neophyten wie Ölweide (*Eleagnus angustifolia*) und Robinie (*Robinia pseud-acacia*) zu bekämpfen, um ein Vordringen von Gehölzen in die Salzstandorte zu verhindern und die Landschaft insgesamt offen und windexponiert zu halten.

Die Wiederanhebung des Grundwasserspiegels und die Wiederherstellung des ursprünglich abflusslosen Zustands der Seewinkellacken können überwiegend durch das Schließen, bzw. den Rückstau von Entwässerungsgräben und Kanälen erfolgen. Zugleich ist aber auch eine strengere Regelung der Grundwasserentnahmen anzustreben. Diese sind auf das natürliche Wasserdargebot und auf die Erfordernisse des Naturschutzes abzustimmen.

Bei der Wiederanhebung des Grundwasserspiegels ist darauf zu achten, dass die maximale erreichbare Rückstauhöhe mit Hilfe von rechnerischen Grundwassermodellen so festgelegt wird, dass es zu keiner Beeinträchtigung von Gebäuden in Siedlungsgebieten kommt. Sollten bei Wasserrückhaltemaßnahmen in der freien Landschaft die Gefahr einer Beeinträchtigung von landwirtschaftlichen Flächen bestehen, so ist im Konsens mit Grundbesitzern und Bewirtschaftern eine Entschädigungslösung bzw. eine Schaffung geeigneter Pufferflächen mit Hilfe von Agrarumweltmaßnahmen anzustreben. Bei allen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen ist im Nationalparkbereich die im Kap. 4.1.5.1

angesprochene Zielvorstellung der Erreichung /Wiederherstellung möglichst naturnaher Verhältnisse zu beachten.



Abb. 68. Salzausblühung am Ufer des Albersees (Foto: Korner, 2013).



Abb. 69. Nicht funktionierende Wehranlage am Xigsee (Foto: Korner, 2008).

4.1.6 Grenzüberschreitende Perspektive

Die bisherigen Kooperationen beschränken sich auf einen Informationsaustausch zwischen dem österreichischen und ungarischen Teil des grenzüberschreitenden Nationalparks. Ein wichtiges Ziel wäre der Austausch von Publikationen über die Forschung im jeweiligen Teil des Nationalparks, zumindest in Form von englischen Kurzfassungen (wie bei Publikationen üblich).

4.1.7 Sektorale Ziele und Maßnahmenvorschläge

- Ziele**
- Z1 Prozessschutz in den anthropogen nicht bis wenig genutzten Teilen des Neusiedler Sees, Beachtung von Naturnähekriterien bei der Gestaltung und Umsetzung von Managementmaßnahmen in allen Zonen des Nationalparks
 - Z2 Entwicklung und Erweiterung bestehender Schutzgebiete
 - Z3 Förderung eines maximalen Wasserrückhalts im See, Seewinkel und Hanság
 - Z4 Erhaltung einer möglichst großen Amplitude von Wasserspiegelschwankungen im See
 - Z5 Ökologisierung der Schilfnutzung und Vermeidung von erntebedingten Schilfschäden
 - Z6 Erhaltung/Förderung der Biodiversität (offene, nicht verschilfte Flachwasserzonen) im Übergangsbereich zwischen dem Schilfgürtel und dem Ufer des Neusiedler Sees, der vor allem am Westufer durch Verbrachung und Verschilfung kaum vorhanden ist
 - Z7 Erhaltung/Wiederherstellung großer, zusammenhängender Landschaftsteile im Seewinkel mit (weitgehend) natürlicher Dynamik des Grundwasserspiegels
 - Z8 Wiederherstellung der Lebensräume in verschilften und verbuschten Wiesengebieten⁵
 - Z9 Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung in der Übergangszone
 - Z10 Verringerung der Größe des Waldbestands in Gebieten, die nicht zu Waldregionen gehören.
 - Z11 Einrichtung einer nachhaltigen Jagd- und Fischereibewirtschaftung
 - Z12 Umsetzung einer Kommunikationsstrategie, die die gesellschaftliche Unterstützung der Erhaltung des ökologischen Zustands und die Notwendigkeit der Naturschutzmaßnahmen vorwiegend im Kreis der lokalen Population verbessert

Maßnahmen

- **See**
 - M1 Einschränkung der Nutzung und Eingriffe in Teilgebieten des Sees: Kernzone des Nationalparks, Bereich Wulkamündung; allenfalls naturschutzfachlich motivierte Eingriffe
 - M2 (Erstellung und) Umsetzung von Managementplänen in der Kulturlandschaftszone des Nationalparks
 - M3 Lokalisierung kritischer Punkte (Infrastruktur, Landwirtschaft, Siedlungen), aufgrund derer aktuell ein höherer Wasserstand verunmöglicht wird

⁵ Die sektoralen Ziele Z8 bis Z12 langten erst nach Redaktionsschluss ein und konnten daher im Resümee (Kap. 6.3) nicht mehr berücksichtigt werden.

- M4 Keine Dotation mit Fremdwasser
- M5 Entschädigung für landwirtschaftliche Flächen, die von Vernässungen betroffen sind (sofern notwendig). Keine Wasserableitung aufgrund der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung (eine Aufstellung möglicher Entschädigungskosten ist als Diskussionsbasis erforderlich).
- M6 Übertragung der Schilfnutzung in Ungarn auf die Verwaltung des Nationalparks Fertő-Hanság; Erarbeitung eines interdisziplinären Schilfbewirtschaftungsplanes unter Beachtung ökologischer Kriterien
- M7 Zonierung in Schilf- und schilffreie Flächen (Beweidung als Managementmaßnahme); nicht nur im Seewinkel, sondern auch am Nord- und Westufer des Sees
- M8 Abstimmung der Siedlungsentwicklung in Lackennähe und Ausbau von Radwegen/Straßen zwischen Österreich und Ungarn unter Berücksichtigung ökologischer und naturschutzfachlicher Ansprüche
- M9 Verbesserung der Abstimmung und Kommunikation von Eingriffe im Rahmen von Managementmaßnahmen in Ungarn und Österreich
- **Seewinkel** M10 Wasserrückhalt an allen durch Drainagen hydrologisch veränderten Salzlacken, gegebenenfalls mit Wehranlagen, aber vor allem unter Nutzung der natürlichen Geländeformen. Wiederherstellung des abflusslosen Charakters der Seewinkellacken.
- M11 Flächenhafte Anhebung des Grundwasserstandes im Bereich aller verbliebenen Salzstandorte, insbesondere in den Nationalparkbewahrungszonen
- M12 Stärkeres Augenmerk auf den Rückhalt von Oberflächenwasser im Frühjahr, keine Ableitung über Kanäle
- M13 Eindämmen der Wasserentnahmen für landwirtschaftliche Nutzungen und Schaffung von Pufferflächen rund um die Lacken

5. Raumplanung



5.1 Raumplanung und Siedlungsentwicklung

Anna TRAUNER, Csilla PÁLINÉ KELLER, Sibylla ZECH, Lajos DÉRI

5.1.1 Betrachtungsraum

Ausgangspunkt für das Betrachtungsgebiet ist das Wassereinzugsgebiet. Der Oberlauf der Wulka wird allerdings nicht mit einbezogen, sondern lediglich ihre „Schnittstelle“ zu den Seengemeinden erfasst. Die räumlichen Vernetzungen mit den Gebieten östlich des Wassereinzugsgebiets (Seewinkel, Hanság) sind deutlich intensiver, weshalb diese Gebiete bei Themen wo direkte Zusammenhänge bestehen, ebenfalls betrachtet werden.

Für dieses Kapitel der Siedlungsentwicklung werden auch wichtige Zentren rund um den See (Eisenstadt, Sopron, Fertőd, Kapuvár) als äußere Pole der Entwicklung mit einbezogen, auch wenn diese teilweise außerhalb des Wassereinzugsgebiets liegen. Die Raumnutzung der Region Neusiedler See wird zudem durch die Lage im Metropolitanraum Wien – Bratislava – Győr geprägt.

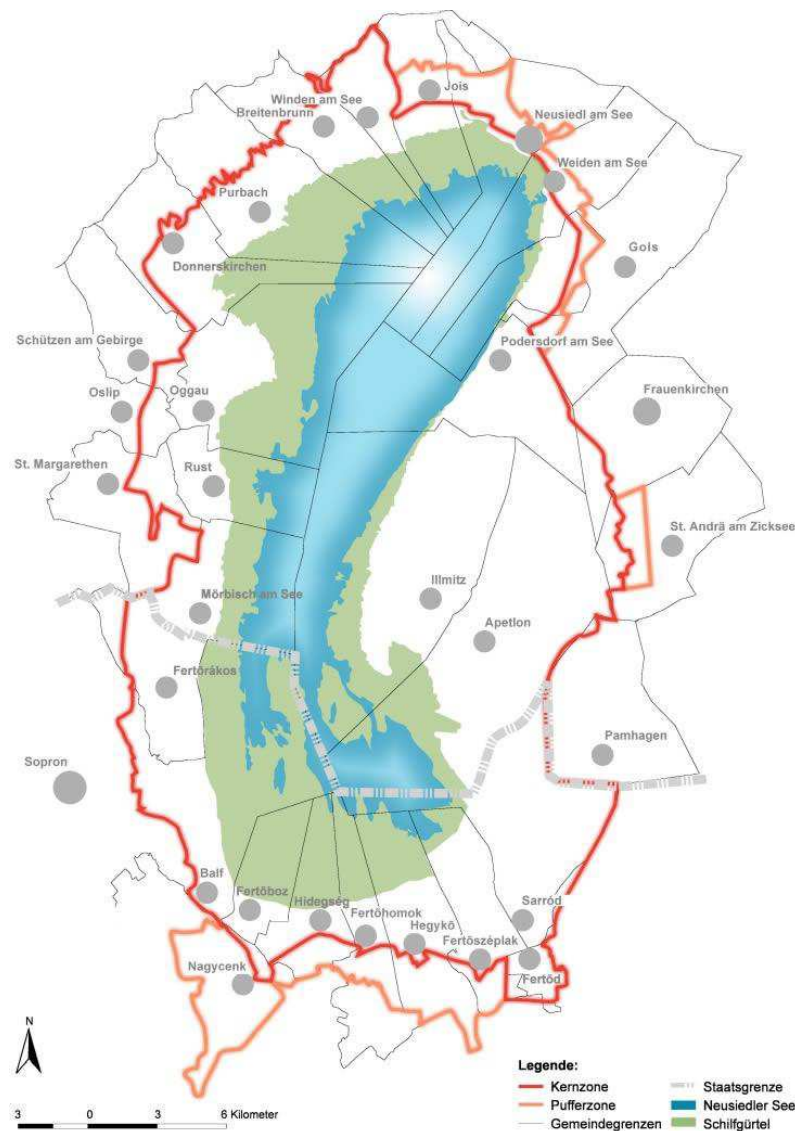


Abb. 70. Betrachtungsraum aus der Perspektive der Raumentwicklung.

5.1.2 Charakteristik und Status quo

5.1.2.1 Örtliche Raumplanung und Flächennutzung

Die wichtigsten Grundlagen der Raumplanung und Siedlungsentwicklung bilden in Österreich die rechtlich verbindlichen, örtlichen Planungen der Gemeinden (Örtliches Entwicklungskonzept / Flächenwidmungsplan in Österreich; Siedlungsordnungspläne und Wirtschaftsentwicklungspläne in Ungarn.) Die Flächenwidmungspläne aus Österreich sind online einsehbar (<http://gis.bgld.gv.at/Web-GIS/synserver?project=FLAEWI>) – nur grafische Darstellung, kein Download).

In Ungarn ist es in den letzten Jahren zu wesentlichen Änderungen in der öffentlichen Verwaltung gekommen. Die Region Sopron-Fertőd, welche früher die Funktion einer Kleinregion innehatte und welcher insgesamt 40 Siedlungen angehörten, wurde aufgelöst, und die Verwaltungsfunktionen wurden von den im Jahr 2013 ins Leben gerufenen Bezirksämtern übernommen. Zum Bezirk Sopron gehören 39 Siedlungen, von denen drei die rechtliche Stellung einer Stadt haben (Sopron mit Komitatsrecht), mit Sitz in Sopron. Die Fläche beträgt 867,75 km², die Bevölkerungszahl belief sich laut Angaben aus dem Jahr 2012 auf 100 155 Personen, die Bevölkerungsdichte betrug 115 Personen/km². Zum Bezirk Sopron gehören drei Städte (Sopron, Fertőd und Fertőszentmiklós) sowie 36 Gemeinden.

Die Grundeinheiten der Siedlungsplanung und Gebietsnutzung werden in Ungarn von den durch die jeweiligen Siedlungen erstellten Siedlungsordnungsplänen vorgegeben, zu denen die auch öffentlich zugänglichen Strukturpläne gehören. Daran knüpfen die lokalen Bauvorschriften an. Deren Verfügbarkeit ist von Siedlung zu Siedlung verschieden – in den meisten Fällen können sowohl die Strukturpläne als auch die Regelungen von den Websites der Siedlungen heruntergeladen werden. Sämtliche im Land existierenden Pläne sind im Ungarischen Ordnungs-Plankataster (Országos Rendezési Tervkataszter) zu finden (www.teir.hu).

Lokale Entwicklungskonzepte auf Siedlungsebene werden nicht erstellt, Wirtschaftsentwicklungspläne stehen nur eingeschränkt und in einer nicht öffentlich zugänglichen Art und Weise zur Verfügung. Die Ordnungs- und Regulierungspläne wurden von verschiedenen Planungsgesellschaften erstellt, wodurch ein einheitlicher Überblick und eine einheitliche Behandlung der Region erschwert werden.

Bei den Städten (Sopron, Fertőd, Fertőszentmiklós, Kapuvár) jedoch werden heuer und in den nächsten Jahren die neuen Integrierten Stadtentwicklungsstrategien (IVS) auf Siedlungsebene ausgearbeitet, in denen die Entwicklungsprojekte für die kommenden 7 Jahre zusammengefasst sind. Die für den Zeitraum 2007–2013 erstellten Strategien stehen auf den Websites der jeweiligen Siedlungen zum Download zur Verfügung, eine einheitliche Darstellungsplattform auf landesweiter Ebene existiert nicht. Einen Teil der IVS bilden die sog. Aktionspläne, die eine detaillierte Darstellung der Inhalte in Bezug auf die Architektur und das Budget der konkreten Eingriffe enthalten. In Bezug auf die zu erstellenden Pläne ist die allgemeine Erwartungshaltung die, dass die „Stadt und Umgebung“ (der unmittelbare Einzugsbereich) in den Entwicklungskonzepten als integrale Einheit aufscheint.

In der Region besteht ein relativ starker Widmungs- und Baudruck; mit Widmungen im Seerandbereich wird aber meist sehr restriktiv umgegangen. Aktuelle Projekte, wie z.B. die Hafensiedlung in Neusiedl am See, werden meist auf bereits vor einiger Zeit gewidmeten Flächen umgesetzt.

Insgesamt weist die Region in Österreich einen großen Baulandüberhang auf. Insbesondere in und um Neusiedl am See ist ca. ein Drittel der für Wohnzwecke gewidmeten Flächen noch unbebaut; in der gesamten Region bewegen sich die Werte zwischen 20 und 30% (Fassmann *et al.* 2010). Auch Bauland für Industrie- und Betriebsgebiete ist in großem Ausmaß gewidmet; im Nordburgenland insgesamt fast 1 000 ha Aufschließungsgebiet (Amt der Burgenländischen Landesregierung 2011b).

Generalisierte Daten zur aktuellen Flächennutzung (kleinste erfasste Fläche: 5 ha) finden sich in den von der EU aufbereiteten CORINE Datensätzen (zum Download verfügbar unter: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/clc-2006-vector-data-version-2>).

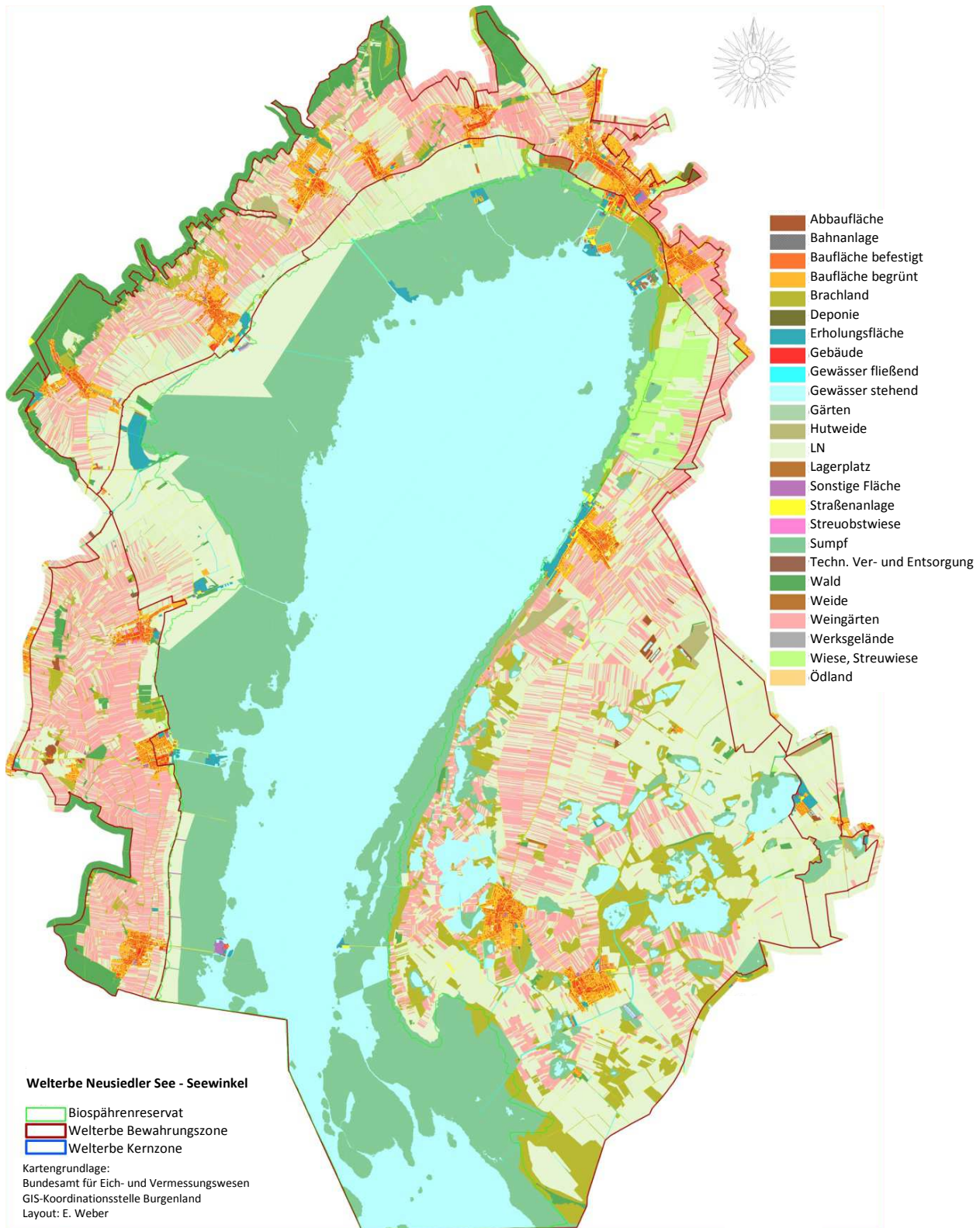


Abb. 71. Flächennutzung im österreichischen Teil des Welterbes Fertő – Neusiedler See. Quelle: GIS Burgenland, Bearbeitung: E. Weber.

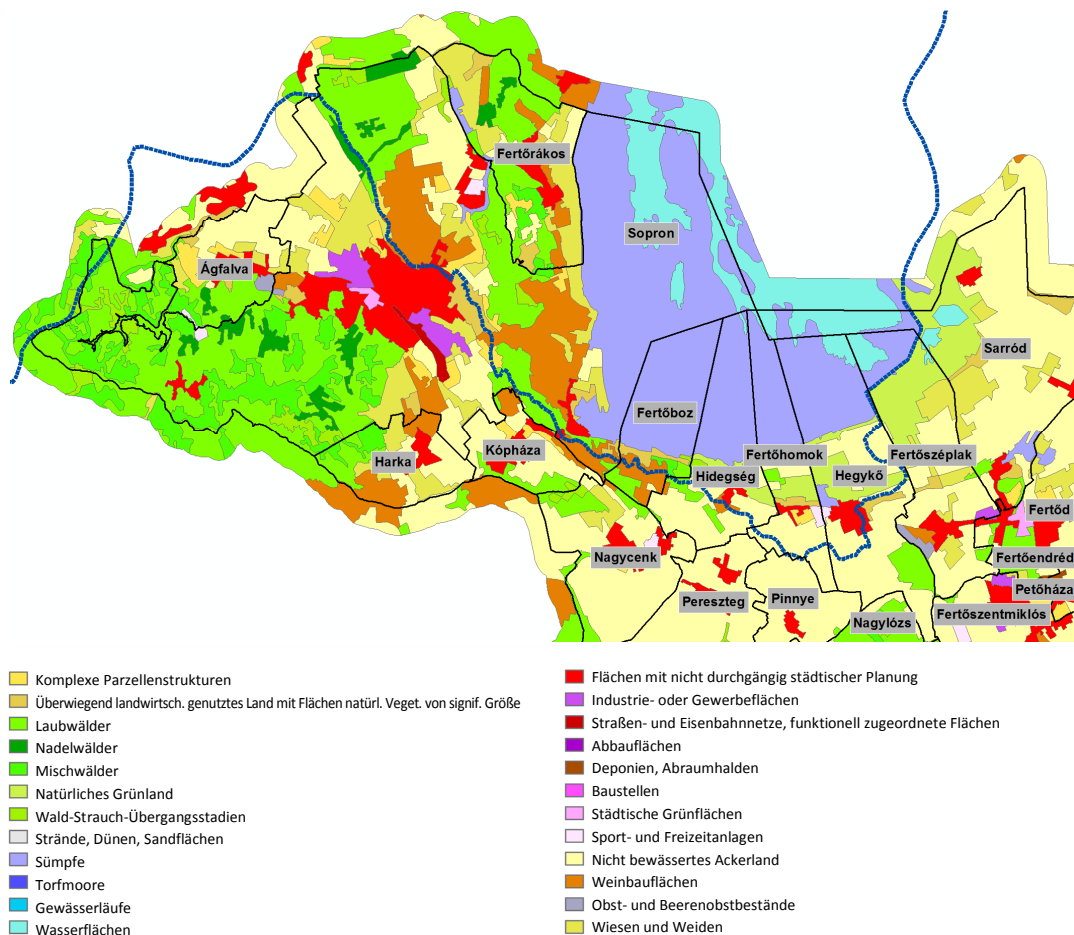


Abb. 72. Flächennutzung im ungarischen Teil des Neusiedler Sees. Quelle: CORINE database.

Auf ungarischer Seite sind die aktuellen Gebietsnutzungen auf der Website des Landwirtschaftlichen Parzellen-Identifizierungssystems (MePAR) einsehbar (www.mepar.hu). Diese Datenbank dient weiters als Grundlage für den Abruf von Förderungen aus Regionalfonds, somit wird diese Datenbank ständig aktualisiert und neu überprüft.

5.1.2.2 Regionale Raumplanung

Das Landesentwicklungsprogramm Burgenland (LEP 2011) definiert als verbindliche Verordnung Grundsätze zur räumlichen Entwicklung sowie konkrete Ziele zur Ordnung und Entwicklung der Raumstruktur, trifft standörtliche und zonale Festlegungen und legt Grundsätze der örtlichen Raumplanung fest. Das Welterbe-Gebiet ist darin als Sonderzone Neusiedlersee definiert. „In dieser Sonderzone ist die traditionelle Natur- und Kulturlandschaft zu erhalten, der Tourismus zu berücksichtigen und die Uferzone im besonderen Ausmaß zu schützen. Einrichtungen wie Feriensiedlungen und Mobilheimplätze, die nicht touristisch genutzt werden, dürfen nicht errichtet werden.“ (Amt der Burgenländischen Landesregierung 2011a)

Für die Siedlungsentwicklung um den Neusiedler See sind nach dem LEP insbesondere folgende Ziele und Maßnahmen relevant.

- Entwicklung einer nachhaltigen Siedlungsstruktur: flächensparende Raumnutzung und kompakte Siedlungsentwicklung (vgl. LEP 2011 1.1.)

- Flächendeckende Sicherstellung der Grundversorgung (Nahversorgung, Bildung und Soziales, Kultur, Kommunikation, Technische Infrastruktur) (vgl. LEP 2011 1.5.)
- Neusiedl am See und Fertőd sind als zentrale Standorte der Stufe 2 weiterhin als regionale Zentren in sozialer, kultureller und wirtschaftlicher Hinsicht zu positionieren (vgl. LEP 211 3.1.2.3)
- Schutz und Weiterentwicklung der Kulturlandschaft Neusiedler See (vgl. LEP 2011 3.2.4, Managementplan Welterbe: 86)
- Weitgehende Freihaltung des Seeufers von weiterer Bebauung; die Uferzone soll grundsätzlich frei zugänglich sein (vgl. LEP 2011 3.2.3)
- Keine weitere Errichtung von Feriensiedlungen, die nicht eindeutig touristisch genutzt werden (vgl. LEP 2011 3.2.3)

Das Gesetz Nr. XXVI aus dem Jahre 2003 über den Ungarischen Gebietsordnungsplan (im Weiteren: OTrT-Gesetz) wurde im Jahr 2003 vom ungarischen Parlament verabschiedet; dieses Gesetz muss mindestens alle fünf Jahre neu überprüft werden. Im Jahr 2012 hat das Amt für Nationalwirtschaftliche Planung (Nemzetgazdasági Tervezési Hivatal) das Dokument mit dem Titel „Nationale Planung 2020“ („Nemzeti Fejlesztés 2020“) ausgearbeitet, welches das Nationale Entwicklungskonzept sowie das Nationale Gebietsentwicklungskonzept gemeinsam beinhaltet.

Das Dokument hat die Region Neusiedler See unter dem Namen „Sopron-Kőszeghegylja“ in die Kategorie „Kulturregion“ (Zonen, welche über einen besonderen Landschaftswert und über besondere Erholungsfunktionen verfügen) eingereiht. In Anknüpfung an diese Zonen wurden die folgenden Ziele und Erwartungen definiert:

- das Ziel ist die Unterstützung einer Bewirtschaftung, welche an die Landschaftsumgebung angepasst ist und die Traditionen und das Landschaftsbild bewahrt (Weinberge, Weiden, Kleinparzellenbewirtschaftung)
- Die Bewahrung des kulturellen Erbes. Neben dem baulichen Erbe gelten in diesen Regionen auch die Siedlungsstruktur und das Siedlungsbild als zu erhaltende Werte.
- Die Erhaltung des baulichen Erbes und der Landschaftsnutzung wird durch die Erhaltung und die nachhaltige Entwicklung der für die Region charakteristischen traditionellen Gewerbe, Nutzungen und Wirtschaftszweige unterstützt.
- Die Vorbeugung bzw. bewusste Steuerung der Entwicklung einer Gebietsnutzung, die sich nach den Bedürfnissen des Fremdenverkehrs herausbildet und konzentriert; Verhinderung einer in übertriebenem Ausmaß erfolgenden, das Landschafts- und Siedlungsbild zerstörenden Bebauung.
- Die Vorbeugung einer höheren Belastung für die Umwelt, bzw. die Entwicklung und Handhabung von Umwelttechnologien, die Entwicklung der Wasserversorgung, Abfallwirtschaft, Abwasserbehandlung, Lärmschutz, sowie der Schutz der Luftqualität haben in diesen Regionen oberste Priorität.

Für die Regionalentwicklungsaufgaben ist der Leader-Verein Alpokalja-Ikva mente zuständig, der die 39 Siedlungen der Region (annähernd 40 000 EinwohnerInnen) umfasst, und zwar auf Basis der fertig gestellten, mehrmals überprüften Lokalen Gebietsentwicklungsstrategie (2014 wird die Region eine neue Entwicklungsstrategie erstellen, die bis 2020 gültig sein wird).

Mit den 10 Siedlungen, die als Weltkulturerbe gelten, befasst sich der Behandlungsplan für das Weltkulturerbe, deren Überprüfung in diesem Jahr begonnen hat; dieses Dokument ist selbstverständlich Bestandteil der Lokalen Regionalentwicklungsstrategie (HVS).

Anknüpfend an die 2020-Pläne ist die Koordinierung der Lokalen Strategien von besonderer Bedeutung (Region Neusiedler See – Hanság – Kőszegalja – österreichische Seite), sowie die nach Möglichkeit gemeinsam erfolgende Implementierung der darin definierten Ziele und Maßnahmen.

5.1.2.3 Siedlungsstruktur und Baukultur

Ein Vergleich von Karten aus dem 17. Jahrhundert und heute zeigt überraschende Kontinuität in der Landnutzung und dem Aussehen des Dorfkerns. Die Orte sind großteils als zum Seeufer parallel verlaufende Angerdörfer angelegt, die von Streck- und Hakenhöfen geprägt werden. In vielen Bereichen ist auch die ehemals dichte Verzahnung von Ortskern mit dem umliegenden landwirtschaftlichen Flächen noch erhalten (Verein Welterbe Neusiedler See / Világörökség Magyar Nemzeti Bizottság Titkársága 2003). Ergänzt und überformt werden diese Siedlungsstrukturen durch Einfamilienhaus- und tlw. auch Gewerbegebiete an den Ortsrändern.

Für die Erklärung zum Weltkulturerbe war auch die Baukultur und Architektur der Region ausschlaggebend, die sich nicht nur in einzelnen Palast- und Sakralbauten manifestiert, sondern auch in den dörflichen Bauten und Strukturen der Angerdörfer mit ihren Streck- und Hakenhöfen. Im Managementplan des Weltkulturerbes sind daher nicht nur Ziele und Maßnahmen für den Schutz und die Revitalisierung historischer Bausubstanz, sondern auch für die Errichtung neuer Bauten, definiert. Operationalisiert wurden diese Vorgaben durch die Erstellung von Kriterien für das Bauen im Welterbe (abrufbar unter <http://www.welterbe.org/files/downloads/welterbebauen/>).

In Ungarn hat sich am 21. Dezember 2007 der Planungsrat des Hauptarchitektur- und Planungsratskonsortiums, zuständig für jene Siedlungen der Region Neusiedler See, die ein Weltkulturerbe darstellen, konstituiert. Das Ziel des Planungsrates, welcher von der Zentrale Fertőd aus operiert, ist die Förderung und Sicherstellung eines guten Standards der architektonisch-technischen Pläne, die für die Gebiete der ungarischen Weltkulturerbestätten am Neusiedler See erstellt wurden. Der Planungsrat versteht diese seine Aufgabe im Sinne jener Werte, die in den Zukunftsbildern der einzelnen Siedlungen, sowie auch von der UNESCO angenommen wurden; Zweck ist die Erhaltung und Bereicherung der regionalen und baulichen Werte der Weltkulturerbestätten (weitere Informationen siehe: www.fertotaj.hu).

5.1.2.4 Bevölkerungsentwicklung

In den Gemeinden direkt am See (Welterbegebiet Fertőd – Neusiedler See) leben 57 000 Menschen, die nahen regionalen Zentren sind Sopron (60 000 Einwohner) und Eisenstadt (13 000 Einwohner). Die Hauptstädte Wien und Bratislava und die Stadt Győr liegen in einem Umkreis von nur 50 bis 70 km um den See, das Einzugsgebiet umfasst innerhalb einer Stunde Fahrzeit rund 2,5 Mio. Menschen.

Die Bevölkerungszahl im nördlichen Burgenland nahm im Zeitraum von 1991 bis 2009 um 11,5% zu (absolut: rund 15 000 Personen). Gleichzeitig nahm der Anteil der über 60-jährigen um knapp drei Prozentpunkte zu (von 21,8 auf 24,1%), während der Anteil der unter 14-jährigen an der Bevölkerung leicht gesunken ist. Bis zum Jahr 2030 wird eine Steigerung der Bevölkerungszahl um weitere 10–13%

erwartet (vgl. <http://www.burgenland.at/statistik/>). Aufgrund des nicht unbeträchtlichen Baulandüberhangs in der Region, sind diese Zuwächse bei entsprechender Baulandmobilisierung allerdings mit dem bereits gewidmeten Bestand abdeckbar.

Ähnlich stellt sich die Situation im ungarischen Teil der Region dar. Auch hier stieg die Bevölkerungszahl seit den frühen 1990er Jahren an, auch mit einer Verschiebung (Überalterung) der Altersstruktur ist in den kommenden Jahren zu rechnen.

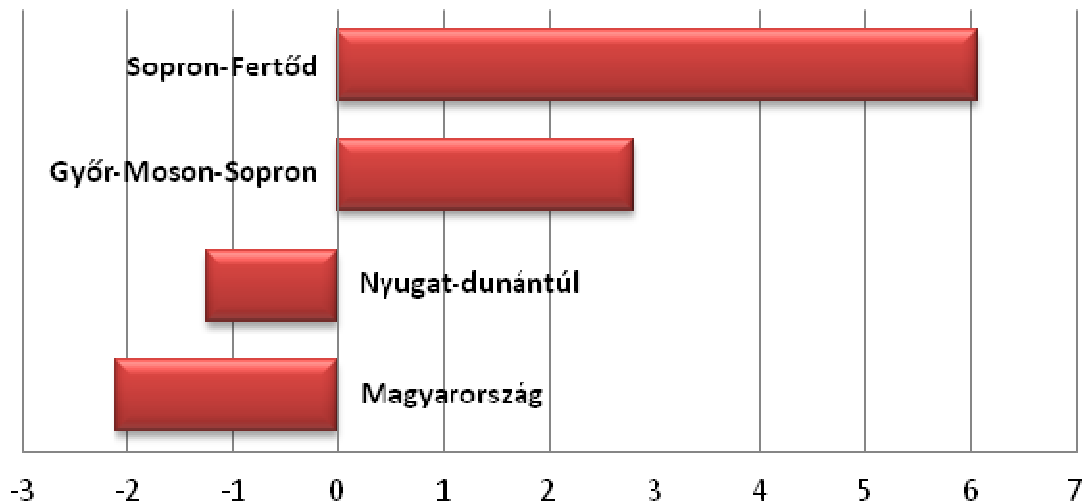


Abb. 73. Bevölkerungsentwicklung 1998–2008 in %.

Die Bevölkerungszahl der Uferregion des Neusiedler Sees (40 Siedlungen) belief sich laut Angaben aus dem Jahr 2012 auf 100 155 Personen, die Bevölkerungsdichte auf 115 Personen/km². Die Bevölkerungszahl stieg im Vergleich zu den Zahlen aus dem Jahr 1998 um 6,1%, was auch den komitats- und landesweiten Durchschnitt weit übertrifft (betrachtet man den landesweiten Durchschnitt, ist leicht ersichtlich, dass die Bevölkerung Ungarns mit beträchtlichem Tempo im Sinken begriffen ist). Es ist allerdings wichtig, an dieser Stelle anzumerken, dass von der hier ansässigen Bevölkerung nur 25% vor Ort beschäftigt sind. In dieser Region ist die Migration aufgrund der Grenznähe in einem beträchtlichen Ausmaß vorhanden, die Arbeitslosigkeit hingegen ist vernachlässigbar, diese macht etwa 2% aus, und die Krise der Automobil- und Holzindustrie war am Arbeitsmarkt stark spürbar. Derzeit steigt die Jugendarbeitslosigkeit an – dies ist etwas, worauf die Region in Zukunft verstärkt achten muss.

Anhand der Alterspyramide (Abb. 74) wird deutlich, dass sich die Bevölkerung in Zukunft praktisch halbieren wird, und dass wir in den nächsten Jahrzehnten mit den sozialen und wirtschaftlichen Problemen einer außerordentlich überalterten Bevölkerung zu kämpfen haben werden.

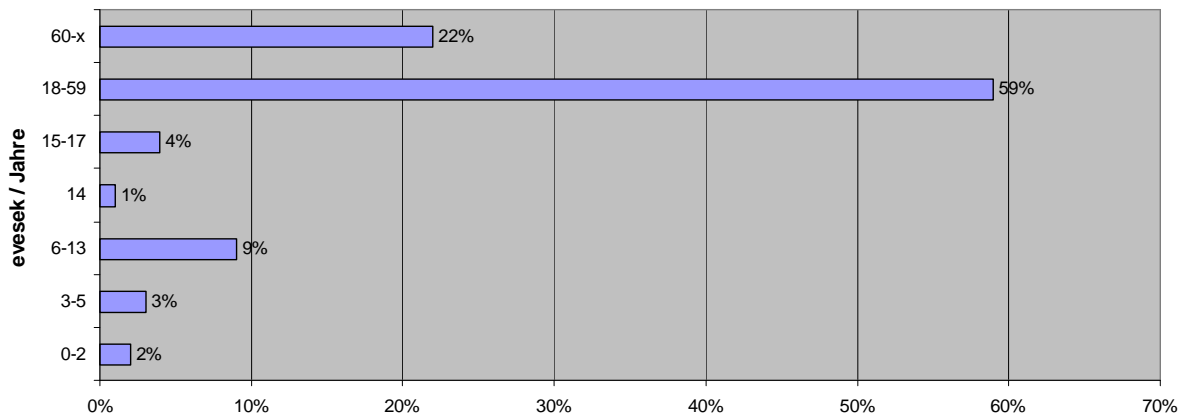


Abb. 74. Alterspyramide (ungarisches Teilgebiet).

5.1.3 Informationsstand und Wissenslücken

Informationen zu Raumordnungsprogrammen, Widmungen und zur Bevölkerungsentwicklung sind relativ einfach flächendeckend verfügbar. Grenzüberschreitend betrachtet erschwert jedoch die Sprachbarriere den Zugriff auf Informationen aus dem Nachbarland.

Kontinuierlicher Erhebungsbedarf besteht wie auch in anderen Regionen nicht nur hinsichtlich der tatsächlichen Flächennutzung und des baulichen Zustands, sondern vor allem auch in Bezug auf die bestehenden und zukünftigen Bedürfnisse der Bevölkerung in den Bereichen Wohnen, Arbeiten, Mobilität, Bildung, Nahversorgung etc.

Als Querschnittsmaterie ist es in der Siedlungsentwicklung häufig notwendig, auf Informationen aus anderen Fachmaterien (z.B. Landwirtschaft, Naturschutz, Straßenbau, Wasserwirtschaft) zurückzugreifen. Grenzüberschreitend wird dieser Austausch aufgrund unterschiedlicher Strukturen und der Sprachbarriere natürlich erschwert. Eine gemeinsame Plattform zur Abstimmung in der Regionalentwicklung könnte dabei unterstützen.

5.1.4 Konflikte, Gefahren und Potenziale

Flächenwidmungen und räumliche Planungen bilden den rechtlich notwendigen Rahmen für die Nutzungsaktivitäten im Raum. Umgekehrt agiert die Planung natürlich nicht um luftleeren Raum, sondern reagiert auf Anforderungen aus Wirtschaft und Bevölkerung. Konflikte ergeben sich vor allem dort, wo hoher Nutzungsdruck und gegenläufige Interessen der verschiedenen Raumnutzungen aufeinander treffen.

In der Untersuchungsregion treten derartige Konflikte auf den ersten Blick vor allem zwischen den Themenkomplexen Tourismus/Freizeitwirtschaft und Landwirtschaft gegenüber dem Naturschutz auf. Bei näherer Betrachtung ergeben sich jedoch auch zahlreiche gemeinsame Interessen (insb. in Bezug auf einen intakten Naturraum als wesentliche Ressource für nachhaltige Tourismusaktivitäten und Landwirtschaft). In diesen Synergien liegen wesentliche Potenziale der Region, deren In-Wertsetzung aktuell vorrangig im Zusammenhang mit verschiedenen Aktivitäten des Nationalparks geschieht.

Möglicherweise negative Auswirkungen auf die Region hat der aktuell relativ hohe Baulandüberhang – ca. ein Drittel der für Wohnzwecke gewidmeten Flächen ist noch unbebaut. Übermäßiger Bauland-

überhang und Baulandhortung begünstigt die Entstehung von zersiedelten, wenig kompakten Siedlungen – was sowohl erhöhte Infrastrukturkosten für die Gemeinden bedeutet als auch das Landschaftsbild negativ beeinträchtigt. Eine geringe Siedlungsdichte erschwert zusätzlich die Erschließung eines Gebiets mit attraktiven Angeboten im öffentlichen Verkehr.

5.1.5 Grenzüberschreitende Perspektive

Grenzüberschreitende Kontakte auf politischer Ebene gibt es z.B. im Rahmen des Weltebemanagements und über das Projekt CENTROPE (<http://www.centrope.com/de>). Besonders intensiv ist der Austausch jedoch nicht. Die Aktivitäten im Rahmen der EU-Region Westpannonien ruhen ebenfalls seit einigen Jahren. Auch die Leader- und Fachverbände beiderseits der Grenze stehen nicht in engem Kontakt.

Die grenznahen Leader-Vereine arbeiten derzeit mit Deutschland zusammen, und zwar mit den beiden im Schwarzwald aktiven Leader-Vereinen im Rahmen eines internationalen LEADER-Kooperationsprojekts mit dem Titel „Alpenostrand – Region Neusiedlersee Barrierefrei“. Ihr Ziel ist die Abstimmung der Lokalen Entwicklungsstrategien für die Periode 2014–2020, und in diesem Rahmen die Erstellung eines gemeinsam ausgearbeiteten „cross-border“-Kapitels; daran anknüpfend geht es um die Festlegung der Grundlagen für eine ständige interinstitutionelle Zusammenarbeit. Die Vorschläge der EU in Bezug auf die Planung ab 2014 enthalten auch vorbereitende Maßnahmen für die Implementierung der integrierten regionalen Maßnahmen, welche die Inanspruchnahme mehrerer Unterstützungsfonds möglich macht. Dadurch werden weiters die strategischen Kooperationen der grenznahen Leader-Gruppen forciert und für wünschenswert gehalten.

Eine konkrete, kontinuierliche Zusammenarbeit gestaltet sich vor allem deswegen oft schwierig, weil die Strukturen beiderseits der Grenze völlig unterschiedlich aufgebaut sind. Es sind meist organisatorische Hilfsmittel wie Leitbetriebe oder -projekte notwendig. Ein wenig Abhilfe sollen hier die regionalen Tourismusverbände bringen, die sich aktuell im Aufbau befinden. Eine zusätzliche Hürde stellt die Sprachbarriere, vor allem was Fachbegriffe angeht, dar.

Auf ungarischer Seite ist das System der touristischen Vereine und Verbände, also der Institutionalierungsgrad des Tourismus, noch sehr unterentwickelt. Es fehlt auch jener organischer „Aufbau“-prozess, der an den touristischen Destinationen Europas zu beobachten ist. Derzeit befinden sich der Zusammenschluss der lokalen Hersteller und Handwerker in Netzwerken, sowie auch die Entwicklung und Einführung einer regionalen Marke („Region Alpenostrand – Neusiedler See“) noch in der Entwicklungsphase. Auf der ungarischen Seite des Neusiedler Sees würde als Zentrum für diese Zusammenarbeit in Form von Netzwerken Fertőszéplak dienen, die Renovierung des alten Geburtsschlusses von Ferenc Széchenyi zu diesem Zwecke ist bereits im Gange.

Dennoch gibt es eine gemeinsame Basis, eine Art „pannonische Mentalität“ von der man ausgehen kann. Das Ziel muss sein, die Zusammenarbeit im Rahmen der Arbeit an der vorliegenden Strategie für die Zukunft aufzubauen, zu intensivieren und zu festigen.

Eine Projektübersicht der im Unterstützungszeitraum 2007–2013 im Programm zur grenzüberschreitenden Kooperation ÖSTERREICH-UNGARN durchgeführten Projekte findet sich unter <http://www.at-hu.net/at-hu/de/projekte.php> (Gemeinsames Technisches Sekretariat / Közös Technikai Titkárság m.J.).

5.1.6 Sektorale Ziele und Maßnahmenvorschläge

Raumplanung verfolgt vorrangig „integrierte“ Ziele, also das Erreichen einer nachhaltigen Raumstruktur, welche hohe Lebensqualität, wirtschaftlichen Erfolg sowie ein soziales und ökologisches Gleichgewicht ermöglicht.

Ziel	Z1 Die Entwicklung eines nachhaltigen Netzwerkes von Siedlungen und die Entwicklung einer Kulturregion rund um den Neusiedler See
Maßnahmen	M1 Grenzüberschreitende Koordination etablieren, Entwicklung eines Managements M2 Gewährleistung der Zugänglichkeit der lokalen und regionalen Strategien, Erstellung von Zukunftsstrategien und -plänen auf Basis der vereinbarten gemeinsamen Werte
Ziel	Z2 Aufbau einer internationalen, mehrsprachigen Identität rund um den Neusiedler See
Maßnahmen	M3 Einleitung von Pilotprojekten mit Schwerpunkt regionale Identität in der Schulen M4 Aufbau der Minderheiten-Netzwerke rund um den Neusiedler See

5.2 Siedlungswasserwirtschaft

Norbert KREUZINGER, Gabriella Simon MOHÁCSINÉ

Im Zusammenhang mit den definierten Hauptzielen des Strategiepapiers weist der Bereich Siedlungswasserwirtschaft durch die dort relevanten Punkte Abwasserreinigung, Kanalisation sowie potentielle Ableitung ungereinigter Abwässer eine direkte Verbindung zu den Punkten „Erhalt der Wasserqualität“ im Neusiedler See auf. In diesem Abschnitt wird deshalb auf den Status quo der Abwasserreinigung im hydrologischen Einzugsgebiet des Neusiedler Sees und den angrenzenden Bereichen des Hanság eingegangen; die grenzübergreifenden Perspektiven, sektoralen Ziele und vorgeschlagene Maßnahmen zur Erreichung der Ziele werden daraus abgeleitet.

5.2.1 Betrachtungsraum

In Hinblick auf die Abflüsse der Siedlungswasserwirtschaft sowie der Nährstoffemissionen (C, N, P) werden das hydrologische Einzugsgebiet des Neusiedler Sees sowie das im Osten angrenzende Gebiet des Hanság betrachtet. Das Gebiet ist in Abb. 75 dargestellt und gibt zudem einen Überblick über Lage und Ausbaugröße (in Einwohnerwerten – EW_{120}) der Kläranlagen im Einzugsgebiet sowie eine Grobcharakteristik für die Nährstoffentfernung.

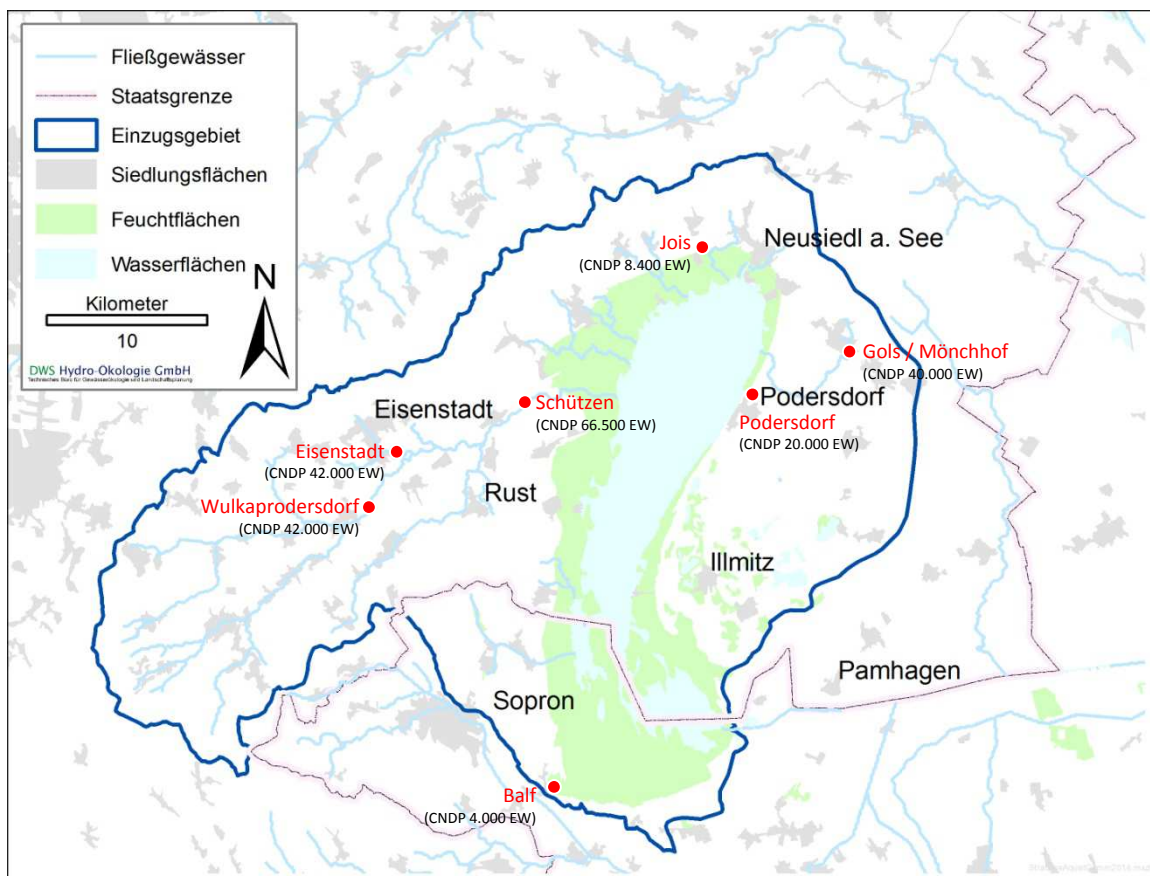


Abb. 75. Einzugsgebiet des Neusiedler Sees, Lage der Kläranlagen sowie Angabe der Ausbaugröße (Einwohnergleichwerte) und Kläranlagencharakteristik (C = Kohlenstoffentfernung, N = Nitrifikation, D = Denitrifikation, P = Phosphorentfernung).

5.2.2 Charakteristik und Status quo

5.2.2.1 Überblick

Tabelle 12 gibt einen Überblick über die in Abb. 75 verorteten Kläranlagen des Betrachtungsgebiets.

Tabelle 12. Überblick über die Kläranlagen des Einzugsgebiets (A = Österreich, HU = Ungarn, Größe = Ausbaugröße, EW = Einwohnerwert, mittlere Belastung bezogen auf CSB-Daten 2012, C = Kohlenstoffentfernung, N = Nitrifikation, D = Denitrifikation, P = Phosphorentfernung). k.A. = keine Angabe

	Bezeichnung Kläranlage	Betreiber	Größe (EW₁₂₀)	mittl. Belastung 2012 (CSB)	Charakteristik	Ableitung in
A	Wulkaprodersdorf	WV Wulkatal	110 000	75%	CNDP	Wulka / See
A	Eisenstadt	AWV Eisenstadt-Eisbachtal	42 000	76%	CNDP	Eisbach / See
A	Schützen am Geb.	RHV Neusiedler See – Westufer	66 500	44%	CNDP	Wulka / See
A	Jois	Gemeinde	8 400	50%	CNDP	Joiser Kanal / See
A	Gols	GV Gols-Mönchhof	40 000	40%	CNDP	Golser Kanal / See
A	Podersdorf	Gemeinde	20 000	38%	CNDP/UV	Schiff / See
HU	Balf	Wasserwerke Sopron	4 000	ca. 75%	CNP	Schiff / See

Mit Ausnahme der administrativen Zentren dominierten bis Mitte des 20. Jahrhunderts ländliche Strukturen und kleine Ortschaften. Mit dem wirtschaftlichen Aufschwung in den 1950er Jahren wurden auch neue Infrastrukturen für die Trinkwasserversorgung und Abwassersammlung geschaffen, wobei bis in die 1970er Jahre das anfallende Abwasser überwiegend nur mechanisch gereinigt wurde oder ungereinigt in die Vorfluter geleitet wurde, was zu der damals beobachteten schlechten Wasserqualität geführt hat.

Im Burgenland begann der Ausbau der Kanalisation und der Kläranlagen in den 1950er und 1960er Jahren. Auf Grund des zunehmenden Tourismus am Neusiedler See wurde der erste Fokus auf den nördlichen Teil des Burgenlandes gelegt. Grundsätzlich ist zu unterscheiden, ob die gereinigten Abwässer direkt in den Neusiedler See eingeleitet werden, die Ableitung über Zubringer (z.B. Wulka) oder durch Infiltration in das Grundwasser der Region (z.B. Seewinkel) erfolgt oder im Einzugsgebiet anfallende Abwässer nach Reinigung aus dem hydraulischen Einzugsgebiet des Neusiedler Sees abgeleitet werden. So werden die Abwässer aus dem nördlichen Bereich (16 500 EW aus Neusiedl am See, Weiden, Parndorf) mittels Druckleitung in die Kläranlage des Abwasserverbandes Großraum Bruck/Leitha – Neusiedl/See in Bruck/Leitha zur Reinigung gepumpt. Die Kläranlage (140 000 EW) leitet die gereinigten Abwässer in die Leitha und damit außerhalb des Einzugsgebiets des Neusiedler Sees ab. Die Abwässer des Wulka-Einzugsgebietes werden in den Kläranlagen des WV Wulkatal (110 000 EW), des AWV Eisenstadt-Eisbachtal (42 000 EW) und des RHV Neusiedler See – Westufer (66 500 EW) gereinigt. Diese drei Anlagen machen etwa zwei Drittel der realisierten Ausbaugröße aus, die direkt oder indirekt in den Neusiedler See gelangen. Die Kläranlagen in Gols und Podersdorf stellen mit 40 000 bzw. 20 000 EW Ausbaugröße weitere Kläranlagen relevanter Größe dar. Alle anderen Anlagen sind kleiner als 10 000 EW.

Die Kläranlagen in Österreich sind alle mit Kohlenstoffentfernung, Nitrifikation, Denitrifikation und Phosphorentfernung ausgestattet und als klassische Schwachlastanlagen nach dem Belebungsverfahren ausgebaut. Sie übertreffen damit die Anforderungen der EU-Richtlinie 91/271/EWG des Rates über die Behandlung von kommunalem Abwasser für die Ableitung in empfindliche Gebiete.

Die Anlage in Podersdorf ist zudem mit einer UV-Desinfektion ausgestattet, um eine Reduktion der emittierten Keime zu erreichen. Die mittlere Belastung der Anlagen bezogen auf den CSB (Jahresmittelwerte 2012) liegt meist im Bereich zwischen 75% und 38% (Tabelle 12). Für die Anlagen in Frauenkirchen und St. Andrä am Zicksee weist die CSB-Auslastung (Datenbasis 2012) rechnerische Werte über 100% auf, die einer genaueren Überprüfung der Anlagen auf eine potentielle Überschreitung der Kapazität bedürfen, was einen Ausbau bzw. eine Anpassung mit sich bringen kann. Die Kanalsysteme sind in Halbturn und Tatten völlig als Trennsystem realisiert, wogegen die übrigen Kanalsysteme vorwiegend als Mischsystem (zwischen 65 und 100%) ausgeführt sind. Auf Grund der Qualität der Abwasserreinigungsanlagen selbst kommt ordnungsgemäßer Funktion und Betrieb der Einrichtungen der Mischkanalisation in Hinblick auf die Stoffeinträge im Bearbeitungsgebiet eine besondere Bedeutung zu; es sind dies auch jene Bereiche, die vermehrter Aufmerksamkeit bedürfen.

Auch in Ungarn wurden bereits in den 1960er und 1970er Jahren die ersten Kanal- und Abwasserreinigungsanlagen im Wassereinzugsgebiet der Grenzgewässer (Ikva, Hanság- Hauptkanal, Gyöngyös usw.) errichtet. 1968 wurde die mechanische Abwasserreinigungsanlage der Stadt Sopron errichtet. Mit Unterstützung der EU wurde die Kläranlage 2008 auf 165 000 EW und Nährstoffentfernung ausgebaut. Die Kläranlage Sopron leitet in die Ikva und damit außerhalb des hydrologischen Einzugsgebiets des Neusiedler Sees ein. Durch den Ausbau konnten die Kläranlagen von Sopronkőhida und Fertőrákos außer Betrieb genommen werden. Sopronkőhida wurde völlig rückgebaut, während Fertőrákos zu einer Abwasser-Vorbehandlungsanlage/-hebeanlage umfunktioniert wurde. So gelangt aus den beiden Siedlungen kein Abwasser mehr in den Neusiedler See. 1995 wurde die biologische Reinigungsanlage von Fertőendréd in Betrieb genommen, in welcher die mittels Trennsystem gesammelten Abwässer von insgesamt 11 Gemeinden, unter anderem von Fertőboz, Hidegség, Fertőhomok, Hegykő und Fertőszéplak, behandelt werden. Als Vorfluter der gereinigten Abwässer dient die Ikva. Das Abwasserentsorgungskonzept der Region besteht darin, die Belastungen in möglichst großem Umfang vom Neusiedler See fernzuhalten. Auf dem Gebiet des Einzugsbereiches des Neusiedler Sees stellt auf ungarischem Gebiet die Abwasserreinigungsanlage von Balf die einzige Punktquelle dar. Zur Nachreinigung der gereinigten Abwässer dient ein im See konzipiertes Filterbett.

Zur Reduzierung der diffusen Belastungen wurde in der Mündung des einzigen Fließgewässers auf ungarischer Seite, das den See speist, nämlich des Rákos-Baches, im Seebecken des Neusiedler Sees im Jahr 2004 ein Retentionsfilter umgesetzt, womit die direkte Einleitung aus dem Rákos-Bach in die Bucht von Fertőrákos vermieden wird. In Österreich wurde in der Region Schützen am Gebirge ein Rückhaltebecken für die Wulka errichtet, welches ebenfalls der Reduzierung diffuser Belastungen dient.

5.2.2.2 Kurzbeschreibung der Kläranlagen im Bearbeitungsgebiet

Wulkaprodersdorf

Die Kläranlage Wulkaprodersdorf (Abb. 76) ist auf 110 000 EW₁₂₀ (Einwohnerwerte) bemessen und behandelt die Abwässer des Wulka Einzugsgebietes bis Wulkaprodersdorf. Sie stellt die größte Kläranlage innerhalb des Bearbeitungsgebietes dar. Die Kläranlage ist eine typische Schwachlastanlage mit vollständiger Nitrifikation / Denitrifikation, chemischer Phosphorentfernung, konventionellen Nachklärbecken und teilweiser aerober Schlammstabilisierung. Basierend auf der Auswertung der CSB-Daten 2012 weist die Kläranlage eine mittlere Auslastung von etwa 75% auf. Sie leitet die gereinigten Abwässer in die Wulka ein.

Der letzte Ausbau der Kläranlage erfolgte 2000. 2013 wurde mit der Implementierung einer anaeroben Schlammstabilisierung mit energetischer Nutzung begonnen, in der auch die Schlämme der ARA Eisenstadt behandelt werden.

Die Kanalisation besteht vorwiegend aus einem Mischsystem (98%) und nur in geringem Ausmaß aus einem Trennsystem (2%).



Abb. 76: Luftbildaufnahme der Kläranlage Wulkaprodersdorf.

Eisenstadt

Die Kläranlage Eisenstadt (Abb. 77) weist einen Bemessungswert von 42 000 EW_{120} auf. Die Anlage wird als schwach belastete Belebungsanlage mit vollständiger Nitrifikation / Denitrifikation und Phosphorentfernung betrieben. Die Anlage besitzt konventionelle Nachklärbecken sowie eine nachgeschaltete aerobe Schlammstabilisierung. Basierend auf den CSB-Daten 2012 weist die Anlage eine Auslastung von etwa 75% auf. Als empfangendes Gewässer dient der Eisbach, der bei Schützen in die Wulka mündet.

Die letzten Bewilligungsbescheide stammen aus den Jahren 2004 bzw. 2006. 2013 wurde mit der Implementierung eines neuen Konzepts zur Schlammbehandlung begonnen. Die anaeroben Schlammstabilisierung, Biogasproduktion und energetische Nutzung finden dabei auf der Kläranlage des Abwasserverbands Wulkatal in Wulkaprodersdorf statt. Für die Kläranlage des Abwasserverbands Eisbachtal in Eisenstadt resultiert daraus eine Entlastung der aeroben Schlammstabilisierung und somit das Freiwerden von Kapazitäten, die für die demographische Entwicklung der Region herangezogen werden können.

Die Kanalisation besteht in Abhängigkeit von den angeschlossenen Flächen zu 75% aus einem Mischsystem und zu 25% aus einem Trennsystem.



Abb. 77: Luftbildaufnahme der Kläranlage Eisenstadt.

Schützen am Gebirge

Die Kläranlage in Schützen (Abb. 78) ist auf 66 500 EW_{120} Kapazität ausgebaut und stellt neben den Kläranlagen der Abwasserverbände Wulkatal (Wulkaprodersdorf) und Eisbachtal (Eisenstadt) die dritte Kläranlage im Einzugsgebiet der Wulka dar. Wie die beiden anderen Kläranlagen auch, ist sie als schwachbelastete Kläranlage mit vollständiger Nitrifikation / Denitrifikation, Phosphorentfernung und konventionellen Nachklärbecken ausgeführt. Sie weist eine nachgeschaltete aerobe Schlammstabilisierung auf. Bezogen auf die CSB-Daten 2012 liegt die Auslastung bei etwa 44%.

Der letzte Bescheid stammt aus dem Jahr 2000. Wie Eisenstadt weist auch die Kläranlage Schützen überwiegend ein Mischsystem (75%) auf. Etwa 25% der Kanalisation sind als Trennsystem realisiert.

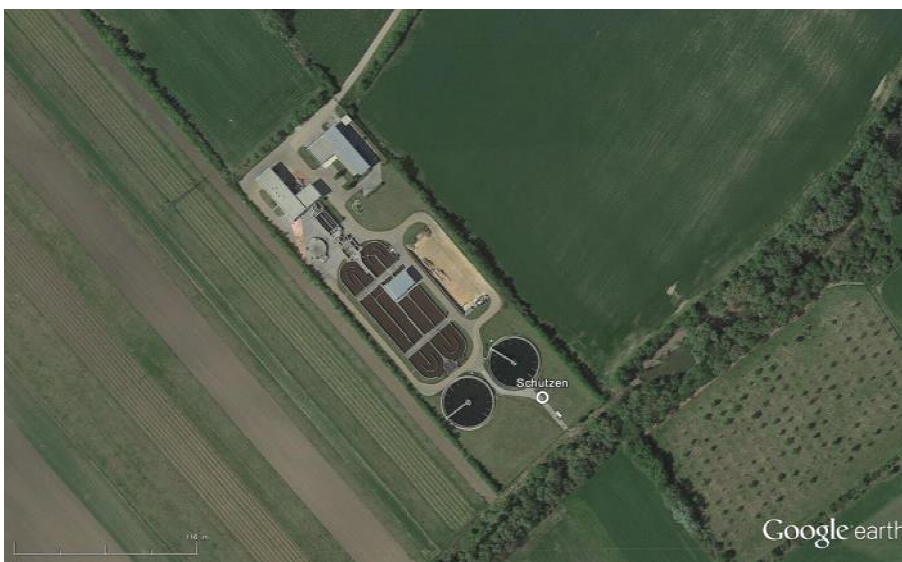


Abb. 78: Luftbildaufnahme der Kläranlage Schützen.

Jois

Die Kläranlage in Jois (Abb. 79) weist eine Bemessungsgröße von 6 400 EW_{120} auf und liegt am Nordufer des Neusiedler Sees. Der Ablauf gelangt über den Joiser Kanal direkt in den See. Die Anlage ist

als typische Schwachlastanlage mit Nitrifikation, Denitrifikation und Phosphorfällung ausgeführt und wird mit einer simultanen aeroben Schlammstabilisierung betrieben.

Die Auslastung (Basis CSB-Daten 2012) liegt bei etwa 50%, die letzten Bescheide datieren aus den Jahren 2001 und 2004. 65% der Kanalisation sind als Mischsystem, 35% als Trennsystem ausgeführt.



Abb. 79: Luftbildaufnahme der Kläranlage Jois.

Gols

Die Kläranlage in Gols (Abb. 80) ist auf eine Kapazität von 40.000 EW_{120} ausgebaut. Auch diese Anlage ist als schwachbelastete Anlage mit vollständiger Nitrifikation, Denitrifikation sowie Phosphorentfernung ausgelegt und wird mit konventionellen Nachklärbecken und simultaner aeroben Schlammstabilisierung betrieben. Die mittlere Auslastung (Basis CSB Daten 2012) liegt bei etwa 40%. Der Ablauf gelangt über den Golser Kanal direkt in den Neusiedler See.

Der letzte Bescheid stammt aus dem Jahr 2002. 72% der Kanalisation sind als Mischsystem ausgeführt, 28% als Trennsystem.

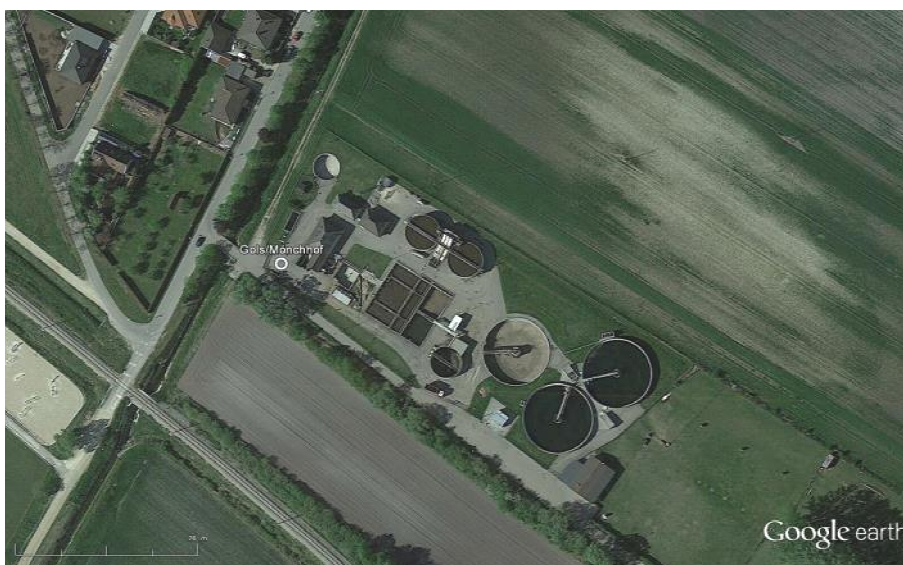


Abb. 80: Luftbildaufnahme der Kläranlage Gols.

Podersdorf

Die Kläranlage Podersdorf weist eine Bemessungsgröße von 20.000 EW₁₂₀ auf und ist die größere von zwei Anlagen, die direkt in den See einleiten. Wie die übrigen österreichischen Kläranlagen im Gebiet stellt auch die Kläranlage Podersdorf eine Schwachlastanlage mit vollständiger Nitrifikation / Denitrifikation und Phosphorentfernung dar. Sie weist konventionelle Nachklärbecken und eine getrennte aerobe Schlammstabilisierung auf. Wegen der Direkteinleitung in den See ist sie mit einer UV Desinfektionsanlage zur Behandlung des Ablaufs ausgestattet.

Die durchschnittliche Auslastung 2012 betrug etwa 38%, sodass für die zusätzlichen Belastungen in der Tourismussaison ausreichend Kapazitäten vorhanden sind.

Der letzte Bescheid stammt aus 2011, der Großteil der Kanalisation (97%) ist als Mischsystem ausgeführt, nur etwa 3% als Trennsystem.



Abb. 81: Luftbildaufnahme der Kläranlage Podersdorf.

Balf

Die Kläranlage Balf (Abb. 82) ist die einzige Kläranlage auf ungarischem Gebiet, die direkt in den Neusiedler See einleitet. Am Standort wurde 1988 erstmals eine Anlage errichtet. Nach Fertigstellung der Kanalisation 1998 kam es zu einem Ausbau der Anlage in eine Einbecker SBR (sequencing batch reactor) Anlage. Die Anlage besitzt ein nachgeschaltetes Filterbeet, das im Schilfgürtel situiert ist.

Die Kläranlage orientiert sich bei den Ablaufanforderungen an die auf österreichischer Seite geltenden Standards.



Abb. 82: Luftbildaufnahme der Kläranlage Balf.

5.2.3 Wissensstand und Informationsdefizite

Die Kläranlagen im österreichischen Einzugsgebiet des Neusiedler Sees unterliegen einer engmaschigen Eigenüberwachung durch die Betreiber selbst sowie einer Fremdüberwachung durch das Amt der Burgenländischen Landesregierung. Daraus resultiert eine hohe Datenverfügbarkeit (Parameter, Periodizität und Länge der Zeitreihe) über die quantitativen und qualitativen Emissionen aus Kläranlagen. Neben betrieblichen Daten (z.B. Energiebedarf für die Abwasserreinigung) liegt der Fokus auf emittierten Abwassermengen, Kohlenstoffparametern (CSB, TOC, BSB₅), Stickstoff (NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, Ges.-N), Phosphor (Gesamtposphor und in geringerer Menge Orthophosphat) sowie weiteren anlagenspezifischen Parametern. Zudem sind detaillierte Informationen über den Anfall und die Verwertung von im Zuge der Abwasserreinigung anfallendem Klärschlamm verfügbar. Die Qualität der vorliegenden Daten erlaubt die problemlose Implementierung der Kläranlagenemissionen in Modelle zur Berechnung an Immissionsdaten geeichten Emissionsquellen (Punktquellen, diffuse Quellen) für die klassischen Parameter Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor.

Informationsdefizite betreffen primär das Wissen um Transportvorgänge von Nährstoffen im Grundwasser der Seewinkel / Hanság Region, wo es zur Versickerung der gereinigten Abwässer kommt und durch Veränderungen in den Grundwasserständen unklare Rahmenbedingungen (Verdünnung, Fließrichtung) auftreten.

Nur wenige Informationen sind zudem über die Emissionen und Immissionen an organischen Spurenstoffen im Einzugsgebiet verfügbar. Untersuchungen auf der Kläranlage Halbtorn (Kreuzinger *et al.* 2004) geben erste Auskünfte über das Verhalten organischer Spurenstoffe im Grundwasser. Abb. 83 zeigt Beispiele für das Verhalten von zwei unterschiedlichen pharmazeutischen Wirkstoffen während der einzelnen Reinigungsschritte und im Grundwasser bei unterschiedlicher Fließzeit. Auf der X-Achse ist die Fließzeit in der technischen Anlage und den Nachreinigungsschritten (gefüllte Punkte) sowie im Grundwasser angegeben (leere Punkte; 0 Tage = Sickerbiotop). Während Diclofenac (Abb. 83a) in den technischen Stufen zu etwa 90% entfernt wird und im Grundwasser ab einer Fließzeit zwischen 25 und 75 Tagen nicht mehr nachweisbar ist, bleiben die Konzentrationen für Carbamazepin (Abb. 83b) sehr stabil und verändern sich auch im Grundwasser nicht.

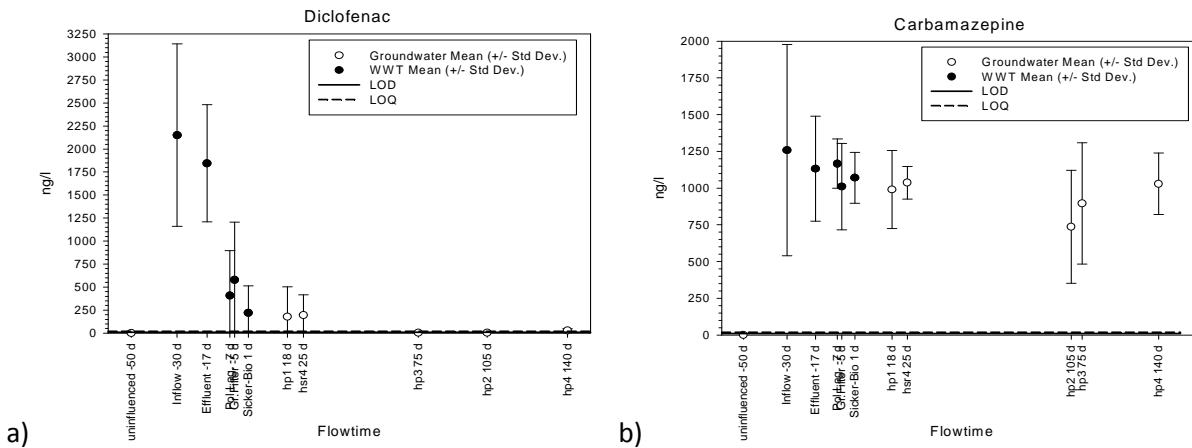


Abb. 83: Verhalten von Diclofenac und Carbamazepin auf der Kläranlage Halbturn sowie im Grundwasser nach Infiltration des Kläranlagenablaufs (aus: Kreuzinger *et al.* (2004))

Untersuchungen von Zessner *et al.* (2012) belegen jedoch, dass sich Carbamazepin trotz geringer Elimination in den Kläranlagen im Freiwasser des Neusiedler Sees nicht anreichert, da dort die Konzentrationen deutlich geringer sind als in der Wulka. Die Mechanismen über das Verhalten organischer Spurenstoffe im Neusiedler See / Hanság Bereich sind weitgehend ungeklärt.

5.2.4 Konflikte und Gefährdungspotential

In Bezug auf die drei zentralen, von Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission vorgegebenen Ziele der Wasserwirtschaft

1. Erhalt des Neusiedler Sees als Landschaftselement
2. Erhalt des Verhältnisses zwischen Freiwasserzone und Schilf
3. Erhalt der Wasserqualität des Neusiedler Sees

ist festzuhalten, dass der gegenständliche Bereich der Siedlungswasserwirtschaft über die Abwasser-sammlung und Behandlung direkt mit dem strategischen Ziel (3) verknüpft ist. In diesem Zusammenhang ist die Aufrechterhaltung der hohen Qualität der Infrastrukturen in der Siedlungswasserwirtschaft (Kanalisationen, Kläranlagen) auf ungarischem und burgenländischem Gebiet von zentraler Bedeutung, um auch weiterhin zur qualitativen Basis in den empfindlichen Ökosystemen des Neusiedler Sees und des Hanság beitragen zu können. Unter der Bedingung, dass die Qualität der Abwasser-sammlung und -reinigung auch weiterhin auf hohem Niveau gehalten werden kann und sich auch zukünftig am Stand der Technik orientiert, sind keine Konflikte für die Erreichung der strategischen Ziele zu erwarten. Dem Themenbereich der Mischwasserkanalisation ist in diesem Zusammenhang besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

5.2.5 Grenzüberschreitende Möglichkeiten

Auf dem Gebiet der Abwasserentsorgung sind sowohl auf burgenländischer als auch auf ungarischer Seite die den jeweiligen Anforderungen und Bedürfnissen entsprechenden Infrastrukturen (Kanalisation und Kläranlagen) etabliert. Für die Entsorgung von Einzelobjekten mag es möglich sein, auf die entsprechenden Infrastrukturen des jeweils benachbarten Bundesgebiets zurückzugreifen, die Sinnhaftigkeit muss jedoch im Einzelfall untersucht werden, das Potential ist aber äußerst niedrig.

Auf dem Bereich der Trinkwasserversorgung gibt es bereits das transnationale Konzept einer zusätzlichen Versorgung ungarischer Bereiche über Wasser (vorwiegend) aus dem Leitha Einzugsgebiet, das bilateral umgesetzt werden soll und auch zur Sicherstellung der Versorgung im Seewinkel dient.

5.2.6 Sektorale Ziele und Maßnahmenvorschläge

Ziele	Z1 Aufrechterhaltung des hohen Standards bei der Abwasserreinigung nach dem jeweiligen Stand der Technik (Einsatz der „Besten Verfügbaren Technik“, BVT)
	Z2 Minimierung des Stoffeintrags in den Neusiedler See und Hanság durch konsequente Umsetzung des Standes der Technik
	Z3 Kontinuierliche Kontrolle, Wartung, Sanierung und bedarfsorientierte Anpassung der technischen Infrastrukturen der Siedlungswasserwirtschaft (Trinkwasserversorgung, Kanalisation, Kläranlagen)
Maßnahmen	M1 Anpassung von Kläranlagen mit einer Belastung über 80% (Basis CSB-Daten 2012)
	M2 Überprüfung und Sanierung von Fremdwassereintritten in den Kanalisationsanlagen
	M3 Überprüfung Funktion und Betrieb sowie Sanierung der Einrichtungen der Mischwasserbehandlung (Regenüberläufe, Regenrückhaltebecken, Regenüberlaufbecken)
	M4 Ableitung gereinigter Abwässer aus dem hydrologischen Einzugsgebiet auf ungarischer Seite
	M5 Untersuchung zuverlässiger Möglichkeit zur Ableitung gereinigter Abwässer in der Seewinkel / Hanság Region unter Berücksichtigung von Grundwasserinfiltration und Einleitung in ökologisch sensible kleine Lacken

5.3 Verkehr

Imre SZEKELY, Anna TRAUNER, Lajos DÉRI, Sibylla ZECH

5.3.1 Betrachtungsraum

Ausgangspunkt für das Betrachtungsgebiet ist das Wassereinzugsgebiet. Für das Kapitel Verkehr ist es jedoch angebracht, diesen Raum etwas zu erweitern. Dazu werden zusätzlich wichtige Zubringerverkehrsachsen und Anknüpfungspunkte berücksichtigt (Abb. 84). Im Norden ist dies die internationale Autobahnverbindung Wien-Győr-Budapest (E60, A4, M1) sowie der internationalen Eisenbahnstrecke Wien-Győr-Budapest; im Osten bildet der Streckenabschnitt zwischen Mosonmagyaróvár und Csorna (E75) sowie die Bahnstrecke der RoEE die Grenze des Bearbeitungsgebietes. Im Süden sind es die der Straßenverkehrsachse Wien-Sopron-Győr (A3-16, 84-85) und die Eisenbahnstrecke Ebenfurth-Sopron-Győr. Es ist festzuhalten, dass von den drei grenzbildenden Korridoren zwei (Norden und Osten) als TEN Strecken von internationaler Bedeutung sind.

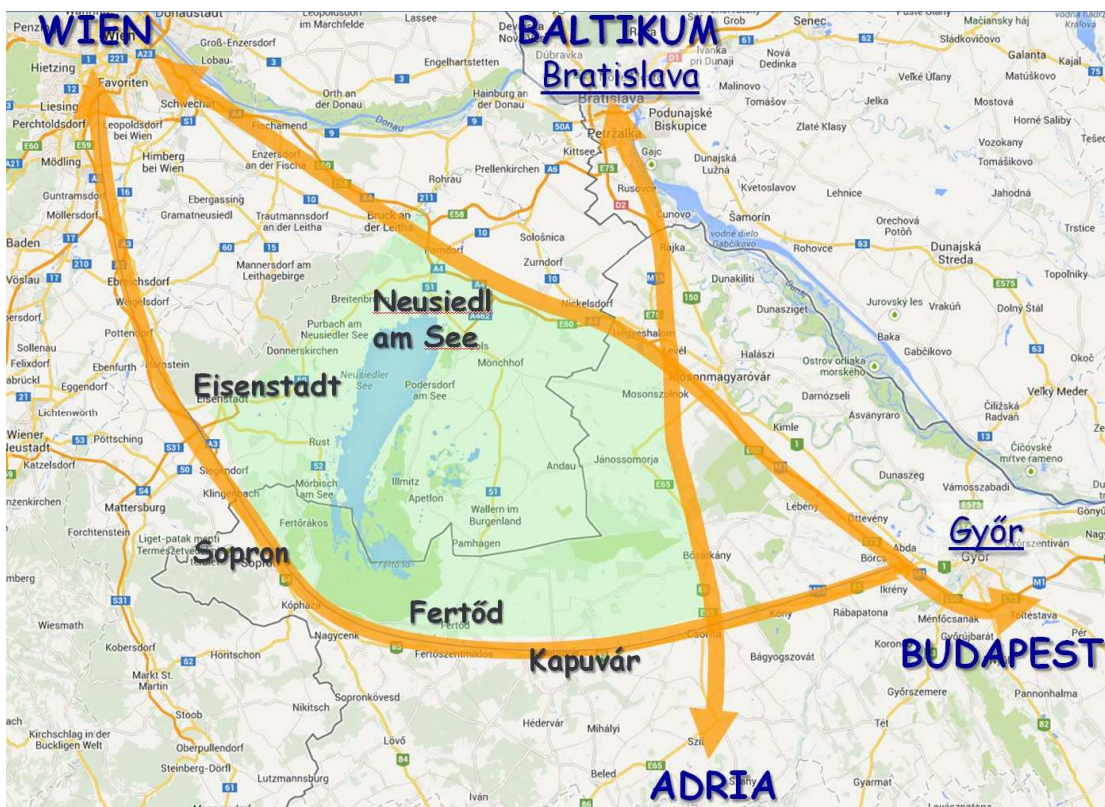


Abb. 84. Übergeordnete Verkehrsachsen, Mobilitätsraum Neusiedler See. Quelle: eigene Darstellung.

5.3.2 Charakteristik und Status quo

5.3.2.1 Individualverkehr

Die wichtigste überregionale Anbindung im Individualverkehr wird über die A4 / M1 hergestellt (in Richtung der überregionalen Zentren Wien und Győr). Über die A6 bzw. M16 ist auch Bratislava an

diese Achse und damit den nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets angebunden. Flugplätze befinden sich in Fertőszentmiklós und Sopron, diese werden allerdings vorrangig von Privatpiloten und für Luftsportaktivitäten genutzt. Die nächstgelegenen Flughäfen, welche von kommerziellen Fluglinien angeflogen werden sind Győr-Pér, Wien und Bratislava.

Den Westen des Gebiets erreicht man über die A3 und S31. Der südliche Teil der Region ist über die Hauptstraße 85 an Győr und die ungarische Hauptstadt angebunden. Diese wird sehr stark frequentiert und verläuft durch die Siedlungszentren. Um dieser Abhilfe zu schaffen, sieht die Entwicklungsstrategie des Verkehrsressorts des Ungarischen Gebietsentwicklungsplanes einen Ausbau zur Schnellverkehrsstraße M85 vor. Westlich des Untersuchungsgebiets sind mit der Umfahrung Enese bereits erste Abschnitte fertiggestellt. Nun soll zuerst der Umfahrungsabschnitt von Csorna, danach der Umfahrungsabschnitt von Sopron zwischen der österreichischen Grenze und Pereszteg, und schließlich der Abschnitt Csorna-Pereszteg fertiggestellt werden.

Im Osten des Gebietes verläuft ebenfalls eine Verkehrsachse von internationaler Bedeutung, die Hauptstraße 86 bzw. E65 zwischen Mosonmagyaróvár und Csorna, die als Teil der Verbindung Prag-Bratislava-Zagreb auch Teil des Transeuropäischen Verkehrsnetzes ist (TEN-T). Auch hier ist der LKW Verkehrsanteil sehr stark; langfristig ist daher auch hier ein Ausbau vorgesehen.

Die „erste Reihe“ der Siedlungen werden von einer rund um den See verlaufenden Bundesstraße (B50, B51, Hauptstraße 84) verbunden. Die in Ungarn am Seeufer gelegenen Siedlungen sind derzeit jedoch nur über die Nebenstraßen, welche in die Hauptstraßen 84, 85 und 86 einmünden, erreichbar.

Eine Lücke besteht dabei zwischen Fertőrákos und Mörbisch; die bestehende Grenzstraße ist nur für Fußgänger und Radfahrer geöffnet. Es gab Bestrebungen, nach einer Verbreiterung der Straße auch hier eine Möglichkeit für eine Teilnahme am Verkehr für „leichte“ Kraftfahrzeuge zu schaffen. Vorerst konnte jedoch noch keine Einigung erzielt werden.

Für den höherrangigen MIV geöffnete Grenzübergänge befinden sich zwischen Klingenbach-Sopron (B16-84) und Pamhagen-Fertőd. Die Straße zum Grenzübergang Pamhagen ist auf ungarischer Seite derzeit nur eine Nebenstraße, diese soll jedoch im Rahmen des Ausbaus der M85 zu einer Hauptstraße erweitert werden.

Zudem ist der Übergang zwischen St. Margareten und Fertőrákos seit 2009 auch für PKW befahrbar, der ungarische Abschnitt befindet sich jedoch in schlechtem Zustand. Ausgebaut wurde außerdem die Straße zwischen Agendorf (Ágfalva) und Schattendorf. Kofinanziert wurden die Baumaßnahmen von der Europäischen Union, im Rahmen des EFRE Projekts Transborder (http://www.at-hu.net/at-hu/de/projekte.php?we_objectID=25).

Die Ermöglichung des freien Arbeitskräfteverkehrs durch Österreich im Jahr 2011 hat auf sämtlichen öffentlichen Straßen, die über die österreichisch-ungarische Grenze verlaufen, zu einer deutlichen Zunahme des Verkehrs geführt. Insbesondere auf den Straßen in der Umgebung von Sopron wurde eine starke Steigerung registriert. Viele der Straßen, die Siedlungen beiderseits der Grenze verbinden, sind jedoch für die sichere Abwicklung dieses gestiegenen Verkehrsaufkommens nicht geeignet. Auf ungarischer Seite wurden der Zustand dieser Verbindungen erfasst und Modernisierungsmaßnahmen geplant. Es soll jedoch festgehalten werden, dass die Mehrzahl dieser Straßen in erster Linie von lokaler Bedeutung ist und dort somit eine Verkehrsbeschränkung für Schwerverkehr notwendig ist.

5.3.2.2 Öffentlicher Verkehr

Im öffentlichen Verkehr sind die Erreichbarkeitsverhältnisse im Norden der Region aufgrund der Nähe zu einer überregionalen Verbindungen (Bahnstrecke Wien-Budapest) am Besten. Zusätzlich bilden drei eingleisige Nebenstrecken einen Ring um den See. Die Strecke Eisenstadt-Neusiedl (Pannonia-bahn) wird von der ÖBB betrieben, während die Strecken Ebenfurth-Sopron-Győr im Süden und Neusiedl-Fertőszentmiklos im Osten von der Raaberbahn bzw. Neusiedler See-Bahn betrieben werden. Seit 2009 sind die Bahnlinien sämtlich elektrifiziert.

Der Abschnitt zwischen Győr und Sopron ist überdurchschnittlich ausgelastet und soll langfristig zweigleisig ausgebaut werden; mit den entsprechenden Vorbereitungsarbeiten wurde bereits begonnen – die Fertigstellung ist voraussichtlich bis 2018 abgeschlossen.

Die Errichtung der Schleife Eisenstadt geplant, welche für Fahrgäste aus Eisenstadt einen umstiegsfreie Anbindung an Wien gewährleisten soll (vgl. BMVIT Rahmenplan). Grenzüberschreitende Verkehrskonzepte mit weiteren Maßnahmenvorschlägen für den öffentlichen Bahnverkehr wurden im Rahmen des ETZ Projekts GreMo Pannonia erarbeitet.

Die ÖV-Versorgung in der Fläche wird in vielen Gemeinden durch Dorfbusse oder bedarfsorientierte Mikro-ÖV Systeme sichergestellt Vgl. <http://www.b-mobil.info/projekte/dorfbus-projekte>.

5.3.2.3 Verkehrsdienstleister in der Region

Im Rahmen des österreichisch-ungarisch-slowakischen Schirmprojektes „Nachhaltiger umweltfreundlicher Verkehr und Tourismus in sensiblen Gebieten am Beispiel der Region Neusiedler See/Fertő-to“ wurden in Eisenstadt und Sopron zwei Mobilitätszentralen etabliert. Die Mobilitätszentralen dienen nicht nur als Fahrplan- oder Tarifauskunftsstellen, sondern sind Anlaufstellen zu allen Themen des öffentlichen Verkehrs für Privatpersonen und Institutionen. Zudem erfüllen sie koordinative und verkehrsplanerische Aufgaben an der Schnittstelle zwischen Kunden, VerkehrsbetreiberInnen und Politik. Seit Herbst 2012 ist auch eine grenzüberschreitende, zweisprachige Fahrplanauskunft online (http://efa.vor.at/gremo/XSLT_TRIP_REQUEST2?language=de).

Ein grenzüberschreitender Verkehrsverbund im öffentlichen Verkehr existiert derzeit nicht; auf den Strecken der Raaberbahn sind jedoch die Tickets des österreichischen Verkehrsverbund Ost-Region (VOR) gültig. Auf ungarischer Seite kam bis jetzt auch kein eigener Verkehrsverbund zustande. Die RoeEE setzt daher aktive Initiativen für die Errichtung eines Westungarischen Regionalen (West-Pannonischen) Verkehrsverbundes ein.

5.3.2.4 Schiffsverkehr

Der Schiffsverkehr auf dem Neusiedler See dient vorrangig Tourismus- und Freizeitzwecken sowie dem Segelsport.

Auf der österreichischen Seite des Sees gibt es mehrere Hafenanlagen, auf ungarischer Seite nur eine. Letztere wird in der Umgangssprache als Hafen von Fertőrákos bezeichnet, obwohl sich dieser in Wirklichkeit im Verwaltungsgebiet der Stadt Sopron befindet.

Vonseiten der in Seenähe gelegenen ungarischen Siedlungen wurde noch Bedarf für die Errichtung weiterer Häfen angemeldet, allerdings ist dies durch die Schutzbestimmungen in der Kernzone des Nationalparks kaum bzw. nicht möglich.

Es wurde die Nutzung der Rabnitz für Wassertourismuszwecke vorgeschlagen. Im Falle einer Realisierung dieses Projektes könnte der Neusiedler See an das Ausflugsschiffahrtssystem an der Donau und Raab angebunden werden. Auch der Einser bzw. Hanság-Kanal könnte für Freizeitwecke (z.B. Paddeln) genutzt werden.

5.3.2.5 Güterverkehr

Das Logistische Dienstleistungszentrum von Sopron wird von der GYSEVCARGO ZRt. betrieben. Die wichtigste Entwicklung des Zentrums in den letzten Jahren war die Errichtung des Lagers Nr. XII mit einer Fläche von 6 600 m², sowie die Übergabe desselben im Jahr 2010. Das Lager ist zur Bedienung von Eisenbahn- und Straßenkunden geeignet, sowie auch zur Herstellung von Kontakten zwischen letzteren. Zu den langfristigen Plänen der RoeEE zählt auch die Erweiterung des Containerterminals.

Der Umsatz des Terminals von Sopron hat sich zwischen 2008 und 2010 verringert, ist jedoch seither wieder gestiegen. Auf Basis der Verkehrsdaten aus dem Jahr 2011 hat die Zahl der hier abgewickelten Fahrzeugeinheiten fast 10 000 Stück erreicht, die hier bewegte Warenmenge belief sich auf fast 200 000 Tonnen.

5.3.2.6 Radfahren

Das dichte Netzwerk an Radrouten trägt wesentlich zur Freizeit- und Tourismusinfrastruktur der Region bei. Die beliebteste Route ist der Neusiedler See-Radweg, der rund um den See durch Österreich und Ungarn verläuft. Ausgehend von dieser Strecke gibt es noch zahlreiche weitere Radrouten (Kirschblütenradweg, Lackenradweg) sowie Radwegverbindungen zu Donau und Rosalia Region.

Die Radwege des Komitats Győr-Moson-Sopron wurden hauptsächlich auf der Kleinen Schüttinsel beim Neusiedler See, bzw. entlang der österreichischen Grenze für touristische Zwecke ausgebaut; zahlreiche Radwege werden jedoch typischerweise auch von der lokalen Bevölkerung für den alltäglichen Verkehr innerhalb einzelner betroffener Siedlungen genutzt und dienen somit weniger dem Tourismus als den Alltags- und Freizeitwegen.

Seit dem Beginn des freien Personenverkehrs 2007 können Radfahrer und Fußgänger die Grenze an einer Vielzahl von Stellen übertreten. Die Anknüpfungspunkte der beiden Netze müssen jedoch noch optimiert werden; teilweise gibt es dabei noch zu lösende Konflikte (z.B. bei Pamhagen).

Darüber hinaus wurde im Rahmen des EU-Projekts „Fertő-Hanság mobil“ vor einiger Zeit auch das Radverleihsystem „nextbike“ ausgebaut und bei Wallern eine Radbrücke über den Hanság-Kanal errichtet. Weitere wichtige Aufgaben wären die Beseitigung von Mängeln im bestehenden grenzüberschreitenden Wegenetz, eine einheitliche Beschilderung, die bessere Einbindung von Kapuvár und eine Verbindung zwischen dem B10 und B22 Radweg (vgl. Grenzüberschreitendes Radverkehrskonzept Österreich-Ungarn – abrufbar unter http://www.b-mobil.info/uploads/contenteditor/-Radverkehrskonzept_panmobile_de.pdf).

Bereits begonnen wurde in der ersten Hälfte des Jahres 2013 mit der Realisierung jenes Programmes, das die Vervollständigung des ungarischen Abschnittes des entlang des Neusiedler Sees verlaufenden Radweges, sowie die Erneuerung der bereits früher errichteten Streckenabschnitte zum Ziel hat.

5.3.3 Informationsstand und Wissenslücken

Grundsätzlich besteht bei den jeweiligen Behörden ausreichend Information über die von ihnen zu erhaltenden bzw. entwickelnden Verkehrswege. Kontinuierlicher Erhebungsbedarf besteht wie auch in anderen Regionen nicht nur hinsichtlich des baulichen Zustands und der Auslastung der Infrastruktur, sondern vor allem auch in Bezug auf die bestehenden und zukünftigen Mobilitätsbedürfnisse seitens der Bevölkerung.

Wissenslücken bezüglich der Verkehrsinfrastruktur, insbesondere im Bezug auf in Planung befindliche Projekte, entstehen vorrangig an den Grenzen und Schnittstellen zwischen den Ländern und Gemeinden bzw. den verschiedenen zuständigen Behörden. Hier ist noch kein systematischer, regionsweiter Abstimmungsprozess implementiert.

5.3.4 Konflikte, Gefahren und Potenziale

Die Ermöglichung des freien Arbeitskräfteverkehrs durch Österreich im Jahr 2011 hat auf sämtlichen öffentlichen Straßen, die über die österreichisch-ungarische Grenze verlaufen, zu einer deutlichen Zunahme des Verkehrs geführt. Insbesondere auf den Straßen in der Umgebung von Sopron wurde eine starke Steigerung registriert. Die grenzübergreifenden Verbindungen im öffentlichen Verkehr bieten augenscheinlich keine ausreichend attraktiven Alternativen zum eigenen PKW.

Es ist daher doppelter Handlungsbedarf gegeben – einerseits müssen die bestehenden Grenzübergänge auf ein bauliches Niveau verbessert werden, dass eine sichere und umweltschonende Abwicklung des Verkehrs ermöglicht. Gleichzeitig sind Maßnahmen im öffentlichen Verkehr notwendig, um PendlerInnen und BesucherInnen einen Umstieg zu ermöglichen.

Großes Potenzial hat die Region Neusiedler See für die pilothafte Etablierung der Elektromobilität. Sie bietet gute Voraussetzungen, etwa was die flache Topografie anbelangt. Gleichzeitig würden sich bei der Anwendung der Smart-Grid Technologie Synergien mit der Windenergieerzeugung ergeben – E-Mobile als Speicherort für Windstrom. Die Landeshauptstadt Eisenstadt ist gemeinsam mit angrenzenden Gemeinden bereits seit 2011 Modellregion E.Mobilität des Klima- und Energiefonds.

5.3.5 Grenzüberschreitende Perspektive

Eine konkrete, kontinuierliche Zusammenarbeit gestaltet sich oft schwierig, weil die Strukturen beiderseits der Grenze völlig unterschiedlich aufgebaut sind. Die benachbarten Siedlungen, die jeweils auf die andere Seite der Staatsgrenze fielen (deren „Leben“ sich zuvor in einem einheitlichen Raum abspielte und auf einem gleichen Niveau war) haben fast ein halbes Jahrhundert hindurch zwei völlig verschiedene Entwicklungsprozesse durchlaufen: Daher ist es nicht verwunderlich, dass bis dahin auch auf dem Gebiet der Verkehrsinfrastruktur ein großer Unterschied zwischen den Gebieten beidseits der Grenze entstanden ist.

Seit dem Jahr 1989 wurden jedoch zahlreiche wichtige Meilensteine auf dem Weg zur integrierten Grenzregion passiert; beide Länder sind nun Mitglieder der Europäischen Union und die Grenzen sind seit 2007 (Schengen) auf dem Papier überall durchlässig. In der Praxis ist dies jedoch noch nicht überall gegeben. Dies ist in der Region Neusiedler See teilweise durch unter Schutz stehende und sensible Gebiete auch in Zukunft bedingt.

Von einem optimalen Verkehrssystem, mit dessen Hilfe die Beziehungen enger werden könnten, sind wir jedoch auch insgesamt noch weit entfernt. Die Verkehrsinfrastruktur (Straßen, Eisenbahnen, Fahrzeugpark des Gemeinschaftsverkehrs) weist auf beiden Seiten der Grenze einen unterschiedlichen Standard auf. Es würde Sinn machen, viele der historischen (auf die Zeit vor dem Eisernen Vorhang zurückreichenden), durch die Grenze getrennten Beziehungen zwischen den Siedlungen wieder herzustellen. Nicht immer sind in diesem Bereich die Interessen beiderseits der Grenze jedoch deckungsgleich, und so kommt es im Rahmen von Projekten zur besseren Vernetzungen auch immer wieder zu Konflikten auf Gemeindeebene.

Die Möglichkeit, gemeinsam Fördermittel der Europäischen Union zu lukrieren ist eine wichtige Unterstützung für grenzüberschreitende (Infrastruktur-)Projekte. Beispiele hierfür sind etwa der Ausbau der Verbindung zwischen Agfalva (Projekt Transborder) und Schattendorf sowie die derzeit in Bau befindliche Radbrücke bei Wallern (Projekt GreMo Pannonia).

Ein intermodales und grenzüberschreitendes Verkehrsmodell für die gesamte Centrope Region befindet sich derzeit in Ausarbeitung (ETZ Projekt VKM AT-HU). Lead Partner für dieses Projekt ist das Institut für Verkehrswissenschaften der TU Wien.

5.3.6 Sektorale Ziele und Maßnahmenvorschläge

Verkehrspolitik soll grundsätzlich eine ausreichende, umweltverträgliche und kostengerechte Mobilität für die Bevölkerung und ihre Unternehmen gewährleisten. Zu den wichtigsten sektoralen Zielen und dazugehörigen Maßnahmen, die im Rahmen dieser Strategie von Bedeutung sind, zählen:

- | | |
|------------------|--|
| Ziel | Z1 Gute Erreichbarkeit der regionalen Zentren (insb. Neusiedl am See, Eisenstadt, Sopron, Fertőd, Kapuvár) im öffentlichen und individuellen Verkehr. Betriebe, Schulen und zentrale Dienstleistungen sollen möglichst innerhalb von 30 Minuten erreichbar sein. |
| Maßnahmen | M1 Aufbau nachhaltiger Verkehrsnetze rund um den Neusiedler See
M2 Entwicklung von bedarfsgesteuerten Mobilitätsangeboten für Gebiete, in denen keine wirtschaftliche Führung eines öffentlichen Linienverkehrs möglich ist |
| Ziel | Z2 Weitgehend hindernisfreie Passierbarkeit der österreichisch-ungarischen Staatsgrenze |
| Maßnahmen | M3 Grenzübergreifende Abstimmung der Raumordnung und Verkehrsplanung; insbesondere auch die Abstimmung der Mobilitäts- und Tourismusangebote
M4 Wiederherstellung der durch die Grenze getrennten Verbindungen zwischen den Siedlungen |

5.4 Landwirtschaft

Josef EITZINGER, Alfred BRASCH, Gerhard KUBU, Ilona TÓTH

5.4.1 Betrachtungsraum

Das Bearbeitungsgebiet des Sektors Landwirtschaft umfasst die seeangrenzenden Gemeinden sowie die Gemeinden im Wulkaeinzugsgebiet (siehe Abb. 85).

5.4.2 Entwicklung und Status quo

Die Landwirtschaft stellt den weitaus größten Landnutzer in der Region dar, mit einer breiten Palette von Landnutzungsintensitäten und Produktionsschwerpunkten. Somit spielt die Landwirtschaft eine Schlüsselrolle auch für andere Sektoren, da sie z.B. die Nahversorgung, den Tourismus, den Naturschutz, den Gewässerschutz, die Wassernutzung, das Landschaftsbild u.a. entscheidend mitbestimmt. Ein Schwerpunkt wird in der nachfolgenden Analyse auf den Bereich Wasser (Wassernutzung und Gewässerschutz) gelegt, der als wichtigster Problembereich an der Schnittstelle zu anderen Sektoren erkannt wurde. Diese Thematik hat starken Bezug zur Art und Intensität der Landnutzung und Produktion, zum Bodenschutz und zur Nutzung der vorhandenen Wasserreserven, welche in ihrem derzeitigen Zustand als auch unter künftigen Klimaszenarien zu betrachten sind.

Landwirtschaftliche Landnutzung im Einzugsgebiet und deren Entwicklung

Die Struktur der Landwirtschaft im Gebiet Neusiedler See spiegelt nicht nur die Art und Intensität der Flächennutzung wider, sondern auch ökonomische und ökologische Aspekte dieses Sektors, welche nachfolgend anhand verschiedener Indikatoren umrissen werden soll. Eine im Projekt EuLakes erfolgte Landnutzungsanalyse (Tabelle 13) ergab im Einzugsgebiet des Neusiedler Sees je nach Bezirk unterschiedliche absolute Entwicklungen in den verschiedenen Landnutzungskategorien zwischen 1986 und 2003 (Scheibner 2011). In allen Bezirken hat der Flächenanteil von intensiv bewirtschafteten Ackerland und Dauerkulturen (zusammengezählt) zugunsten von extensiv bewirtschafteten Acker- und Grünland sowie natürlichem Grünland und Waldflächen abgenommen, mit stärkerer Ausprägung im ungarischen Teil (wobei als Ursache hier der politische Systemwechsel angegeben wird).

Diese landwirtschaftliche Landnutzungsänderung im Einzugsgebiet dürfte, solange sie anhält, in Summe positive Auswirkungen auf die landwirtschaftlich verursachten Einträge von Schadstoffen in den See haben (geringerer gedüngter oder mit Pflanzenschutzmitteln behandelter Flächenanteil, weniger Ackerflächen mit Boden- und Winderosion). Dies spiegelt sich auch in der Entwicklung des Stickstoffdüngerverbrauchs im Einzugsgebiet wieder, wobei hier sicher auch andere Einflüsse eine Rolle spielen, wie der effizientere Einsatz oder die deutliche Zunahme ökologisch bewirtschafteter Flächen im Einzugsgebiet. Die größten Flächenanteile im Ackerbau und Grünland nehmen Getreide, gefolgt von extensiv bewirtschafteten Futter- und Grünlandflächen mit Düngereduktions- bzw. Düngeverbotsauflagen (Wechselwiesen, Futtergräser, Luzerne, Klee, Mähwiesen/Weiden, Streuobstwiesen, Hutweiden), Blüh- und Brachflächen, Mais und Weinanbau ein (Tabelle 13). Für eine Verfolgung aktueller regionaler Landnutzung (und die jeweilige Nutzungsintensität) wird in den empfohlenen Maßnahmen daher ein permanentes Monitoring empfohlen. So sind z.B. große Maisanbauflä-

chen (Tabelle 14) auch in seeangrenzenden Katastralgemeinden zu verzeichnen, deren bedarfsge-
rechte Bewirtschaftung (Düngung, Bewässerungsbedarf) sowie die Erosionsanfälligkeit insbesondere
in der Nähe von Gewässern hinsichtlich möglicher Schadstoff- oder Nährstoffeinträgen in das Ökosys-
tem laufend betrachtet und beobachtet werden sollte.

Tabelle 13. Landwirtschaftliche Landnutzungsgruppen (gerundet, in km²) und deren Entwicklung im Einzugsge-
biet des Neusiedler Sees; nach Soja *et al.* (2012a).

Bezirk	Dauerkulturen		Grünland		Ackerland		Wald	
	1986	2003	1986	2003	1986	2003	1986	2003
Neusiedl/See	86,9	79,8	17,1	52,8	610,3	574,4	31,8	45,1
Rust	5,0	4,5	0,1	0,2	1,5	1,8	0,2	0,2
Eisenstadt	4,9	3,9	0,7	1,3	14,2	14,0	11,1	12,9
Eisenstadt-Umgebung	39,7	26,5	9,9	17,3	155,8	142,8	71,9	98,6
Mattersburg	2,7	7,7	8,6	15,6	100,3	66,8	67,8	83,3
Sopron-Fertőd	12,6	18,5	51,5	100,8	335,0	251,8	176,0	195,2

Grün = Zunahme; Rot = Abnahme

Tabelle 14. Detaillierte aktuelle landwirtschaftliche Landnutzungen (ohne Grünland, in ha gerundet) in der
Region Neusiedler See im österreichischen (INVEKOS 2012) und im ungarischen Teil (Hauptregionen / Bezirke),
(k.A. = keine Angaben).

Kulturen	Eisenstadt und Eisenstadt-Umgebung	Mattersburg	Neusiedl/See	Ungarn ^{*)}
Körnermais	1 797	2 020	11 818	462
Silomais	85	84	44	k.A.
Sommergerste	432	29	756	k.A.
Sommerhafer	51	27	286	k.A.
Sommergetreide/Feldgemüse	–	–	6	k.A.
Wintergetreide/Feldgemüse	–	–	27	29
Winterhartweizen	27	21	155	k.A.
Sommerhartweizen	235	152	1 360	72
Winterweichweizen	5 389	2 725	15 217	890
Sommerweichweizen	9	40	171	k.A.
Wintergerste	833	410	1 934	274
Winterraps	663	670	3 314	402
Winterroggen	594	120	2 823	28
Wintertriticale	254	19	969	k.A.
Wein	2 015	247	6 788	768
Grünschnittroggen	9	11	227	k.A.
Zuckerrübe	704	564	1 880	k.A.
Sojabohne	775	406	1 004	k.A.
Sonnenblume	800	286	1 403	134
Futterflächen (u. Leguminosen)	1 350	285	4 200	214
Blüh- und Brachflächen	1 368	319	2 580	135
Wiesen und Weiden	1 546	1 335	7 180	765

^{*)} inkl. Sopron, Fertőrákos, Fertőboz, Hidegség, Fertőhomok, Hegykő, Összesen

Die geographische Verteilung der unterschiedlichen landwirtschaftlichen Landnutzungen ist im Einzugsgebiet allerdings sehr differenziert. Dauerkulturen (Weinanbau) befinden sich konzentriert entlang des Westufers des Sees, vornehmlich in den nahen Hanglagen des Leithagebirges, sowie am Nordufer an den Hanglagen der Parndorfer Platte und in der Ebene entlang des Ostufers bis hinunter nach Illmitz. In der Region Neusiedler See befinden sich ca. ein Viertel der österreichischen Weinbauflächen. Grünland im Seenahbereich ist im ungarischen Teil dominierend. Das Wulka-einzugsgebiet ist dagegen von Ackerbau (> 50%) dominiert.

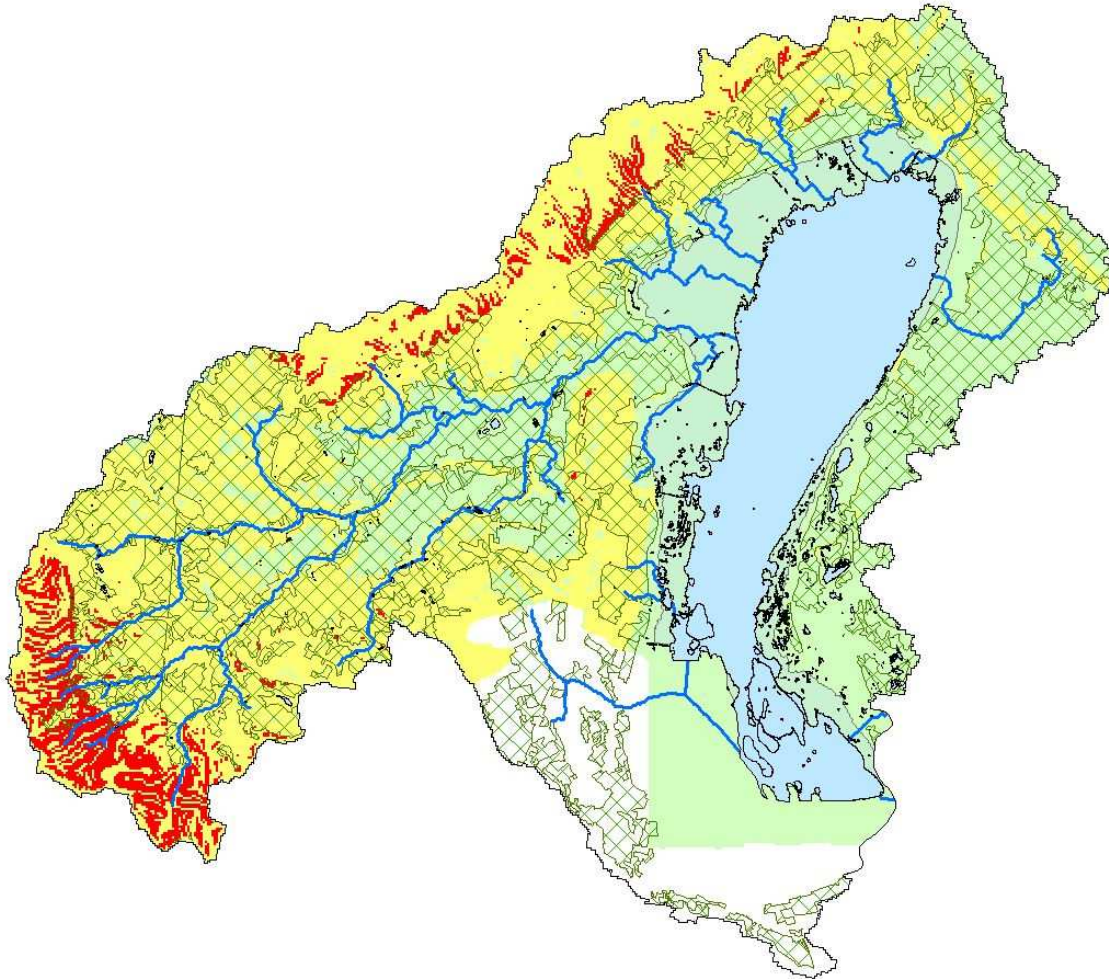


Abb. 85. Bodenerosionsgefährdete Bereiche im Einzugsgebiet des Neusiedler Sees (Kombination von Hanglagen (grün: 0–1°, gelb: 2–10°, rot: 11–52°) und ackerbaulicher Nutzung (Ackerbau und Weinbau – Gitter).

Landwirtschaftliche Landnutzung und Gewässerschutz

Die Landwirtschaft zählt zu den Haupteintragsquellen für Stickstoff und Phosphor in Gewässer, wobei meist (je nach Einzugsgebiet) die Bodenerosion eine dominante Rolle bei Oberflächengewässern spielt (Gabriel *et al.* 2011). Hinsichtlich Gewässereinträge durch Bodenerosion haben im Einzugsgebiet des Neusiedler Sees die offenen Bodenoberflächen im Weinbau und im Ackerbau, kombiniert mit Hanglagen, eine besondere Bedeutung. So beträgt der N-Eintrag aus der Wulka aus diffusen Quellen ca. 32% des Gesamteintrags (bzw. 83% des NO₃-Eintrags aus Oberflächengewässer) (Soja *et al.* 2012c). Hierzu bestätigt eine Studie von Kovacs *et al.* (2012), basierend auf Simulationen, dass im

flächenmäßig dominierenden Wulkaeinzugsgebiet mit einer Fläche von 373 km² potenziell kritische Bereiche für Gewässereinträge vor allem in den Hanglagen des oberen Wulkaeinzugsgebietes liegen, wofür in dieser Studie detailgenaue Karten erstellt wurden. Diesen und anderen kritischen Bereichen im gesamten Einzugsgebiet des Neusiedler Sees (Abb. 85) ist besondere Beachtung zu schenken, wobei erosionshemmende Maßnahmen (Tabelle 15) gezielt gefördert sowie begleitet (inkl. Monitoring) werden sollten. Weiters ist eine gezielte Verortung und Identifizierung besonders kritischer erosionsgefährdeter Bereiche für eine effektive Maßnahmenumsetzung unbedingt zu empfehlen (Kovacs 2013; Zessner *et al.* 2013).

Zu den Maßnahmen gegen Bodenerosion und Gewässereinträge zählen insbesondere die Anlage von Gewässerrandstreifen an kritischen Stellen, sowie eine erosionshemmende bzw. naturnahe ackerbauliche Bodenbewirtschaftung, die eine Reihe verschiedener Maßnahmen beinhaltet. Anpassungsempfehlungen für eine nachhaltige landwirtschaftliche Landnutzung müssen allerdings auch im Kontext des Klimawandels berücksichtigt werden, wozu das Projekt EuLakes (Soja *et al.* 2012c) Empfehlungen für die Region Neusiedler See erarbeitet hat (Tabelle 15). Hierzu ist anzumerken, dass die jeweiligen vorgeschlagenen Maßnahmen in enger Kooperation mit den Landnutzern (Stakeholdern) und lokalen Experten auf ihre aktuelle Umsetzbarkeit diskutiert und geplant werden müssen, um Ihre Akzeptanz zu gewährleisten (Eitzinger *et al.* 2009a) bzw. Förderungsmöglichkeiten auszuloten.

Bezüglich weiterer Indikatoren für potenzielle Gewässereinträge ist laut Ergebnissen des Projektes daNUbs (Zessner *et al.* 2004) zu entnehmen, dass im Wulkaeinzugsgebiet seit 1990 die durchschnittlich pro Hektar bewirtschafteter Fläche ausgebrachte Menge an Stickstoffmineraldünger (1990–2000) um ca. 20% zurückgegangen ist, während die Phosphordünger eine kontinuierlichere leicht sinkende Tendenz aufweisen. Gleichzeitig sind auch die mittleren Erträge zurückgegangen. Dies spiegelt sich auch in den Teilfrachten im Einzugsgebiet der Wulka und anderer Zubringer wider, welche einen markanten Rückgang anthropogener Frachten von Phosphor und Stickstoff in den vergangenen knapp zwei Jahrzehnten belegen (Wolfram & Herzig 2013).

Die Ursache hierfür dürfte vorwiegend bei umgesetzten Bewirtschaftungsmaßnahmen, unterstützt durch das ÖPUL Programm, wie auch in der Zunahme an naturnah (ökologisch, extensiv, mehr Grünland und Wald) bewirtschafteten Flächenanteilen liegen. Trotz dieser Rückgänge im Düngerverbrauch in der Region Neusiedler See, wie z.B. auch im Bezirk Neusiedl (Soja *et al.* 2012a), ist aufgrund einer ökonomisch bedingten generellen Intensivierungstendenz in der landwirtschaftlichen Produktion ein laufendes Monitoring beeinflussender Faktoren (z.B. landwirtschaftliche Landnutzung, Flächenanteile problematischer Kulturen, Umsetzung von Erosionsschutzmaßnahmen, angewandte Produktionsmethoden, angepasste Fördermaßnahmen wie z.B. im ÖPUL) wichtig, um Problembereiche oder eine Umkehrung des Trends rechtzeitig zu erkennen und entsprechend gegenzusteuern.

Tabelle 15. Ausgewählte Vorschläge zu empfohlenen Anpassungsmaßnahmen in der Landwirtschaft abgestimmt auf das Einzugsgebiet des Neusiedler Sees; adaptiert nach Eitzinger *et al.* (2009a), Eitzinger *et al.* (2010), Soja *et al.* (2012c) und Zessner *et al.* (2013).

Vorwiegendes Ziel	Anpassungsmaßnahmen
Reduktion von Schadstoffeinträgen in die Gewässer aus der Landwirtschaft	Konsequente Umsetzung permanenter Erosionsschutzmaßnahmen in Hanglagen (z.B. Begrünung oder Mulch zwischen den Reihen bei in Hangneigung verlaufenden Reihenkulturen, was insbesondere bei Weinkulturen dominiert). Dies hat auch große Bedeutung unter künftigen Klimaszenarien (Klik & Eitzinger 2010). Förderung der Terrassierung in Hanglagen (insbes. im Weinbau); wo möglich Boden-

Vorwiegendes Ziel	Anpassungsmaßnahmen
	<p>bearbeitung quer zur Hangneigung oder Erosionsschutzstreifen in Hanglagen.</p> <p>Anlage von Feldsaumstreifen und Gewässerrandstreifen an besonders kritischen Stellen (z.B. im oberen Wulkabereich); (in Abstimmung mit dem Sektor Hydrologie).</p> <p>Generell möglichst permanente Bodenbedeckung im Ackerbau, welche durch verschiedene Maßnahmen unterstützt werden kann (vgl. Kuderna (2013)).</p> <p>Rückbau von Drainagen, keine neuen Drainagierungen (Reduktion der Eintragspfade von NO₃ über Drainagen, vgl. Gabriel <i>et al.</i> (2011)); (in Abstimmung mit dem Sektor Hydrologie).</p> <p>Förderung und Erhaltung von Feuchtplätzen bzw. Pufferzonen zu Gewässern und sensiblen Schutzzonen, Wiedervernässung insbes. von extensivem Grünland; (in Abstimmung mit dem Sektor Naturschutz).</p> <p>Gezielte Fruchtfolgen und Pflanzenauswahl für verbesserte Nährstoffaufnahme und -verwertung.</p> <p>Effizientere Nutzung der Betriebsmittel durch Precision Farming Techniken wie z.B. optimierte Düngungsplanung und bedarfsorientierte Ausbringung (Raum- und Zeitbezug).</p> <p>Bodenbearbeitungsmaßnahmen zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit, der Wasserinfiltration und des Bodenwasserspeichervermögens (Konservierende und bodenschonende Bodenbearbeitung (z.B. Pflugverzicht), Vermeidung von Bodenverdichtung etc.).</p> <p>Mischanbau bei Reihenfrüchten (Intercropping).</p> <p>Rückhalte-, Auffang-, Sedimentationsbecken in erosionsgefährdeten Bereichen (in Abstimmung mit dem Sektor Hydrologie).</p> <p>Förderung Umstieg auf ökologischen Landbau und naturnahen Landbaumethoden.</p>
Anpassungen an den Klimawandel für die Landwirtschaft (inkl. Mitigation)	<p>Verhinderung der Umwandlung von Ackerflächen in Forst in der Seerandumgebung, aber Förderung von extensiven Bewirtschaftungsformen wie Ackerfutterflächen (Futtergräser, Wechselwiesen) bzw. Umwandlung in permanentes Grünland oder Weiden mit entsprechend angepasster Bewirtschaftung (Beweidung, Mahd); (in Abstimmung mit dem Sektor Naturschutz).</p> <p>Reduktion der Düngung bzw. der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln auf die Grünflächen, Ackerflächen und Weingärten auf ein Mindestmaß.</p> <p>Vermeidung intensiv genutzter Grünflächen (inkl. Überbesatz bei Beweidung); Anpassung der Bewirtschaftung von Grünflächen an Naturschutzbelange.</p> <p>Förderung konservierender Forstwirtschaft inkl. Erhaltung des Altbaumbestandes.</p> <p>Reduzierte Anzahl und Nutzung von Entwässerungsgräben; wo möglich Erhöhung des Entwässerungspegels (in Abstimmung mit dem Sektor Hydrologie).</p> <p>Förderung effizienter Wassernutzung in der Bewässerungswirtschaft (Training und Schulung, Fördermaßnahmen, Regelungen), Begrenzung der Grundwasserentnahmen – diese werden im Seewinkel durch einvernehmlich festgesetzte Grenzpegelstände bereits umgesetzt – bzw. regionaler Wassermanagementplan bei Wasserknappheit bzw. Trockenheit (in Abstimmung mit dem Sektor Hydrologie).</p> <p>Ausweisung der Hochwasseranschlagslinien im österreichischen/ungarischen Hanság und Ableitung eines entsprechenden Hochwassermanagementplans für die Landwirtschaft (in Abstimmung mit dem Sektor Hydrologie)</p> <p>Maßnahmen zur Reduktion der Verdunstung (Windschutzhecken, Bodenmulchsysteme, angepasste Beregnungsplanung und -technik).</p> <p>Wechsel zu Winterkulturen (einjährige Nutzpflanzen), Auswahl trocken- und hitzeresistenter Arten und Sorten.</p> <p>Bessere Anpassung der Produktionstechnik an die Witterung (z.B. Anbauermine, Düngungstermine) unter Berücksichtigung der Bodenbefahrbarkeit und effizienter Nutzung von Betriebsmitteln (Dünger, Pflanzenschutzmittel).</p> <p>Entwicklung und Nutzung von Warn-, Monitoring- und Vorhersagesystemen zum Optimalen Einsatz von Betriebsmitteln.</p>

Vorwiegendes Ziel	Anpassungsmaßnahmen
	Intensivierung von Schulungen und Weiterbildungsmaßnahmen zu Anpassungsmaßnahmen für eine nachhaltigere Landwirtschaft.
	Integration von Klimawandelaspekten in künftige Managementstrategien bzw. Bewirtschaftungspläne naturnaher bewirtschafteter Flächen mit regelmäßiger Überprüfung (in Abstimmung mit dem Sektor Naturschutz).

Landwirtschaftliche Landnutzung und Wassernutzung

Studien zeigen dass unter Klimaszenarien der Region Ostösterreich in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion vor allem Sommerkulturen verstärktem Stress (Hitze, Trockenheit) ausgesetzt sind wobei die künftigen Ertragspotentiale eher stagnieren dürften und Winterkulturen eher begünstigt sein werden (Eitzinger *et al.* 2012; Soja *et al.* 2005). Auch eine zunehmende interannuale Ertragsvariabilität zeichnet sich in den letzten Dekaden ab (Eitzinger *et al.* 2009a). Im Rahmen der erwarteten Klimaänderungen im Sommerhalbjahr ist mit verstärktem Wasserbedarf (Bewässerungsbedarf) in der Landwirtschaft zu rechnen (Eitzinger *et al.* 2009a; Eitzinger *et al.* 2010). Um die Erträge von Winter- und Sommergetreide stabil zu halten wurde für das Marchfeld (Schwankungsbreite von 5 Klimaszenarien, und stark abhängig von den relativ unsicheren Niederschlagsänderungen) unter den derzeitigen Bewirtschaftungsmethoden für die Periode 2021–2050 ein mittlerer jährlicher zusätzlicher Wasserbedarf von 0–40 mm errechnet, der über Bewässerung abgedeckt werden müsste (Eitzinger *et al.* 2012; Thaler *et al.* 2012). In diesen Szenarien ergab sich auch eine simulierte Zunahme der Stickstoffauswaschung ins Grundwasser. Bei jenen Nutzpflanzen, wo die Wachstumsperiode bis in den Herbst reicht (wie Gemüsearten, Mais, Zuckerrübe, Sojabohne) dürfte der zusätzliche Wasserbedarf noch deutlich darüber liegen. Bei Mais liegt die simulierte Spannweite (eigene Simulation) zum Beispiel je nach Klimaszenario bei 0–80 mm (wobei 80 mm einer Verdoppelung des Wasserbedarfes bei gleichem Ertrag entspricht). Für Getreide bedeutet eine notwendige zusätzliche Wasserapplikation von 30–40 mm (ca. 30% des gesamten Wasserbedarfes) ca. 300–400 m³ Bewässerungsbedarf pro ha um die Erträge stabil zu halten. Das für die Bewässerung benötigte Wasser kann z.B. im Seewinkelgebiet großteils aus den dort vorhandenen ca. 5 600 Bewässerungsbrunnen (Soja *et al.* 2012a) entnommen werden und würde damit eine höhere Beanspruchung der Grundwasserreserven bedeuten, in Abhängigkeit davon, wie viel Fläche tatsächlich bewässert wird. Eine zu hohe Grundwasserbeanspruchung zeigte sich schon in den vergangenen Dekaden, wie z.B. am fallenden Grundwasserspiegel in Wallern (Soja *et al.* 2012a) bei gleichzeitiger starker Zunahme der Zahl von Bewässerungsanlagen seit den 1960er Jahren. Andererseits schätzen Experten das Einsparungspotenzial von Bewässerungswasser durch optimierte Bewässerungsmethoden auf ca. 30% ein, was die Bedeutung für effizientere Bewässerungsstrategien unterstreicht.

Eine besondere Bedeutung für die Beanspruchung von Grundwasserreserven hat aber der bewässerte Flächenanteil (z.B. im Seewinkelgebiet). Wenn dieser in Zukunft durch Ausweitung bewässerungsintensiver Kulturen oder von Zusatzbewässerung zur Ertragssicherung bisher nicht bewässerter Flächen/Kulturen deutlich ausgedehnt werden sollte (z.B. beim Eintreten der eher niederschlagsarmen Klimaszenarien), dürften sich Probleme in der Wasserversorgung aus dem Grundwasser ergeben, die in extremen Trockenperioden besonders verschärft werden könnten. Dies trifft insbesondere unter den Klimaszenarien zu, die zunehmende Sommertrockenheit angeben (Unsicherheit!), mit zunehmender Wahrscheinlichkeit über die 2050er Jahre hinaus. Hierzu wäre ein entsprechender regionaler Wassermanagementplan für Nutzwasser sinnvoll, der über Maßnahmen für eine verbesserte Wassernutzungseffizienz in allen Sektoren hinausgehen sollte (z.B. Maßnahmenplan für extreme Tro-

ckenperioden). Dazu zählen auch eventuell zusätzliche Wasserzuführungen in die Region für die Bereitstellung von Bewässerungswasser (auch in Form von Grundwasseranreicherung) bei möglichen zukünftigen Engpässen, welche dann aus Sicht der Bewässerungslandwirtschaft wünschenswert sind.

Der ausgedehnte Wasserkörper des Neusiedlersees hat kleinklimatische Auswirkungen auf die umgebenden ufernahen Regionen, insbesondere auf Temperatur und Luftfeuchte (Dobesch & Neuwirth 1983; ZAMG 1996). Im räumlich-zeitlichen Bezug beschreiben Dobesch & Neuwirth (1983) auf der Ostseite des Sees (Seewinkel) eine lokalklimatische Wirkung bis zu einer Entfernung von ca. 10 km vom Seeufer. Darüberhinausgehende lokalklimatische Untersuchungen wie der Einfluss von Wasserspiegelschwankungen liegen nicht vor (Forschungsbedarf). Bei extremen Tiefständen und Trockenfallen von großen Bereichen der Schilffläche dürften sich vermutlich spürbare Auswirkungen auf das Lokalklima einstellen.

Für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion (z.B. Weinbau) ist insbesondere die günstige ausgleichende Wirkung auf die Temperaturen (geringere Temperaturextreme und dadurch z.B. geringerer Spätfrostgefahr) in Seenähe von Bedeutung. Allerdings liegen keine wissenschaftlichen Analysen von Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion vor (Forschungsbedarf).

Andere Aspekte zur Entwicklung der Landwirtschaft in der Region Neusiedler See

Österreich

Die Landwirtschaft in der Region Neusiedler See ist auf der österreichischen Seite vorwiegend kleinstrukturiert (Soja *et al.* 2012a), wobei die durchschnittliche Betriebsgröße im Burgenland bei 27 ha, mit steigender Tendenz, liegt. Im Neusiedler-See-Gebiet zeichnet sie sich auch durch einen relativ hohen Anteil ökologisch bewirtschafteter Betriebe aus (nach ÖPUL 2007–2013 ca. 300 Betriebe mit 25 000 ha bewirtschafteter Fläche, davon ca. 45 Weinbaubetriebe mit einem Flächenanteil von ca. 18% der Weingartenfläche). Ungefähr die Hälfte der ökologisch bewirtschafteten Betriebe des Burgenlands befindet sich in der Region Neusiedler See, wobei die Anzahl der ökologisch bewirtschafteten Betriebe derzeit kaum Zuwächse verzeichnet (Burgenländische Landwirtschaftskammer 2013). Weitere umgesetzte ÖPUL-Maßnahmen in der Region Neusiedler See betreffen ca. 2 000 ha Gründung, ca. 8 000 ha Erosionsschutzmaßnahmen, ca. 36 000 ha Wasserflächenschutzmaßnahmen, ca. 8 000 ha integrierter Weinbau, ca. 53 000 ha umweltschonender Bewirtschaftungsmaßnahmen, ca. 6 000 ha Schutzflächen von insgesamt 150 000 ha (Soja *et al.* 2012a).

Aus dem aktuellen Jahresbericht der Burgenländischen Landwirtschaftskammer (Burgenländische Landwirtschaftskammer 2013) sind folgende Aktivitäten zu Weiterbildungsmaßnahmen im Bereich Landwirtschaft beschrieben:

„Die Landwirtschaftskammer Burgenland setzt seit 2010 in Zusammenarbeit und mit Unterstützung des BMLFUW's, des Landes Burgenland und des Wasserleitungsverbandes nördliches Burgenland ein Bildungs- und Beratungsprojekt zum Grundwasserschutz im Nördlichen Burgenland um. Mit den in diesem Projekt enthaltenen Bildungs- und Beratungsmaßnahmen soll das Bewusstsein bezüglich Grundwasserschutz geschärft werden und in Folge ein Umdenken im Handeln und Wirtschaften bei den BewirtschaftlerInnen bewirkt werden. Die Umsetzung dieses Bildungsprojektes erfolgt über zwei MitarbeiterInnen der Pflanzenbauabteilung der LK Burgenland unter Verwendung einer Vielzahl von unterschiedlichen Bildungsmaßnahmen. Durch die Notwendigkeit der AMA-Gütesiegelproduktion im Gemüsebau (mit fast 100% „integrierter Bewirtschaftung“) und die dabei vorgeschriebenen Fortbildungen für die Landwirte (alle 18 Monate muss eine Weiterbildungsver-

anstaltung für das AMA-Gütesiegel besucht werden) führte die Burgenländische Landwirtschaftskammer in Zusammenarbeit mit dem Landwirtschaftlichen Bezirksreferat Neusiedl/See und dem Burgenländischen Gemüsebauverband diese Weiterbildungsveranstaltungen für AMA-Gütesiegelbetriebe durch.“

Im Rahmen der Greening-Maßnahmen der Europäischen Kommission für die Landwirtschaft sollten gezielte Maßnahmen für den Gewässerschutz beibehalten bzw. ausgebaut werden, inklusive entsprechender Schulungen für eine nachhaltige, naturnahe landwirtschaftliche Produktion.

Ungarn

Angesichts der Tatsache, dass die Ansprüche der Landwirtschaft in der Region Neusiedler See in den Hintergrund gerückt sind, haben der Schutz der Wasserqualität, die Erhaltung der natürlichen Biosphäre, sowie die Erhaltung der Landschaft in den letzten Jahren an Bedeutung zugenommen. In den landwirtschaftlichen Gebieten gewinnt nun ein Bewirtschaftungssystem an Bedeutung, das den Erwartungen des Naturschutzes entspricht.

Dennoch sind für die gegenwärtige Gebietsnutzung gegensätzliche, von Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Naturschutz erhobene Ansprüche bezeichnend. Ein Beispiel hierfür ist die Forderung der Landwirtschaft nach einer Wasserableitung, was in vielen Fällen in Widerspruch zur Forderung des Naturschutzes nach Wasserrückhalt steht.

Die gesamte landwirtschaftlich nutzbare Fläche im ungarischen Einzugsbereich des Neusiedler Sees beläuft sich auf etwa 26 705 ha, wovon ca. 13 000 ha tatsächlich landwirtschaftlich genutzt werden. Auch auf der ungarischen Seite herrscht hinsichtlich der Betriebsstruktur kleinstrukturierte Landwirtschaft vor.

In der Region Fertőrákos, Sopron, Fertőboz, Hidegség, Fertőhomok, Hegykő, Fertőszéplak und Sarród sind die Sektoren der Landwirtschaft wie folgt aufgegliedert (vgl. auch ausgewählte Gemeinden in Tabelle 14):

Ackerland	8332 ha
Rasen (Wiesen- und Weideflächen)	3073 ha
Weintrauben	1244 ha
Obstplantagen	276 ha
Gärten	83 ha
Schilf	6455 ha
Wald	7237 ha
Ausgenommene Gebiete	5564 ha

Auf den Ackergebieten werden im Rahmen des für das Land charakteristischen, traditionellen Pflanzenanbaus Getreide und Ölpflanzen angebaut.

In der Weingegend Sopron wird in zwei Weinbaugemeinschaften – der Weinbaugemeinschaft Sopron Városkörnyék und Sopron Fertőmenti – Weinbau betrieben, wobei der Anteil der blauen Rebsorten sehr hoch ist (84–86%). Die Zahl der Mitglieder der Weinbaugemeinschaften beläuft sich auf 3 321 Personen. Die österreichischen Weine stellen für die Winzer der Weinregion eine ernsthafte Konkurrenz dar.

Der Umfang jener Gebiete, auf denen Pflanzenanbau durch ökologischen Ackerbau betrieben wird, erweitert sich kontinuierlich, und zwar hauptsächlich in den von Ausländern genutzten Gebieten. Vor

allem auf den großräumigen Wiesenflächen nimmt die ökologische (Bio-)Bewirtschaftung zu. Auf dem Gebiet der Direktion des Nationalparks Fertő-Hanság wird Tierhaltung mit ur-ungarischen Gattungen betrieben; die Futtermittellieferung wird durch Beweidung und Mähen gewährleistet.

Unter Ausnutzung des vorhandenen rechtlichen Hintergrundes unterstehen fast sämtliche Wiesengebiete entlang des Neusiedler Sees der Vermögensverwaltung der Direktion des Nationalparks Fertő-Hanság.

5.4.3 Konflikte, Bedrohungen, Potenziale

Konflikte und weiteres Verbesserungspotenzial bestehen derzeit vor allem im Bereich des Gewässerschutzes, vor allem im Wulkaeinzugsgebiet, wo u.a. eine effektivere Verortung von Gewässerschutzmaßnahmen (v.a. von Gewässerrandstreifen) vorgenommen und umgesetzt werden sollte. Insgesamt sind die landwirtschaftlichen Landnutzungstrends dazu als positiv zu sehen, wobei es aber nach wie vor Problembereiche wie den relativ starken Maisflächenanteil gibt, welcher als intensiv bewirtschaftete Kultur hinsichtlich des Boden- und Gewässerschutzes (inkl. der Stickstoffdüngung und der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln) bzw. des Wasserbedarfes bei Bewässerung besonderer Aufmerksamkeit hinsichtlich einer effizienten Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen bedarf. Auch der regional flächenmäßig starke Weinanbau sollte hinsichtlich Bodenschutz und Umweltbelastungen aus Pflanzenschutzmitteln einer diesbezüglichen laufenden Beobachtung unterliegen (siehe Maßnahmenvorschläge). Verbesserungspotenziale liegen auch in der Förderung von Umwelt- als auch Bildungsmaßnahmen bzw. der unabhängigen landwirtschaftlichen Beratungskapazitäten.

Als Konfliktpotenzial zu anderen Sektoren stellt sich bei zunehmender Trockenheit eine aus Sicht der Landwirtschaft des Seewinkels langfristig gewünschte Wasserzuführung von Bewässerungswasser in die Region dar. Diese sollte allerdings unter Ausnutzung aller vorhandenen Wassereinsparungspotenziale im Bereich des landwirtschaftlichen Wassermanagements und der jeweiligen Bandbreite von Landnutzungs- und Klimaszenarien beurteilt werden, woraus bestimmte Risikoprofile abgeleitet werden könnten (Forschungsbedarf!).

Im Zusammenhang mit hohen Seewasserständen – die bei Ableitung von Seewasser im Einserkanal hohe Wasserspiegellagen verursachen – können entlang des Einserkanals im Waasen (Österreich) und Hanság (Ungarn) lokale Vernässungsprobleme auf Ackerflächen vor allem im Frühjahr ein Problem für den Anbau und für Jungkulturen sein. Die Wehrbetriebsordnung berücksichtigt diese Situation mit generell niedrigeren Seepegeln sowie reduzierten Ableitungsmengen im Winterhalbjahr (vgl. Kap. 2.2). Eine Evaluierung der Wehrbetriebsordnung mit einem Fokus auf die Wasserstandssituation im Einserkanal könnte noch ein Verbesserungspotenzial ergeben. Etwaige höhere Entwässerungspiegel von Entwässerungsgräben (siehe Maßnahmen zum Wasserrückhalt) sollten auch zum jeweiligen Niederschlagsverlauf im Frühjahr abgestimmt werden. Für die Landwirtschaft wäre auch die Festlegung einer Hochwasseranschlagslinie zur Risikobeurteilung wichtig.

Für die Landwirtschaft insgesamt bietet die Region Neusiedler See im Nahbereich von Ballungszentren deutliche Entwicklungschancen, die in Kooperation mit dem Tourismussektor noch besser genutzt und gefördert werden sollten (z.B. regionale Vermarktungsstrategien, innovative Nutzung des Tourismuspotenzials z.B. in Zusammenhang mit dem ökologischen Landbau usw.).

5.4.4 Grenzüberschreitende Perspektive

Im Bereich der Landwirtschaft gibt es derzeit keine uns bekannten laufenden Abstimmungen oder Kooperationen zu den behandelten Themen. Im Schnittpunkt mit anderen Sektoren, wie dem Tourismus oder des Naturschutzes wäre im Sinne grenzüberschreitender Abstimmungen z.B. eines regionalen Leitbildes eine grenzüberschreitende Kommission zu empfehlen, bzw. könnten regionale Landwirtschaftsexperten fallweise in bestehende grenzüberschreitende Kommissionen anderer Sektoren mit einbezogen werden.

5.4.5 Ziele und Maßnahmenvorschläge

- | | |
|------------------|--|
| Ziele | <ul style="list-style-type: none"> Z1 „Greening der Landwirtschaft“ in der Region Neusiedler See im Rahmen der gültigen EU-Agrarumweltprogramme Z2 Nachhaltigere landwirtschaftliche Produktion durch effizienteren und optimierten Einsatz von landwirtschaftlichen Betriebsmitteln und Ressourcen unter Bedingungen des künftigen Klimawandels. Z3 Minimierung von „Footprints“ der landwirtschaftlichen Produktion (naturnahe Landwirtschaft, geschlossene Kreisläufe). Z4 Minimierung von Umweltbelastungen (auf Böden, Gewässer, Luft, Biosphäre) durch Agrarchemikalien (Pflanzenschutzmittel, Dünger) unter Bedingungen des künftigen Klimawandels |
| Maßnahmen | <ul style="list-style-type: none"> M1 Entwicklung eines den Zielen entsprechenden regionalspezifischen und grenzübergreifenden Leitbildes einer (ökonomisch und ökologisch) nachhaltigen Landwirtschaft in der Region um den Neusiedler See (Abstimmung von Synergien mit dem Sektor Tourismus notwendig!) M2 Stärkung der Beratungskapazitäten und regionale Förderung von Weiterbildungsmaßnahmen für nachhaltige landwirtschaftliche Produktion unter Berücksichtigung des Klimawandels M3 Grenzüberschreitendes Monitoring der landwirtschaftlichen Landnutzung: Flächenanteile von Nutzpflanzen und Fruchtfolgen, Art (ökologisch, konventionell, Gentechnikfrei, etc.) und Intensität (Flächenproduktivität) der landwirtschaftlichen Produktion M4 Fallstudien zur Abschätzung des Einflusses von Klimawandel auf regionale landwirtschaftliche Produktionsbedingungen und damit verbundener möglicher Umwelteinflüsse M5 Intensivere Förderung naturnaher (ökologischer oder extensiver) Produktion, insbesondere im Nahbereich sensibler Naturräume (bei gleichzeitiger Sicherstellung der ökonomischen Nachhaltigkeit in der Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Betriebe und Erhaltung einer kleinstrukturierten landwirtschaftlichen Betriebsstruktur) M6 Förderung von Pufferstreifen (Saumstreifen) entlang von Gewässern (inkl. Wulkaeinzugsgebiet): Erhebung von aktuellen Maßnahmen und Mapping des aktuellen Zustandes (inkl. Bewirtschaftungseinschränkungen beim Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln usw.); Zusammenstellung der Schadstofffrachten aus vorliegenden Studien; Identifizierung kritischer Bereiche; Erstellung von Empfehlungen (bzw. eines Maßnahmenkatalogs); (Abstimmung mit den Sektoren Wasserwirtschaft, Hydrologie, Limnologie notwendig!) |

5.5 Tourismus und Freizeitnutzung

Alois LANG, Mihály HUTFLESZ, Anna TRAUNER, Sibylla ZECH

5.5.1 Betrachtungsraum

Das touristische Kerngebiet der Region Neusiedler See setzt sich aus dem See und dem dazugehörigen unmittelbaren Umfeld – einschließlich des Seeufers, sowie auch der umliegenden Siedlungen und des baulichen Erbes – zusammen. Die Region Neusiedler See umfasst, was den Tourismus angeht, darüber hinaus noch eine weitaus größere Region. Auf ungarischer Seite gehören dazu die Kleinregion Hanság, die bis nach Kapuvár im Südosten reicht, das Neusiedlersee-Hügelland / Fertőmellék auf der südlichen Seite, das sich bis zur Hauptstraße 85 erstreckt sowie auch die Stadt Sopron samt deren Einzugsgebiet. In Österreich ist die „Tourismusregion Neusiedler See“ in der Neusiedler See Tourismus GmbH organisiert und umfasst Gemeinden der Politische Bezirke Neusiedl am See, Eisenstadt Umgebung und Mattersburg, wobei zudem der Bezug zur Landeshauptstadt Eisenstadt und zu den nahen Metropolitanräumen Wien und Bratislava touristisch und insbesondere für die Freizeitwirtschaft von Bedeutung ist.

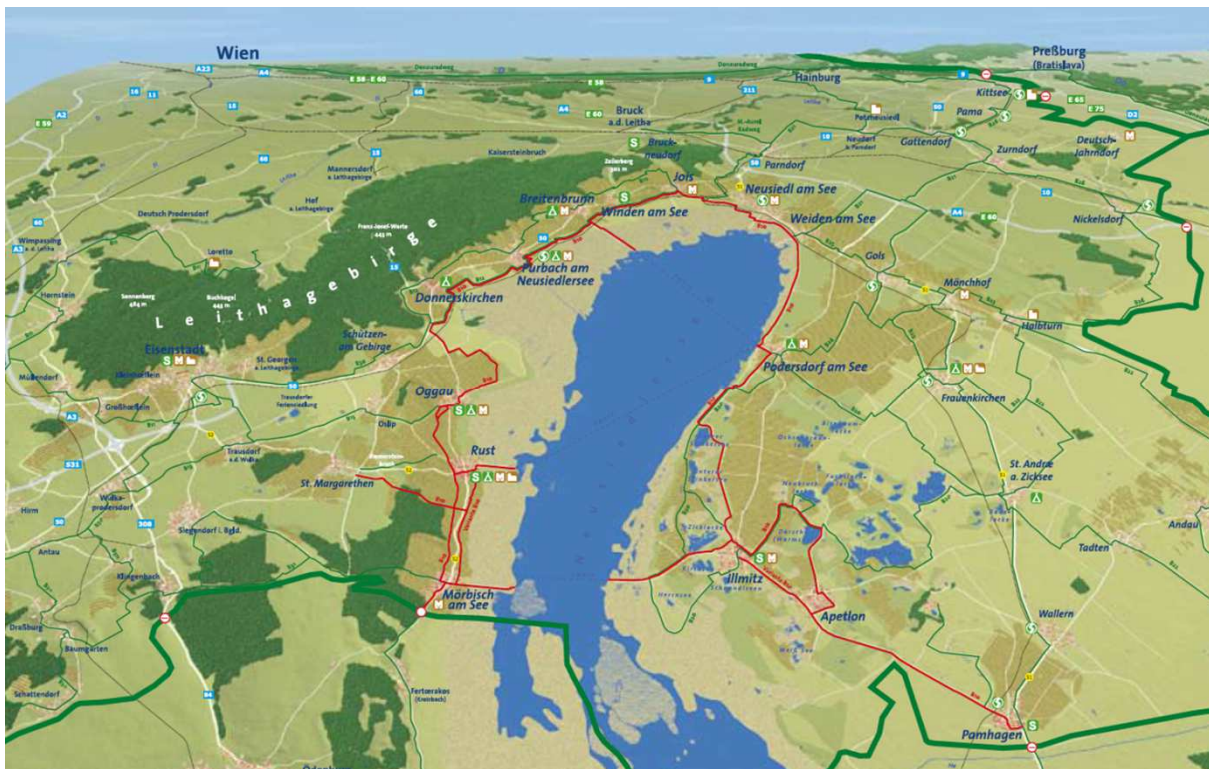


Abb. 86. Tourismusregion Neusiedler See mit der Perspektive Richtung Wien und Bratislava. Quelle: <http://www.neusiedlersee.com>.

Der Neusiedler See und seine Umgebung bilden nicht nur in ökologischer, sondern auch in agrarwirtschaftlicher und touristischer Hinsicht eine Einheit. Diese letztere Funktion konnte die Region aufgrund Ihrer Grenzlage über lange Zeit nur wenig erfüllen. Nach dem Zweiten Weltkrieg hatte die Region infolge der 40 Jahre andauernden Abschottung durch den Eisernen Vorhang keinerlei Möglichkeiten, sich als eine einheitliche Tourismusdestination zu profilieren. Die Situation hinsichtlich der

Zugänglichkeit und geographischen Erreichbarkeit der ungarischen Seite dieses Gebietes änderte sich erst nach der politischen Wende im Jahr 1989. Seither konnten zahlreiche Entwicklungsprojekte im Bereich der touristischen Infrastruktur, der Attraktionen und Dienstleistungen realisiert werden. Dazu gehört auch die Schaffung der grenzüberschreitenden Kulturlandschaft Fertő / Neusiedler See in ihrer besonderen Eigenschaft als Weltkulturerbe, wodurch sich zum ersten Mal die Gelegenheit zur gemeinsamen Vermarktung der Region ergeben hat. Trotz allem bestehen bis zum heutigen Tage Ungleichheiten zwischen den beiden Seiten der Grenzregion, was den Tourismus angeht.

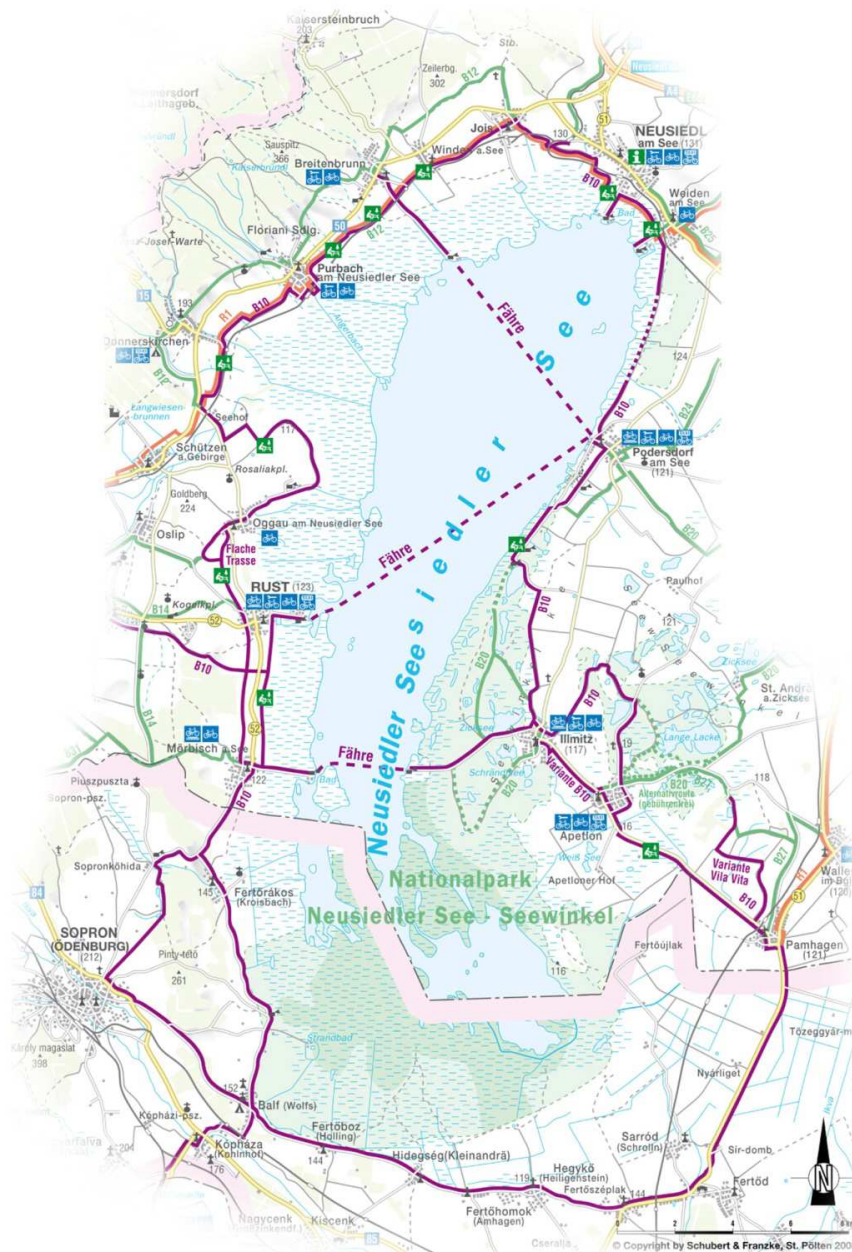


Abb. 87. Tourismusgebiet Neusiedler See (Radweg B10). Quelle: NTG (Neusiedler See Tourismus GmbH).

Abb. 87 zeigt das engere touristische Gebiet um den Neusiedler See. Abgesehen von den NTG-Radwegkarten (siehe oben) und den vom Verein Welterbe Kulturlandschaft Fertő / Neusiedler See herausgegebenen Karte über das Welterbe gibt es Wanderkarten der Verlage, die auch touristische Informationen umfassen (KOMPASS-Wanderkarte 215, Freytag & Berndt Wander-, Rad-, Segelkarte

WK 217). Für Planungszwecke fehlen sowohl eine geeignete grenzüberschreitende GIS-fähige Kartengrundlage als auch entsprechend koordinativ verortete Informationen zum Tourismus. Damit ist eine fachlich fundierte Auswertung der Wechselbeziehungen zwischen Tourismus / Freizeitwirtschaft und dem Neusiedler See, der Wasserwirtschaft und anderen Raumnutzungen derzeit nicht ausreichend möglich.

5.5.2 Charakteristik und Status quo

5.5.2.1 Tourismus

Die Kulturlandschaft Fertő / Neusiedler See gehört zu den meistfrequentierten Tourismusdestinationen des Komitats Győr-Moson-Sopron und des Burgenlandes. All dies wird durch die regionalen Indikatoren eindeutig bestätigt. Die Zahl der Gästeübernachtungen, die Dienstleistungskapazitäten und deren Auslastung, sowie die Erlöse aus dem Tourismus in der Region machen die Region Neusiedler See eindeutig zu einer der beliebtesten Regionen.

Der Tourismus in der Region Neusiedler See hat seit Ende der 1990er-Jahre einen deutlichen Aufwärtstrend verspürt. In der österreichischen Teilregion stehen 1,25 Millionen Nächtigungen im Jahr 1996 1,39 Millionen im Jahr 2010 gegenüber (Memmer 2012). Eine große touristische Bedeutung hat der Nationalpark. Auf Grundlage der vorhandenen Tourismusstatistik kann man von einer Größenordnung von einer Million Nächtigungen in der Nationalparkregion (auf österreichischer Seite, inklusive Camping) ausgehen, bei einer Bettenkapazität von rund 10 000. Der Nationalpark hat mit seiner Infrastruktur, mit der Besucherinformation und dem Besucherprogramm entscheidend zum Erreichen neuer Gästeschichten beigetragen. Weil sich die Höhepunkte für das Naturerlebnis auf die Frühjahrs- und Herbstmonate konzentrieren, wirkt der Nationalpark deutlich entzerrend auf den jährlichen Saisonverlauf und erhöht die Bettenauslastung in den Unterkunftsbetrieben: Quer durch alle Kategorien ist die Bettenauslastung etwa in Illmitz signifikant höher (>25%) als beispielsweise in den stark beworbenen „Event“-Standorten Podersdorf/See oder Mörbisch. Mit dem ganzjährig geöffneten Nationalpark-Informationszentrum und den dort stattfindenden Fachveranstaltungen können zusätzliche Zielgruppen in die Region gebracht werden. Ein stark beachtetes Beispiel der Kooperation mit einem touristischen Leitbetrieb gibt der Nationalpark mit der St. Martins Therme und Lodge in Frauenkirchen (Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel 2012).

Als Ansätze für eine grenzüberschreitende Kooperation können genannt werden:

- Kulturlandschaft Fertő/Neusiedler See (Nationalpark Fertő-Hanság – Nationalpark Neusiedler See/Seewinkel)
- Gemeinsamer Ausbau der touristischen Netzwerke (Pilgerwege): z.B. Marienweg, Sankt Jakobsweg
- Gemeinsame Radweg-Entwicklungsprojekte (Seewinkel (Wallern / Valla) – Hanság-Rábaköz (Kapunvár))
- Einbindung der Bahnstrecke Neusiedl am See – Pamhagen (ROEE) – Sopron in die Neusiedler See Card (kostenfreie Benutzung)
- Start der Einführung einer Tourismuskarte

Für die Definition gemeinsamer Entwicklungschancen einer grenzüberschreitenden Tourismusregion fehlen abgestimmte Datengrundlagen und Analysen des Tourismusaufkommens (nach Standorten, Segmenten, Auslastungszahlen) und der maßgeblichen Trends, wie etwa die Darstellung der wich-

tigsten Entwicklungstrends auf den Hauptmärkten in den einzelnen Angebotsbereichen des Nächtigungstourismus sowie der Vergleich mit der aktuellen / geplanten Angebotsentwicklung im Bearbeitungsgebiet. Ebenfalls sind große Daten- und Wissensdefizite für den Bereich Freizeitwirtschaft (inkl. Tagestourismus) festzustellen (siehe folgendes Kapitel).

5.5.2.2 Freizeitwirtschaft

Freizeitwirtschaft und Tourismus werden meist nicht klar voneinander unterschieden. Im vorliegenden Bericht werden Naherholungs- und Freizeitaktivitäten der BewohnerInnen der Region und der Tagesausflügler, z. B. aus dem Agglomerationsraum Wien – Bratislava – Sopron (- Győr), die nicht mit einer touristischen Nächtigung verknüpft sind, dem Bereich Freizeitwirtschaft zugeordnet. Naherholungssuchende und sog. TagestouristInnen sind als NutzerInnen der Freizeitinfrastruktur – von Segelhäfen, Rad-, Reit- und Wanderwege, Aussichtspunkten, Badeanlagen, Kitebuchten etc. – stark präsent. Obwohl sich ihr Konsumverhalten von dem der NächtigungstouristInnen offensichtlich unterscheidet, wird ihre Bedeutung für die regionale Wertschöpfung (Gastronomie, Eintrittskarten, Einkäufe in örtlichen Geschäften, ...) oft überschätzt. Leider liegen dazu keine eingehenden Untersuchungen vor.

Der Neusiedler See und seine nähere Umgebung hat ein vielfältiges Angebot im Bereich der Freizeitwirtschaft aufzuweisen. In den Gemeinden rund um den See ist es stark auf Aktivitäten mit Wasser- und Seebezug ausgerichtet, wie z.B. Baden, Segeln, Surfen und Kitesurfen. Radfahr- und Reitangebote sind in der gesamten Region stark vertreten. Die Tourismusregion setzt stark auf die Themenfelder Natur, Kultur, Wellness Wein & Kulinarik, womit sich Synergien mit der Freizeitwirtschaft ergeben.

Die in der Region bestehende Freizeitinfrastruktur ist naturgemäß von großer Bedeutung für die ansässige Bevölkerung; sie ist aber auch ein bedeutendes Ausflugsziel für die BewohnerInnen naher Ballungsräume (Region Wien und Bratislava). Schätzungen aus dem Jahr 2011 gehen davon aus, dass allein WienerInnen mehr als 1,1 Millionen Ausflüge pro Sommersaison in das Nordburgenland unternehmen (PGO 2011).

Trotz dieser großen Bedeutung als Erholungsraum gibt es vergleichsweise wenig offizielle Statistiken zur freizeitwirtschaftlichen Ausstattung und insbesondere Auslastung der Region. Während z.B. Nächtigungen durch die Meldepflicht der Unterkünfte offiziell erfasst werden können, ist dies bei Ausflüglern wesentlich schwieriger. Erfasst werden punktuell – also nicht vollständig und nicht nach gleichen Kriterien – die BesucherInnen einzelner Einrichtungen (wie z.B. von Seebädern) oder Veranstaltungen. Für flächendeckende Aussagen wären Zählungen und Befragungen in der gesamten Region notwendig. Ohne derartiges Datenmaterial können jedoch kaum stichhaltige Aussagen zu volkswirtschaftlichen Vor- oder Nachteilen durch die Freizeitnutzungen bzw. zu den davon ausgehenden Herausforderungen für die Umwelt und den See getroffen werden. Im Folgenden wird versucht, aus eigener Gebietskenntnis, der Auswertung von (touristischem) Informationsmaterial sowie Karten und Luftaufnahmen, ergänzt durch Nachfragen bei den Gemeinden und größeren Einrichtungen als erste Annäherung einen groben Überblick eine Reihe von Freizeitaktivitäten. Vertiefte Grundlagen könnten nur über eine eingehende Freizeitstudie geboten werden. Dies sollte auch weitere Freizeitaktivitäten bzw. Freizeitpotenziale (z.B. Paddeln im Hanság) einbeziehen.

5.5.2.3 Tourismus- und Freizeitaktivitäten – Versuch einer Erfassung des Status quo

Baden

Insgesamt gibt es 7 Seebäder am Ufer des Neusiedlersees (Mörbisch, Rust, Breitenbrunn, Weiden/See, Neusiedl/See, Podersdorf, Illmitz) sowie eine Badestelle in Jois, für die jedoch kein Eintritt verlangt wird. Zusätzliche Bademöglichkeiten bietet das Seebad St. Andrä am Zicksee sowie zwei Naturbadeseen in Andau und Apetlon. Diese Naturbadestellen werden durch Freibäder in Oggau, Frauenkirchen, Gols, Purbach, Schattendorf, Donnerskirchen und die St. Martins Therme in Frauenkirchen ergänzt.

Die BesucherInnenzahlen der Seebäder werden nicht jährlich gesammelt erhoben; Schönerklee *et al.* (2006) geben die Anzahl der Badegäste (inkl. Kinderkarten) mit ca. 420 000 Gästen an. Eine im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführte telefonische Umfrage bei den österreichischen Gemeinden bzw. den Tourismusbüros kommt zu einer Schätzung von ca. 600 000 Badegästen in den Seegemeinden (Tabelle 16). Die Anzahl der Freibadbesucher ist erwartungsgemäß stark wetterabhängig; dementsprechend war in der Vergangenheit zu beobachten, dass gerade in (sonnigen) Jahren mit niedrigem Wasserspiegel eine hohe Zahl an Badegästen die Bäder nutzte.

Der Badebetrieb wird dennoch von niedrigen Wasserständen beeinflusst; die Badebereiche sind dadurch so seicht, dass ein Schwimmen erst in größerer Entfernung vom Ufer möglich ist. Dies betrifft vor allem die Bäder am nördlichen Seeufer. Die Erfahrungen der Gemeinde St. Andrä am Zicksee zeigen, dass bei niedrigen Wasserständen über mehrere Jahre hinweg die Besucher ausbleiben (ca. 3 500 Gästen pro Saisonmonat im Jahr 2006, 3 500 Gäste während der Saison insgesamt im Jahr 2011, lt. Auskunft Tourismusverband St. Andrä). Von den Betreibern der Seebäder werden daher naturgemäß höhere Wasserstände (möglichst mehr als 115,5 m ü.A.) bevorzugt.

Tabelle 16. Anzahl der Badegäste in den Seebädern. Quelle: Eigene Schätzung aufgrund telefonischer Umfrage bei Gemeinden und Tourismusverbänden, Oktober 2013.

Seebäder	Anzahl der Badegäste (gerundet)
Neusiedl am See	~ 65 000
Breitenbrunn	~ 20 000
Illmitz	~ 15 000
Mörbisch	~ 145 000
Weiden	~ 45 500
Podersdorf	~ 235 000
Rust	~ 70 000
St. Andrä	~ 3 500

Segeln und Surfen

Am (österreichischen) Neusiedler See gibt es 14 Segel- und Surfschulen und 22 Bootsverleihe. Eine große Zahl der Segler ist in Vereinen und Yacht-Clubs organisiert. Der Landessegelverband Burgenland, als Dachverband der Yachtclubs im Burgenland, zählt derzeit 16 Clubs und 4 Vereine als Mitglieder, in welchen gesamt mehr als 3 000 Segler organisiert sind (LSV-Bgld (Landessegelverband für das Burgenland) 2013).

Eine offizielle Statistik zur Anzahl der Segelboote am Neusiedler See gibt es derzeit nicht, da Segelfahrzeuge mit einer Länge bis zu 10 m und einer Antriebsleistung von weniger als 4,4 kW nicht behördlich für den See zugelassen werden müssen. Die im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführte telefonische Umfrage bei Gemeinden und Segelclubs, ergänzt um punktuelle Luftbilddauswertungen, ergibt auf österreichischer Seite eine Schätzung von mindestens 6 000 Liegeplätzen in den Gemeindeflächen und Häfen privater Clubs oder Betreiber; hinzu kommen zahlreiche Trockenliegeplätze. In vielen der Häfen ist auch Infrastruktur für Windsurfer (z.B. Einstellplätze) vorhanden. Insgesamt gibt es in zehn der österreichischen Seegemeinden Segelhäfen und -clubs.

Die Segler gehören zu den am besten organisierten Verfechtern hoher Wasserstände. „Unter der Berücksichtigung der unterschiedlichen Seespiegellagen bei Wind, der Wellenbildung und Schlammverfrachtung ist für einen uneingeschränkten Segelbetrieb mit den derzeit am See eingesetzten Booten eine Wassertiefe von zumindest 1,2–1,3 m erforderlich. Bei Wassertiefen unter einem Meter beschränkt sich der Segelbetrieb nur mehr auf wenige Bootsklassen (z.B. Laser), das Segeln mit Kajütbooten ist bei diesen geringen Wassertiefen nicht mehr möglich“ (Schönerklee *et al.* 2006). Zum Windsurfen ist eine etwas geringere Wassertiefe notwendig, je nach Equipment und Windstärke kann ab 70 cm komfortabel gesurft werden. Die Finnen der immer beliebteren Kiteboards sind noch kürzer und kommen daher je nach Windstärke mit Wasserständen um 40 cm zurecht.

Tabelle 17. Anzahl der Liegeplätze (Segelboote). Quelle: Eigene Schätzung aufgrund telefonischer Umfrage bei Gemeinden und Segelclubs sowie punktuelle Luftbilddauswertungen, Oktober 2013

Segelhäfen und Segelclubs	Anzahl der Liegeplätze (gerundet)
Neusiedl am See	580
Breitenbrunn	750
Illmitz	200
Mörbisch	430
Podersdorf	700
Rust	1 400
Oggau	250
Purbach	100
Jois	200
Weiden	970

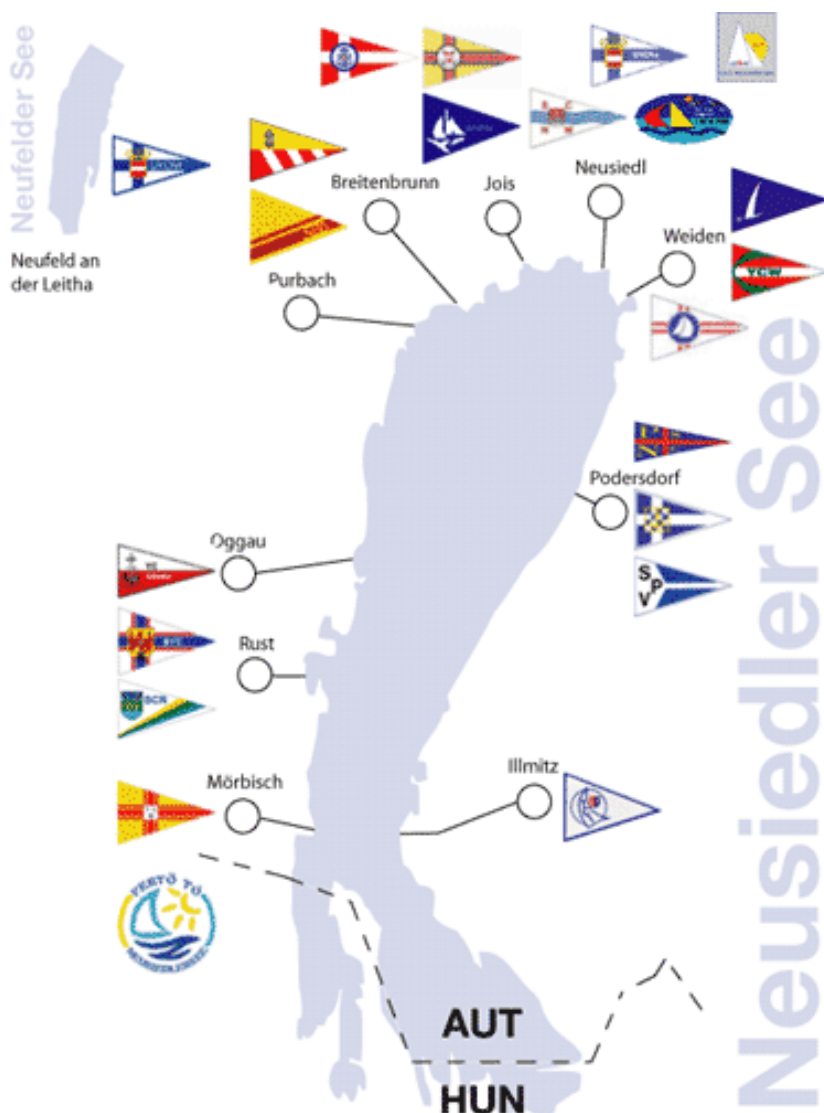


Abb. 88. Im Landessegelverband Burgenland organisierte Yachtclubs. Quelle: <http://www.lsv-burgenland.at/>.

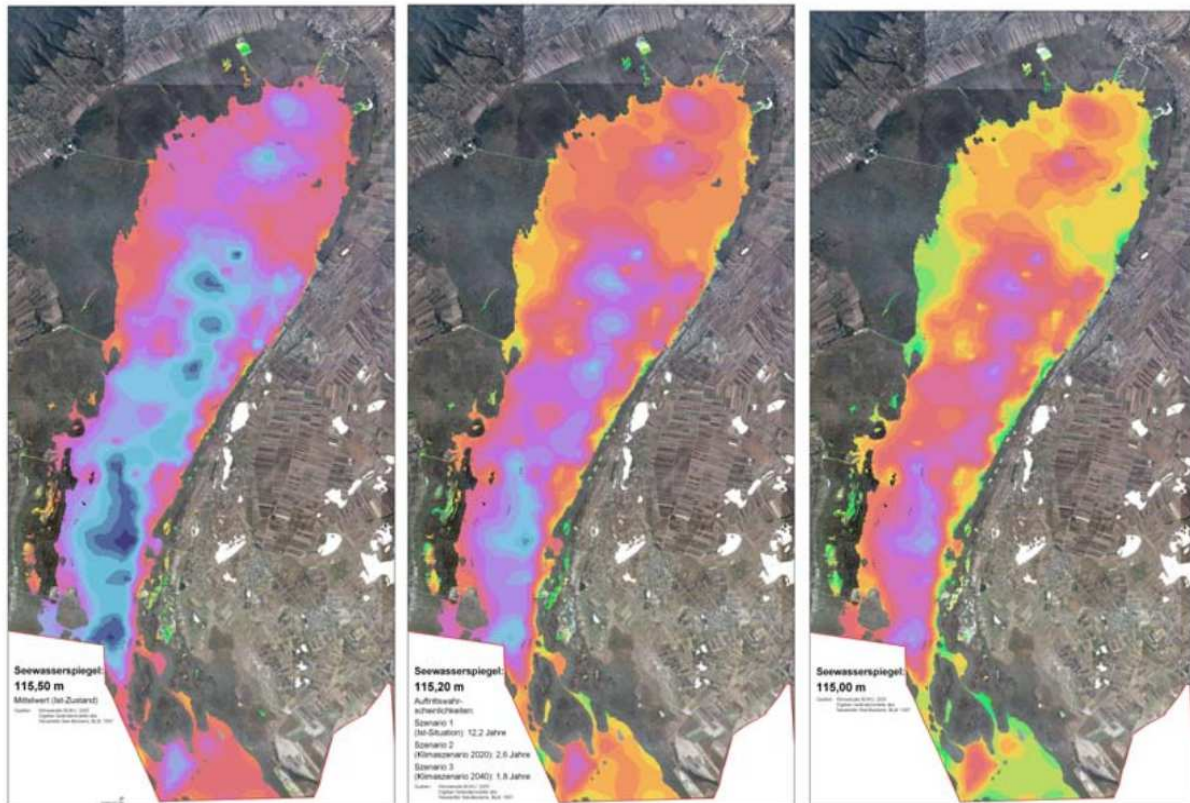


Abb. 89. Darstellung der Wassertiefen im See bei verschiedenen Wasserständen, aus: Schönerklee *et al.* (2006).

Freizeit- und Ausflugsschifffahrt

Die gewerbliche Schifffahrt am Neusiedlersee teilt sich in professionelle Fischerei und Freizeitschifffahrt. Derzeit befahren von österreichischer Seite 5 Fährunternehmen mehr als 10 Relationen; besonders beliebt und stark genutzt werden die Fährangebote von RadfahrerInnen, die die Seeumrundung „abkürzen“ (NTG 2013). Zusätzlich gibt es verschiedene Bootscharter und Bootstaxiunternehmen. Für einen problemlosen Linienschifffahrtsbetrieb ist laut Schifffahrtsbetreiber eine Mindestwassertiefe von 1,1 m erforderlich (Schönerklee *et al.* 2006).

Radfahren

Auf der österreichischen Seite der Region Neusiedlersee stehen RadlerInnen beinahe 500 Radwegkilometer zur Verfügung. Darunter fallen 11 längere Radrouten, wie etwa der B10 Neusiedler See – Rundweg (138 km, Abb. 87), der B12 Kirschblütenradweg (43 km), oder der B22 Hanság-Radweg (53 km). Darüber hinaus gibt es zahlreiche Verbindungsradwege, die das Netz und die Siedlungen verknüpfen bzw. zu den Routen in der Rosalia Region, an der Donau oder Leitha führen (NTG 2013).

Zählungen oder Schätzungen zur Anzahl der Radler, welche die verschiedenen Routen nutzen, gibt es jedoch nicht. Augenscheinlich ist jedoch zumindest die Neusiedlersee-Umrandung eine der beliebtesten Radtouren Österreichs und an Schönwettertagen mehr als gut ausgelastet.

Auf eine große Anzahl an Radlern weist auch die hohe Zahl an fahrradbezogenen Dienstleistern in der Region hin: 18 Radverleihe, 23 Reparaturstellen, 18 nextbike Stationen und 10 Rادتaxiunternehmen (NTG 2013).

Für das seenahe Gebiet und den Seewinkel sind gute Radkarten verfügbar. Eine interaktive Darstellung der Radwege in der Region findet sich unter dem Link <http://alpregio.outdooractive.com/ar-neusiedlersee/de/alpregio.jsp#tab=ToursTab>.

Wandern, Walken, Laufen

Wanderfreunden stehen mehr als 30 Wanderwege in den Gemeinden rund um den See zur Verfügung. Westlich des Sees gibt es zudem den Nordic-Walking Panoramapark mit mehr als 50 Streckenkilometern und östlich des Sees befindet sich die Lauf & Walking Arena Seewinkel, deren Routen addiert mehr als 100 km lang sind (sich teilweise jedoch überschneiden).⁶

Naturerlebnis

Neben dem dichten Wegenetz in der Bewahrungszone wird Besuchern im Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel ein dichtes Angebot aus Exkursionen und Vorträgen (Nationalparkhaus in Illmitz) geboten. Genaue Zahlen zu den Tagesbesuchern des Nationalparks stehen leider nicht zur Verfügung; im Jahr 2006 wurde deren Anzahl auf etwa 500 000 Personen geschätzt (Schönerklee *et al.* 2006).

Pferdesport

Reiten und Kutschenfahren ist eine in der Neusiedler-See-Region traditionelle Form der Freizeitgestaltung. In der Region (österreichischer Teil) gibt es 12 Reitställe, die mit Schulpferden geführten Reitunterricht anbieten, sowie 17 Anbieter von Kutschenfahrten. Die vermutlich höhere Zahl an Unterstellmöglichkeiten für Privatpferde ist nicht erfasst. Auch gibt es keine Angaben zur Länge des Reitwegenetzes; meist nutzen Reiter jedoch ohnehin nicht nur spezielle Reitwege, sondern das Netz der landwirtschaftlichen Güter- und Feldwege. Lokalkennntnis oder lokale Führer sind also für Ausritte in der Region erforderlich.

Events und Veranstaltungen

Neben dem Natur- und Sportangebot in der Region finden alljährlich auch zahlreiche, weit über die Region bekannte Veranstaltungen und Events statt. Im Kulturbereich sind vor allem die Seefestspiele Mörbisch (mehr als 220 000 Besucher pro Jahr) sowie die Opernfestspiele St. Margarethen (rund 140 000 Besucher pro Saison) zu nennen. Das Schloss Esterháza zählt zu den größten und schönsten Rokokoschlössern Ungarns und ist Teil des Weltkulturerbes, das gleichzeitig in den Nationalpark Fertőd-Hanság eingebunden ist. Ein Teil des Schlosses ist als Museum zu besichtigen. Hier finden während des Sommers Konzerte statt.⁷

Die Veranstaltungsreihe der pannonischen Jahreszeiten ist besonders auf die Themen Wein und Kulinarik fokussiert. Höhepunkt sind dabei die Martiniloben-Wochenenden im November, bei denen in zahlreichen Gemeinden rund um den See die Kellertüren geöffnet werden.

⁶ <http://www.neusiedlersee.com/de/themen/sport/wander/>

⁷ <http://de.esterhazy.net/index.php?title=Fert%C5%91d>

Sport und Popkultur werden bei den Surfwettbewerben des Summer-Opening in Podersdorf verknüpft, welches im Jahr 2013 erstmals mehr als 100 000 Besucher verzeichnen konnte.

Darüber hinaus finden zahlreiche Sport-, Musik- und Kulturveranstaltungen statt.

5.5.3 Konflikte, Gefahren und Potenziale

Trotz bereits bestehender Kooperationen innerhalb der österreichischen und ungarischen Tourismusregion treten auch zahlreiche Mängel und Herausforderungen zutage bzw. sind für die Akteure beider Seiten Potentiale erkennbar. Die Kooperationen zwischen den Stakeholdern ist noch wenig ausgeprägt, es fehlt ein gemeinsames Auftreten, um neue touristische Zielgruppen gewinnen zu können; des weiteren kann das gemeinsame Marketing als schwach bezeichnet werden.

Eine der wichtigsten Fragen ist die Präsentation des Neusiedler Sees und der dazu gehörigen Region als eine einheitliche touristische Region. Diese gemeinsame Positionierung stellt insbesondere in Bezug auf die Gewinnung internationaler Märkte einen ernst zu nehmenden Mehrwert dar. Zu den Hintergrundbedingungen gehören Maßnahmen wie etwa die Entwicklung eines neuen, gemeinsamen Managements, die Anwendung eines gemeinsamen Marketings, sowie die Stärkung der Regionalmarke.

Um eine bessere Auslastung der Kapazitäten zu gewährleisten und um zu erreichen, dass Erlebnisurlaube von höherer Qualität angeboten werden können, ist die Ankurbelung der Kooperationen zwischen den touristischen Dienstleistern (Unterkünfte, Gastgewerbe, Programmanbieter) auf lokaler Ebene wünschenswert. Hierzu sind die Entwicklung von Attraktionen, die Ausarbeitung gemeinsamer Dienstleistungspakete, eine lokale Wertschöpfung, sowie ein darauf aufbauendes gemeinschaftliches Marketing erforderlich.

In Anbetracht der ökologischen Gegebenheiten der Region muss man bei den Entwicklungsprojekten den „grünen“ Lösungen Priorität einräumen, einschließlich der durch die touristischen Dienstleister in Angriff genommenen Entwicklungsprojekte sowie auch der Investitionen in die Infrastruktur oder in die Attraktivität. Die Erwartungshaltung ist die, dass auch die Investitionen, Entwicklungen und Dienstleistungen einen umweltfreundlichen Ansatz in den Vordergrund stellen.

Im Hinblick auf die oben genannten Kriterien würden die Organisation eines grenzüberschreitenden, neu geschaffenen Tourismusdestinationsmanagement sowie werte- und interessenorientierte Kooperationen zwischen den lokalen Akteuren die Erreichung der Ziele bzw. die Aufrechterhaltung/Nachhaltigkeit der Ergebnisse gewährleisten. Auf beiden Seiten der Grenze ist es notwendig, die fachliche Arbeit der betroffenen ungarischen und österreichischen Entwicklungsorganisationen im Rahmen gemeinsamer Workshops bekannt zu machen und eine Abstimmung hinsichtlich des Zukunftsbildes vorzunehmen. Dies erfordert insbesondere bei den vom Tourismus betroffenen sowie den an die Region anknüpfenden Gebieten, welche den Tourismus beeinflussen, eine besondere Aufmerksamkeit (z.B. Nationalparks, Regionale Entwicklungsagentur, Regionale Direktion für Marketing, Leader-Gemeinschaften, VÁTI Kht, Ausschuss für Regionalentwicklung der Selbstverwaltung des Komitats, Verein „Ungarischer Rat für das Welterbe Fertő-Gebiet“, Fachkammern, etc.).

Noch mehr Aufmerksamkeit als bisher ist der Tourismusforschung, deren Regelmäßigkeit und Genauigkeit sowie der Datenanalyse zu widmen. Für eine Zusammenarbeit und gemeinsame Entwicklung muss gewährleistet werden, dass die Koordinationsarbeiten reibungslos verlaufen, ein gemeinsames

touristisches Monitoring realisiert wird bzw. die Zugänglichkeit der Daten und regionalen Entwicklungsdokumente auf gegenseitiger Basis gewährleistet ist.

Die erfolgreichen Angebotsselemente der vergangenen Jahre in der Grenzregion stellen Weinbau und Gastronomie, der Naturtourismus (Ökotourismus) bzw. auch der Bereich Wellness dar. Dieses Ergebnis dient einerseits als Basis und andererseits auch als Ansporn für die Akteure in der Region, die Zusammenarbeit fortzuführen. Was den Tourismus der Region Neusiedler See anbelangt, bieten die Erreichung ausländischer Gäste sowie die Anziehungskraft der Region für letztere mit Erfolgsmöglichkeiten. Es macht Sinn, die dafür erforderlichen, noch fehlenden Angebotsselemente gemeinsam und im Rahmen eines koordinierten Entwicklungskonzeptes durchzuführen.

Wie schon eingangs dargestellt, sind nur mangelnde Informationen zur Auslastung und Nutzung der Freizeitinfrastruktur in der Region verfügbar. Insbesondere in Bezug auf den See selbst ist verwunderlich, dass nicht einmal die Anzahl der Badegäste und Segelboote bzw. Liegeplätze zentral erfasst werden – aufgrund der geringen Anzahl an Seeufergemeinden wäre dies mit nicht allzu hohem Aufwand verbunden.

5.5.4 Grenzüberschreitende Perspektive

Die Region Neusiedler See stellt eine einzige und unteilbare ökologische Einheit, jedoch keine gemeinsame touristische Destination dar. Wünschenswert ist, dass die Grenzregion sich zu einer wettbewerbsfähigen, gut organisierten Tourismuswirtschaft entwickelt, wobei die lokalen ökologischen Gegebenheiten bewahrt und die Schäden für die Umwelt zur Gänze abgewendet werden. Bereiche von besonderer Bedeutung sind: Öko- (naturnaher) Tourismus, aktiver Tourismus, Kulturtourismus, Thermaltourismus. Spezielle Bereiche sind: religiöser (Pilger-) Tourismus, Jagdtourismus. Auch wenn die rechtlichen Regelungen auf beiden Seiten der Grenzregion unterschiedlich sind, stellt dies kein Hindernis für die Durchsetzung/Erfüllung der Interessen der lokalen Akteure (Stakeholder) – im Rahmen der oben genannten Einschränkungen – dar. Die Perspektive des gemeinsamen Zukunftsbildes kann am ehesten durch die Institutionalisierung der Tourismusdestination Region Neusiedler See erreicht und aufrechterhalten werden (Organisation, Budget, Management).

Nachdem auf beiden Seiten der Grenzen nicht immer klar zwischen Tourismus und Freizeitwirtschaft unterschieden wird, ist dies auch im Bezug auf die grenzüberschreitende Zusammenarbeit der Fall. Schwierig ist in jedem Fall die Koordination von Einzelinteressen der Gemeinden mit einem kohärenten Gesamtangebot – sowohl innerhalb der Länder, als auch über die Grenze hinweg. Als Konkretes Beispiel dafür könnte man die „Grabenziehung“ in Pamhagen nennen⁸. Hier ist entsprechendes Fingerspitzengefühl und frühzeitige Kommunikation und Abstimmung aller grenznahen Vorhaben erforderlich.

Neben den zitierten Quellen wurden mündliche und schriftliche Auskünfte folgender Institutionen und Personen berücksichtigt: Tourismusbüro Podersdorf (Walter Gisch); Stadtgemeinde Rust; Tourismusverband St. Andrä am Zicksee (Maria Krammer); Gemeinde Jois; Freizeitbetriebe Neusiedl am See (Regina Niederhauser); Gemeinde Neusiedl am See (Silvia Gradwohl), Union Yacht Club Neusiedl (Ralph Neuhaus), Tourismusverband Weiden am See (Regina Fridrich); Gemeinde Weiden am See (Gerhard Karner); Tourismusbüro Mörbisch (Peter Vargyas), Gemeinde Illmitz (Alois Wegleitner),

⁸ <http://burgenland.orf.at/news/stories/2525104/>

Seebad Breitenbrunn (Piller Thomas), Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abteilung 5 – Tourismus (Paul Mayerhofer).

5.5.5 Sektorale strategische Ziele und Maßnahmenvorschläge

Realistische Darstellung des Status quo / Statistik-Analyse / Entwicklungstrends angebotsseitig / Entwicklungstrends nachfrageseitig

Ziel Z1 Wirklichkeitsnahe Beschreibung des Tourismusaufkommens (nach Standorten, Segmenten, Auslastungszahlen) zur Eingrenzung der Entwicklungschancen der grenzüberschreitenden Tourismusregion

Maßnahmen M1 Abriss der Tourismusentwicklung im Bearbeitungsgebiet; Milestones und Entwicklungsbrüche seit dem Zweiten Weltkrieg

M2 Interpretation der Nächtigungsstatistiken – zumindest seit 1980 – unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung der Kapazitäten im gesamten Bearbeitungsgebiet (Bereinigung der Nächtigungsstatistiken hinsichtlich Änderungen der Unterkunftskapazität)

M3 Darstellung der wichtigsten Entwicklungstrends auf den Hauptmärkten in den einzelnen Angebotsbereichen des Nächtigungstourismus (Natur, Wein, Kultur, Events, Wellness) und Vergleich mit der aktuellen / geplanten Angebotsentwicklung im Bearbeitungsgebiet

M4 Darstellung der Größenordnungen und jahreszeitliche Verteilung des Tagesausflugstourismus an relevanten Standorten sowie Abschätzung der daraus resultierenden Wertschöpfung

M5 Erstellung von GIS-fähigen Kartengrundlagen mit dem Fokus Tourismus und Freizeitwirtschaft sowie Auswertung insbesondere hinsichtlich der Wechselwirkungen mit dem Neusiedler See und der Wasserwirtschaft sowie anderen Raumnutzungen

Marketingstrategien

Ziel Z2 Stärkere Ausrichtung des Marketings / der aktuellen Marketingstrategien auf die echten Potentiale auf den Kernmärkten der Region unter Berücksichtigung der Entwicklung der wertschöpfungsrelevanten Angebotssektoren

Maßnahmen M6 Abgleich aktueller Konzepte und Marketingstrategien auf Landes- und Regionalebene mit dem standortspezifischen Tourismusaufkommen

M8 Vergleich der aktuellen Positionierung des Nordburgenlands auf dem Reisemarkt mit der tatsächlich stattfindenden regionalen / lokalen Wertschöpfung aus dem Tourismus (auch Tagestourismus)

M9 Weiterer (grenzüberschreitender) Ausbau der Neusiedler See Card als Marketinginstrument zur Stärkung des Nächtigungstourismus mit hoher Wertschöpfung bei vergleichsweise niedriger Umweltbelastung

- M10 Konzentrieren des Marketingaufwands auf Unique Selling Propositions (USP, Alleinstellungsmerkmale) der Region statt auf beliebig austauschbare Angebote und Massenevents

Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Ziel Z3 Herausarbeiten und Kommunizieren von echten Marktchancen für die Region unter Vermeidung / Reduzierung von negativen Auswirkungen aus wertschöpfungsarmen Tourismusformen

Maßnahmen M11 Stärkere Öffentlichkeitsarbeit innerhalb der Region für die erfolgreichen Angebotssegmente (Weintourismus, Naturtourismus) zur Unterstützung der entsprechenden Betriebe und Organisationen

M12 Verbesserung der Marktposition der erfolgreichen Angebotssektoren durch Angebotsverknüpfung, Verbundwerbung und Qualitätsverbesserung in der Suprastruktur.

M13 Analyse der negativen Auswirkungen von Formen der intensiven Freizeitnutzung (mit niedriger oder gar keiner Wertschöpfung) auf den Tourismus, z.B. im Freizeitsport (Segeln, Reiten, Radfahren).

M14 Analyse der negativen Auswirkungen von Zweitwohnsitzen (in den Dörfern oder in getrennten Zweitwohnsitzsiedlungen) auf die Tourismusedwicklung eines Standorts.

M15 Analyse der negativen Auswirkungen großer Sport- und Unterhaltungsevents auf den Nächtigungstourismus (z.B. Fußball-EM, sog. World-Sailing-Games u.ä., Vergleich auch mit Ski-WM Schladming 2013).

M16 Analyse der Überalterung und der Strukturänderung in der Landwirtschaft auf die Angebotsentwicklung.

Einbindung lokaler Organisationen und Tourismuspartner

Ziel Z4 Motivierung und Einbindung von örtlichen Tourismusverbänden und Betrieben hinsichtlich standortspezifischer Angebotsentwicklung im Sinne der o.g. Unique Selling Propositions

Maßnahmen M17 Identifizierung von Organisationen und Betrieben, die nicht oder nicht ausreichend in die Tourismusedwicklung eingebunden sind

M18 Gemeinsame Eingrenzung der kurz- und mittelfristigen Ziele unter Berücksichtigung der Zielsetzungen in den bestehenden Marketingstrategien (Neusiedler See Tourismus GmbH, Burgenland Tourismus, Destinationsmanagement im Komitat Győr-Moson-Sopron) und der Profile einzelner touristischer Standorte.

Übergeordnetes Ziel: Gemeinsame Positionierung der Region als grenzüberschreitende, einheitliche Tourismusdestination

Ziel Z5 Überwindung der asymmetrischen Organisationsstrukturen im Tourismusmarketing und schrittweiser Aufbau einer grenzüberschreitenden Destination

Maßnahmen M19 Darstellung der ungleichen Organisationsstrukturen und der damit verbundenen Hindernisse für ein gemeinsames Marketing

M20 Einrichtung einer bilateralen Plattform zur Entwicklung einer gemeinsamen Marketingstrategie und zur Umsetzung gemeinsamer Marketingaktivitäten

M21 Verstärkte Bewusstseinsbildung hinsichtlich der gegenseitigen Abhängigkeit in der Tourismusentwicklung

Hauptziele in der Tourismusentwicklung

- Positionierung der grenzüberschreitenden Region auf den internationalen Märkten mit dem Schwerpunkt Naturerlebnis, Weinerlebnis/Kulinarik und Entschleunigung sowie mit der hervorragenden geographischen Lage für das Kulturerlebnis (Wien, Bratislava, Sopron, Győr, Budapest, Eisenstadt)
- Erhöhung der Wertschöpfung über eine längere Saisondauer (März bis November)
- Erhaltung kleiner Strukturen mit einem hohen lokalen Wertschöpfungsanteil
- Erhöhung des Anteils an internationalen Gästen
- Reduzierung des Aufkommens des Individualverkehrs von Urlaubs- und Tagesgästen

Prioritäre Maßnahmen

- Analyse des Bedarfs an Infrastruktur vor dem Hintergrund der o.a. Entwicklungen und Trends
- Bewertung der bestehenden Infrastruktur, der Großveranstaltungen und des derzeitigen Marketingaufwands hinsichtlich deren Bedeutung für den Nächtigungstourismus und für die lokale Wertschöpfung
- Ausrichtung des Marketings auf die erfolgreichen Angebotsbereiche, erfolgversprechenden Märkte und auf die entsprechenden Zielgruppen (mehr Effizienz)
- Unterstützung der Ökomobilität in der Grenzregion
- Anreize für den Bau bzw. die Renovierung von kleinstrukturierten Nächtigungskapazitäten (als Ausgleich für den schleichenden Kapazitätsrückgang)

6. Synthese



6.1 Schilf – Schutz, Nutzung, Perspektiven

Elmar CSAPLOVICS, Géza KIRÁLY, Ingo KORNER, Alois LANG, Istvan MÁRKUS, Erwin NEMETH, Viktor TÓTH, Georg WOLFRAM, Sibylla ZECH

6.1.1 Einleitung

Der Neusiedler See ist durch ein sehr flaches Seebecken determiniert, das optimale Bedingungen für das Wachstum von Schilf bewirkt. Das Schilfgebiet des Sees bedeckt ca. 181 km² einschließlich der See-Land-Übergangszone (Stand 2008), wobei ca. 64 km² auf ungarischem und ca. 117 km² auf österreichischem Staatsgebiet liegen. Es stellt somit das zweitgrößte geschlossene Schilfgebiet in Europa dar. Bemerkenswert ist der außergewöhnlich hohe Anteil von Schilfflächen geringer Wuchsdichte (österreichischer Anteil: ca. 35% des gesamten Schilfgebietes mit einem Schilfanteil geringer als 70%) und von offenen Wasserflächen innerhalb des geschlossenen Schilfbestandes (österreichischer Anteil: ca. 15%) – Tendenz zunehmend.

Der Schilfgürtel ist ein einzigartiges, divers strukturiertes Ökotoptop, das ein multifunktionales Kerngebiet des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel / Fertő - Hanság darstellt. Dennoch oder gerade deswegen entstehen vielerlei ausgeprägt raumrelevante Konflikte zwischen den Schutzinteressen des Naturschutzes und den Interessen eines nachhaltigen Entwicklungsmanagements einerseits und den Nutzungsinteressen des Tourismus und der ökonomischen Erschließung, die auch durch die Eigentümerverhältnisse mitbestimmt werden, andererseits (Abb. 90).

Als aktuelle raumbezogene thematische Datengrundlage liegen sowohl für den ungarischen (2007) als auch für den österreichischen (2008) Anteil am Schilfgürtel des Neusiedler Sees Kartierungen von Verteilung, Ausdehnung und Struktur der Schilfbestände vor. Dieser Datenbestand kann als Grundlage für den Aufbau eines operationellen „Schilf-Informationssystems“ für das gesamte Seebecken dienen. Durch ein dementsprechend transdisziplinär nutzbares Informationssystem werden die mit regionaler Entwicklung und Landschaftsschutz befassten öffentlichen Verwaltungseinheiten wie auch die Verwaltungen der Nationalparke in den Stand gesetzt, ihren Verpflichtungen betreffend Planung und Management effizienter nachzukommen und insbesondere Potentiale ökologisch verträglicher Strategien für die Entwicklung von angepasster Tourismusnutzung und habitatökologisch verträglicher Schilfbewirtschaftung (Schilfernte) auszuloten.

6.1.2 Konflikte und Entwicklungschancen

Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees ist ein essentieller Teil des grenzüberschreitenden UNESCO-Welterbes „Kulturlandschaft Fertő/Neusiedler See“. Teile der Schilfgebiete sind Kernbereiche der beiden Nationalparke und stehen unter mehr oder weniger strengem Schutz. Konzepte von ökologisch verträglichem, grünem Tourismus integrieren die „sanfte Nutzung“ von ausgewählten Schilf-arealen für individuelle touristische Programme. Andererseits sind einige Trends regionaler Tourismusentwicklung durchaus nicht ökologisch verträglich und werden von Interessen bestimmt, die als *event-based* bezeichnet werden können und auf die Ausrichtung von Großveranstaltungen abzielen. Damit werden zwar zeitbegrenzte, jedoch deswegen nicht weniger gefährliche Störpotentiale der sensiblen Schilflandschaften des Neusiedler Sees geschaffen, die zudem durch Phänomene des Massentourismus bestimmt werden. Aktuelle ökonomische Interessen in Bezug auf die Schilfwirt-

schaft/Schilfernte zielen auf die umfassende Nutzung der Ressource Schilf für die Bioenergie-Gewinnung ab. Traditionelle Schilfnutzung als Material für die Dachdeckung wird durch eher kleinflächige, durch hohe Ansprüche an die Schilfqualität bestimmte Erntestrategien charakterisiert.

Es liegt auf der Hand, dass unterschiedliche, teils durch ökonomische, teils durch schutzbezogene und somit oftmals divergente Ansprüche an das „Management“ des Schilfgürtels durch integrative Methoden der multithematischen Raumanalyse untersucht werden müssen. Die Beziehungen zwischen Naturschutz und regionaler Entwicklung müssen aus ganzheitlicher und somit alle Aspekte beleuchtender Sicht auf das Ökotox Schilfgürtel und seine Umgebung(en) untersucht werden. Aspekte der Limnologie, der Habitatökologie und des Naturschutzes auf der einen Seite sowie der ökonomisch determinierten Nutzung durch Tourismus, Freizeitwirtschaft, Schilfernte, Fischerei und Jagd auf der anderen Seite müssen berücksichtigt werden, deren Funktionsmechanismen als Teil des ganzheitlichen Ökosystems müssen beschrieben und deren Beziehungsgefüge sowie die resultierenden Bedrohungen, aber auch Entwicklungschancen im Kontext ökologisch geprägter regionaler Entwicklung müssen analysiert werden.

I. Limnologie

Der Chemismus des Neusiedler Sees wird wesentlich durch die ausgedehnte Litoralzone des Schilfgürtels bestimmt. Hier werden Nährstoffe, aber auch Schadstoffe, die über die Zubringer bzw. die Atmosphäre in den See gelangen, deponiert. Gleichmaßen bedeutend ist die Funktion des Schilfgürtels als Lieferant von großen Mengen an gelöstem organischem Material, das die primäre Kohlenstoff-Quelle für die Bakterienzönose darstellt. Der Austausch zwischen dem offenen See und dem Schilfgürtel ist folglich unerlässlich für den Auf- und Abbau von organischem Material sowie die Produktivität des gesamten Ökosystems. Gemeinsam mit den saisonalen Schwankungen des Seevolumens und der Seeoberfläche beeinflusst der Wasseraustausch infolge von Deposition und Rücklösungsprozessen auch den Salzhushalt im See.

Vom biologischen Standpunkt aus präsentiert sich der Schilfgürtel als hochkomplexes Habitat für zahlreiche aquatische Pflanzen und Tiere. Hinsichtlich seiner Diversität übertrifft er den offenen See bei weitem. Während die gut strukturierte Schilfrandzone die höchste Fischbiomasse ermöglicht, dienen die Bereiche im Inneren des Schilfbestands zur Fortpflanzung und dem Nahrungserwerb von Fischen.

Es überrascht folglich nicht, dass die Schlüsselfragen, Ansprüche und Interessen des Fachbereichs Limnologie in Hinsicht auf den Schilfgürtel auf die Strukturbeschaffenheit, die landseitige Zugänglichkeit sowie den Austausch mit dem offenen See fokussiert sind. Sind beispielsweise die Austauschprozesse eingeschränkt, können massive Sauerstoffzehrungen im Schilfgürtel auftreten, die sich wiederum auf den Nährstoffhaushalt und die Schilfbewohner auswirken. Änderungen in der Schilfstruktur, insbesondere das Zuwachsen von Kanälen sowie die zunehmende Verlandung in Teilbereichen, vermindern den Fortpflanzungserfolg und verringern die Nahrungsplätze der Fische. Über das Ausmaß dieses Effekts auf die Diversität von Wirbellosen ist wenig bekannt, es ist allerdings anzunehmen, dass neben den Fischen auch andere Organismen von Änderungen der Schilfstruktur betroffen sind. Werden für die Schilfmahd schwere Maschinen eingesetzt, werden definitiv sowohl die Physiologie als auch die Morphologie der Schilfpflanzen geschädigt. Auch der Einfluss des Schilfrückgangs auf den Sedimentchemismus ist gut dokumentiert. Weniger eindeutig sind die indirekten Folgen auf die Lebewesen der Schilfzone. Es gibt allerdings Hinweise aus Ungarn, dass die zunehmende Heterogenität und Fragmentierung der geschädigten Schilfbereiche die Artenvielfalt der aquatischen Organismen

positiv beeinflusst. Jedenfalls wurden in den letzten Jahren, als im ungarischen Teil das Schilf nicht geerntet wurde, negative Effekte auf die aquatischen Lebensgemeinschaften beobachtet.

Hinsichtlich der Wasserstandsdynamik hat sich in den letzten 20 Jahren gezeigt, dass langfristige Wasserstandsschwankungen eine wesentlich geringere Gefahr für die Entwicklung der Fischfauna darstellen als ursprünglich angenommen. Als der Schilfgürtel im Jahr 2003 fast trocken lag, nahm der für den Schilfbereich typische Fischbestand von Flussbarsch, Hecht, Rotfeder und Schleie deutlich ab. Mit dem erneuten Wasseranstieg bis 2009 stiegen die Individuendichten wieder an und die Bestände erholten sich.

Betreffend Wechselwirkungen von Wasserstandsschwankungen, Wasseraustausch und Strukturveränderungen führten Erfahrungen aus dem ungarischen Teil des Neusiedler Sees zu folgenden Hypothesen:

Hoher Wasserstand, hohe Schwankungsbreite (periodisches und teilweises Austrocknen) ... könnten durch die Kombination von generativer und vegetativer Reproduktion zu einer Ausdehnung des Schilfbestands führen. Die generative Reproduktion durch Samen ist nur in trockenen bzw. feuchten Bereich möglich, sie steigert vermutlich die genetische Variabilität von *Phragmites*. Das vegetative Wachstum bestehender Klone bedingt wahrscheinlich eine Verdichtung des Schilfbestands. Bei niedrigen Wasserständen steigt das Redoxpotenzial in den landseitigen Sedimentbereichen, wodurch die Umweltbedingungen für das Wachstum von *Phragmites* verbessert werden. Insgesamt scheint eine Ausdehnung des Schilfbestands sowohl im österreichischen als auch im ungarischen Teil wahrscheinlich und ein langsamer Rückgang der abgestorbenen Schilfbereiche möglich. Folglich kann von einem verbesserten physiologischen Zustand der Pflanzen ausgegangen werden, insbesondere wenn durch die periodische Schilfernte (oder das Abbrennen) die Akkumulation abgestorbener Schilfteile und damit der Kohlenstoffeintrag reduziert werden. Die Ausdehnung des Schilfbestands wird wahrscheinlich im Randbereich zum offenen See erfolgen, aber auch in den kleineren, offenen Bereichen innerhalb des Schilfgürtels. Durch die Bildung homogener Schilfbestände mit geringer Fragmentation wird schließlich die Biodiversität der aquatischen Lebensgemeinschaften verringert.

Hoher Wasserstand, geringe Schwankungsbreite ... könnten zu einer schwachen Anhebung des Redoxpotenzials im Sediment führen, wodurch das Schilfwachstum gefördert wird und die Bestandsdichte zunimmt. Dieser Effekt zeigt sich v.a. in den wenig überstauten Zonen und bedingt nicht zwingend eine Verbesserung der Schilfqualität. Vielmehr wird die derzeitige Situation – leichter Rückgang der Schilfbestände – bewahrt. Die kleinräumigen, offenen Flächen innerhalb des Schilfgürtels werden sich wahrscheinlich zur großen, offenen „Lacken“ ausdehnen. Die Schilfqualität wird sich langsam verringern, wodurch die Habitatvielfalt und möglicherweise die Biodiversität ansteigen.

Hohe und stabile Wasserstände ... führen zu einer Überflutung von derzeit trockenen Bereichen und verhindern somit die generative Reproduktion über die Ausbreitung von Samen. Der hohe Wasserstand bedingt gemeinsam mit dem anfallenden Detritus eine Abnahme des Redoxpotenzials im Sediment und folglich ungünstigere Bedingungen für *Phragmites*. Als Folge dieser Prozesse könnten weitere Schilfbestände absterben, insbesondere in jenen Bereichen, wo die Degradation bereits begonnen hat. Basierend auf den Karten der vorhandenen Schilfkartierung, wird das Schilfsterben hauptsächlich in den mittleren Bereichen des Schilfgürtels stattfinden, wo die Pflanzen konstant überflutet sind und keinerlei Sauerstoffeintrag durch Wellen oder durch den Wasseraustausch mit dem offenen See stattfindet.

Niedrige und stabile Wasserstände ... könnten aufgrund von zwei gegenläufigen Effekten eine leichte Verbesserung der Schilfbestände verursachen: niedriger Wasserstand (Anstieg des Redoxpotenzials im Sediment), stärkere Erwärmung des Bodens (Abnahme des Redoxpotenzials im Sediment). Es ist anzunehmen, dass das Redoxpotenzial mehr oder minder unverändert bleibt, folglich fördern niedrige Wasserstände den Schilfbestand nur unwesentlich.

In diesen Szenarien werden mögliche Entwicklungen beschrieben, die erst noch geprüft und evaluiert werden müssen. Es scheint allerdings gewiss, dass für die Erhaltung des Schilfs erhöhte Wasserstandsschwankungen und ein nachhaltiges Schilfmanagement unabdingbar sind. Ob durch die Klimaerwärmung Managementmaßnahmen im Schilfgürtel beeinflusst oder unterlaufen werden (z.B. geringere Schilfernten aufgrund der fehlenden Eisdecke), ist ungeklärt, muss aber in allen Prognosen berücksichtigt werden.

Abgesehen von den verschiedenen Varianten des Wasserhaushalts ist die Ertüchtigung zugewachsener Schilfkanäle – wie derzeit in Ungarn geplant – eine mögliche Maßnahme, um die Schlüsselrolle des Schilfgürtels für die Wasserqualität und Diversität zu stärken. Wir müssen allerdings zur Kenntnis nehmen, dass unser Wissensstand bezüglich der physikalisch-chemischen Prozesse im Schilfgürtel und deren Auswirkungen beschränkt ist, insbesondere in Hinblick auf die Verteilung, Ablagerung und Rücklösung von Schwebstoffen und gelöstem Material. Selbiges gilt für die Abschätzung der Produktivität des inneren und äußeren Schilfgürtels im Vergleich zu jener im offenen See.

Nachdem Schilfbestände den Windenergie-Eintrag nicht nur lokal, sondern seeweit verringern, kann die Beseitigung von Schilfinseln eine effiziente Maßnahme zur Stärkung von Wellen und Strömungen sein: Durch die Ausbaggerung der kleinen Insel von Bokor-sziget in der Bucht von Fertőrákos wurden die Windanlaufstrecke vergrößert, was eine höhere Trübe und damit eine stärkere Limitierung des Algenwachstums zur Folge hatte.

Es ist unbedingt notwendig, unseren Wissensstand über die genannten Aspekte anhand weiterreichender Untersuchungen zu vertiefen:

- Modellierung der räumlich-zeitlichen Variabilität der Nährstoffkonzentrationen in Abhängigkeit von unterschiedlichen hydrologischen und meteorologischen Bedingungen und großräumigen Wasserbewegungen (Strömungen)
- Ausbau von online-Messstationen für physikalisch-chemische Parameter im Schilfgürtel, insbesondere im Übergangsbereich Schilf-Freiwasser
- Aufstellen von Sedimentfallen entlang von mehreren Transekten im Schilfgürtel mit unterschiedlicher Windexposition und Schilfstruktur (bzw. physiologischem Zustand) bei verschiedenen Wasserständen
- Untersuchung der Produktivität von Schilfbereichen mit unterschiedlicher Anbindung und Entfernung an den offenen See

II. Naturschutz

Die landseitige Übergangszone des Schilfgürtels wird sehr oft von Großseggen, aber auch von Rohrkolben (*Typha angustifolia*) gebildet. Eine Besonderheit stellen die meist bandförmigen Bestände des Schneidrieds (*Cladium mariscus*) dar, die so dicht sind, dass sie sogar in den von Pferden beweideten Uferabschnitten eine „Barriere“ zu den geschlossenen Schilfbeständen darstellen. An salzbeeinfluss-

ten Stellen tritt ein Salzröhricht aus Strand-Knollenbinse (*Bolboschoenus maritimus*) und Grau-Teichbinse (*Schoenoplectus tabernaemontani*) auf. In den Stillwasserzonen innerhalb des Schilfgürtels kommen nur wenige Wasserpflanzen (Makrophyten) wie der „carnivore“ Wasserschlauch (*Utricularia vulgaris*), Laichkrautbestände (*Potamogeton pectinatus*) und seltener auch das Ähren-Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), das Groß-Nixenkraut (*Najas marina*) und das Rau-Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*) vor.

Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees beherbergt Vogelpopulationen mit internationaler Bedeutung. Insgesamt kommen 35 Arten im oder am Rand des Schilfgürtels vor, die für den Vogelschutz in Europa als prioritäre Arten gelistet sind (SPEC 1-3) oder als Arten des Anhangs 1 der europäischen Vogelschutzrichtlinie aufscheinen. Dazu kommen noch Vogelpopulationen, die zwar keinen so hohen Schutzstatus haben, die aber durch ihre Bestandsgrößen zumindest nationale Bedeutung haben. Dazu zählen u.a. Wasserralle (*Rallus aquaticus*), Rohrschwirl (*Locustella luscinioides*), Schilfrohrsänger (*Acrocephalus schoenobaenus*), Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*) und Drosselrohrsänger (*Acrocephalus arundinaceus*).

Bei den Arten des eigentlichen Schilfgürtels kann man zwei größere Vogelgruppen unterscheiden: Zur ersten gehören die in Kolonien brütenden Arten, wie Silberreiher (*Ardea alba*), Purpureiher (*Ardea purpurea*), Graureiher (*Ardea cinerea*), Nachtreiher (*Nycticorax nycticorax*), Seidenreiher (*Egretta garzetta*), Löffler (*Platalea leucorodia*), Zwergscharbe (*Phalacrocorax pygmeus*) und seit 2013 Kormoran (*Phalacrocorax carbo*). Diese benötigen den Schutz der Neststandorte, aber auch geeignete Nahrungsgebiete. Die Habitatwahl der zweiten Gruppe, der Kleinvögel im Schilf, wird maßgeblich von der Schilfstruktur bestimmt. Während Mariskensänger (*Acrocephalus melanopogon*) und Kleines Sumpfhuhn (*Porzana parva*) eher offene Schilfbereiche mit viel Knickschicht bevorzugen, findet sich der Drosselrohrsänger in Gebieten mit besonders starkhalmigen Röhrichtbeständen. Der Zustand des Schilfes und der Anteil und die Verteilung von Wasserflächen im Schilf lassen sich gut aus der Luft mit Hilfe von Nahinfrarot-Bildern klassifizieren. Daraus ist die Verbreitung einiger Schilfvogelarten in der Kernzone des Nationalparks vorherzusagen. So kommt z.B. die Wasserralle vor allem an den see- und landseitigen Rändern des Schilfgürtels in starkhalmigen Schilfbeständen vor. Die Struktur der Röhrichtbestände wird maßgebend durch das Alter beeinflusst. Junge Schilfflächen sind für die meisten im Schilf nistenden Arten wenig interessant. Erst Schilfbestände, die älter als 5 Jahre sind, werden von Altschilfspezialisten – z.B. Mariskensänger und Kleines Sumpfhuhn – besiedelt. In Beständen, die älter als 30 Jahre waren, kann es dagegen bei den meisten Arten zu einem Bestandsrückgang kommen. Die verbreitet vorkommenden Kleinvögel benötigen also adäquate Schilfstrukturen, sind aber auch vom Wasserstand stark beeinflusst.

Der Schilfgürtel bietet den Schreitvogelarten ungestörte Nistplätze, die meist möglichst weit entfernt vom menschlichen Einfluss liegen. Er ist aber nicht nur als Bruthabitat wichtig, sondern spielt für alle Koloniebrüter auch als Nahrungshabitat eine herausragende Rolle. Zumindest beim Silberreiher wird der Bruterfolg durch das Fischangebot bestimmt, welches wiederum durch den Wasserstand determiniert wird. Während der Brutsaison führt der Rückgang des Seepiegels zu einer besseren Verfügbarkeit von Fischen in den Rohrlacken. Die Fische werden durch den sinkenden Wasserpegel zur leichten Beute, weil sie in seichten und isolierten Wasserkörpern eingegrenzt werden. Der jährliche Wasserstandsrückgang ist daher eine Voraussetzung für einen günstigen Zustand der Reiher- und Löfflerpopulationen.

Der Schilfgürtel ist jedoch auch für andere Tierarten bedeutend, beispielsweise für Rotbauchunke (*Bombina bombina*), Laubfrosch (*Hyla arborea*) und Wasserfrosch (*Pelophylax lessonae/esculentus*).

Im gefluteten Schilf leben Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*), Zwergmaus (*Micromys minutus*), Bismarrratte (*Ondatra zibethicus*) und Schermaus (*Arvicula terrestris*). Auch der Fischotter (*Lutra lutra*) breitet sich zumindest im Südteil aus und es liegen auch Sichtungen aus dem Bereich Wulkamündung vor.

Zielsetzung für den Naturschutz ist es daher, durch abwechselndes Bewirtschaften eine für die verschiedenen Vogelarten adäquate Habitatstruktur zu finden (ein Managementplan für das österreichische Schilfgebiet wird derzeit ausgearbeitet). Da sich die Arten in der Habitatwahl stark unterscheiden, ist ein Mosaik an verschiedenen alten Schilfbeständen anzustreben. Die teilweise sehr großen Schäden durch den Schilfschnitt sollten minimiert und die unmittelbare Umgebung von Brutkolonien gar nicht bewirtschaftet werden. Im ungarischen Teil des Nationalparks befinden sich die Nutzungsrechte für das Schilf derzeit bei einer privaten Firma, so dass die naturschutzfachlichen Ziele nicht erfüllt werden können. Um in Zukunft eine gezieltere und nach ökologischen Kriterien durchgeführte Nutzung zu ermöglichen, sollten die Rechte für die Schilfnutzung in Ungarn auf die Verwaltung des Nationalparks übertragen werden (vgl. Abb. 90).

III. Tourismus

Zwar stellt der Schilfgürtel des Sees einen prägenden Teil der Naturlandschaft dar, der überwiegende Teil der Touristen kennt aber weder seine Struktur noch seine Ausdehnung. Schon 1963 wurden die ersten Einschränkungen hinsichtlich der Zugänglichkeit erlassen, und 1989 wurden die meisten der südlichen Schilf- und Wasserflächen für Segler und (kommerzielle) Motorboote gesperrt. Nur jene Straßen, die von acht Ortschaften in Österreich und von einer in Ungarn zu den Strandbädern bzw. Bootshäfen führen, durchqueren auch den Schilfgürtel und bieten so einen Einblick in dieses Ökosystem.

Für eine große Bandbreite an Gästen ist dieser fast unbekanntes Lebensraum trotzdem sehr attraktiv, sei es für erfahrene internationale Vogelbeobachter oder für Tagesgäste einer Busgruppe, denen z.B. Mulatság-Programme mit Livemusik auf einem der Ausflugsboote angeboten werden, die dazu auf der Wasserseite des Schilfgürtels ankern.

Innerhalb des Nationalparks (sowie an einer Stelle am Westufer bei Donnerskirchen) bestehen ökotouristische Programme wie auch Umweltbildungsprogramme hauptsächlich aus geführten, dreistündigen Kanufahrten für kleinere Gruppen, auf österreichischer Seite mit höchstens 10 Teilnehmern. Mit Rücksicht auf die Schutzziele werden diese Exkursionen nicht vor dem späten Frühling angeboten. Auf beiden Seiten der Grenze übersteigt die Nachfrage nach diesen Programmen das Angebot, das u.a. von der Sitzplatzkapazität in den Kanus limitiert ist. Als Ergänzung zu diesem Naturerlebnisprogramm im Schilf werden geführte Touren auch mit dem Solarboot des Nationalparks durchgeführt – hier beträgt die Kapazität 20 Teilnehmer. Im Gegensatz zu den Kanufahrten führen diese Touren entlang des Schilfgürtels am offenen Neusiedler See. Infrastruktur in Form von „Hides“ (Verstecke zum Beobachten von Tieren), Beobachtungsplattformen oder -türme sowie Stege zum oder im Schilf gibt es nur an einigen wenigen Stellen, etwa in Illmitz.

Das Potential zur Erhöhung der touristischen Bedeutung des Schilfgürtels ohne negative Auswirkungen auf die Natur kann als gering betrachtet werden. Dies gilt vor allem für Reisegruppen und für Programme mit einer höheren Anzahl an Teilnehmern. Hinsichtlich des Birdwatching-Tourismus kann und wird eine erweiterte Infrastruktur an sorgfältig ausgewählten Plätzen – wie im Nationalpark ge-

plant im Rahmen eines bilateralen Projekts ab 2013 – zu einer weiteren Zunahme positiver wirtschaftlicher Effekte im Tourismus führen, ohne die Natur stärker zu belasten.

Grundsätzlich soll jedes individuelle, nicht geführte Betreten oder Befahren des Schilfgürtels gesetzlich verboten bleiben, da dies nicht nur zu einer Beeinträchtigung der Biodiversität, sondern auch zu einem Rückgang der touristischen Wertschöpfung führen würde (keine direkte Inwertsetzung, extrem kurze Aufenthaltsdauer).

IV. Schilfernte

Der Zustand, die Struktur und das Alter der Schilfbestände sind bestimmende Faktoren für den Schutz der Schilfvogelarten (siehe Kap. 4). Auf der österreichischen Seite bewirkt die jährliche Schilfernte (auf ca. 10-20% der Flächen pro Jahr und innerhalb von 8 Jahren auf ca. 45% der Schilfflächen, vgl. Abb. 62 in Kap. 4) einen konstanten Flächenanteil von gemähtem Schilf und einen ebenso konstant nicht gemähten Flächenanteil. Dies wird hauptsächlich durch den Faktor der Erreichbarkeit der Schilfflächen, aber auch durch die geringe Qualität der Schilfbestände in den seit langem nicht gemähten Bereichen bestimmt. Daraus folgt, dass Vögel entweder sehr junge oder außergewöhnlich alte Bestandesstrukturen vorfinden. Beide Arten von Schilfbeständen sind zumindest für jeweils einige Schilfvogelarten ungünstig. In einem zukünftigen Managementplan müsste dafür Sorge getragen werden, eine besser ausgewogene Altersstruktur der unterschiedlichen Schilfklassen zu erreichen. Jedoch wird es in keinem Fall zielführend sein, dieses Problem einfach durch Ausdehnung der Schilfernteflächen in derzeit nicht genutzte und schlecht erreichbare Gebiete lösen zu wollen. Ursache dafür sind Schäden an den Schilfpflanzen, die allem Anschein nach bei höherem Wasserstand und geringerer Vitalität der Schilfflächen in verstärktem Maße auftreten. Solche Schäden können zu massivem Absterben von Schilf führen (vgl. Abb. 63 in Kap. 4).

Ein wesentlich besserer und nachhaltigerer Weg wäre das gelegentliche Abbrennen dieser Schilfflächen (z.B. in einem 20-jährigen Rhythmus). Hingegen sollten Schilfbestände in unmittelbarer Nachbarschaft von Wasservogel-Brutkolonien nicht geerntet werden, da dies zu einer Aufgabe der Nistplätze führen kann. Der Wasserstand stellt offensichtlich eine wichtige Einflussgröße in Bezug auf Ökologie und Management des Schilfgürtels am Neusiedler See dar. Höhere Wasserstände führen zu verstärktem Schilfwachstum am landseitigen Rand des Schilfgürtels und niedrige Wasserstände ermöglichen das Wachstum anderer Vegetationsarten in an und für sich von Schilf dominierten Bereichen. Es ist jedoch nicht bekannt, in welchem Ausmaß höhere Wasserstände das Schilfwachstum in den inneren, zentralen Bereichen des Schilfgürtels stimulieren können. Es ist nach unserem Wissensstand noch immer unklar, ob höhere Wasserstände in Schilfbereichen die Sedimentation beschleunigen und ob niedrige Wasserstände diese verlangsamen. Der Wasserstand hat zudem eine unmittelbare Auswirkung auf die Schilfernte, da geringere Wasserstände im Allgemeinen das Abmähen größerer Schilfflächen erlauben (vgl. Abb. 62 in Kap. 4).

Limitierende Faktoren einer Schilfernte für die bioenergetische Nutzung sind einerseits das Fehlen ausreichend geeigneter Flächen (Mindestfläche ca. 50 km²), da die hochwertigen Flächen von den Schilfschnitt-Unternehmen genutzt werden und die restlichen Flächen aus der entsprechenden Nutzungsperspektive betrachtet zum Gutteil minderwertig und/oder sehr schwer erreichbar sind. Andererseits würde eine Ausdehnung der Ernte (das heißt der jährlichen Ernte während des Winters) auf größere Flächen durch die derzeit in Verwendung stehenden und getesteten Geräte zu massiven Schnittschäden führen. Aus Sicht des Vogelschutzes würde eine Ausdehnung der Ernteflächen in jedem Fall zum Rückgang der Populationen von mehreren als prioritär eingestuften Arten führen.

Eine sinnvolle naturschutzorientierte Schilfnutzung bräuchte daher zunächst – vor allem wenn es um das vieldiskutierte Altschilf geht – eine (zu anderen Biomasseprodukten) konkurrenzfähige Erntemethode. Solche Methoden sind aus heutiger Sicht nicht verfügbar.

V. Regionale Entwicklung

Der Schilfgürtel stellt die größte zusammenhängende Flächennutzungseinheit am Neusiedler See dar. Aufgrund der Ausdehnung und vielfältigen ökologischen Funktionen (Lebensraum für Pflanzen und Tiere, Wasserreinhaltung, Kleinklima), des die Landschaftswahrnehmung prägenden Erscheinungsbildes und damit seiner Bedeutung als Landschaftskulisse für den Tourismus und die örtliche Bevölkerung und nicht zuletzt durch die Biomasse des Schilfs (Potenzial zur Verwendung als Energiequelle oder als Bau- und Dämmmaterial) ist der Schilfgürtel ein wesentlicher Faktor in der Raum- und Regionalentwicklung. Der Schilfgürtel war und ist mit Nutzungsansprüchen, insbesondere von Tourismus, Freizeitwirtschaft und Naherholung konfrontiert. Damit einhergehend kam es zu Aufschüttungen und baulichen Anlagen: Seebäder, das Areal der Seefestspiele Mörbisch, Zweitwohnsitze, Feriensiedlungen und Hotels, Schilfhütten. Gastronomiebetriebe, Parkplätze, Hafenanlagen, Stege und Zufahrtsstraßen bilden Nutzungsfragmente in dieser weitgehend geschlossenen und sensiblen Kulturlandschaft. Anlagen zu Tourismus- und Freizeit Zwecken im Schilfgürtel sind aufgrund ihrer Lage abseits der Infrastrukturen und der schwierigen Anbindungs- und Untergrundverhältnisse mit hohem Investitionsaufwand verbunden. Abgesehen von den Eingriffen in Natur und Landschaftsbild ist daher eine eingehende Untersuchung und Gewährleistung der ökonomischen Tragfähigkeit von etwaigen Großvorhaben unumgänglich.

Der Landesentwicklungsplan Burgenland 2011 definiert in Kapitel 3.2.3 als eigene Gebietskategorie die „Sonderzone Neusiedler See“. In dieser Sonderzone sind „die traditionelle Kulturlandschaft zu erhalten, der Tourismus zu berücksichtigen und die Uferzonen in besonderem Ausmaß zu schützen.“ In Kap. 2.4.3, betreffend die Natur- und Kulturlandschaft des Neusiedler Sees wird dem Schilfgürtel ebenfalls besondere Beachtung zugemessen: „Seine ökologische Schutzfunktion ist durch entsprechende Pflege- und Bewirtschaftungsformen unbedingt sicherzustellen.“

Innerhalb des Welterbes Kulturlandschaft Fertő/Neusiedler See wird der Schilfgürtel als Zone mit besonders hoher Sensibilität des Landschaftsbildes klassifiziert. Innerhalb dieser Zone sind besondere natur- und kulturlandschaftliche als auch baukulturelle Ansprüche zu erfüllen. Schon kleinräumige Bauvorhaben (ab einer Bauhöhe über 5 m, d.h. 116,5 m ü.A. – höchstes Hochwasser) sind neben den üblichen Genehmigungserfordernissen auch dem Welterbe-Gestaltungsbeirat zur Prüfung vorzulegen.

Der „Managementplan Welterbe Kulturlandschaft Fertő / Neusiedler See“ (2013) spricht auch die Möglichkeit und Notwendigkeit einer nachhaltigen, umweltgerechten Nutzung des nachwachsenden Rohstoffes Schilf an. Die thermische Verwertung des Altschilfs wird als gemeinsames Interesse von Naturschutz, Landwirtschaft und Gewässerpflege gesehen (z.B. Nutzung als Fernwärme für Siedlungen, Glashäuser). Auch die stoffliche Nutzung und damit die Pflege alten Handwerks sollte nicht vernachlässigt werden (Dächer, Dämmmaterial etc.). Pilotprojekte zu Verbund- und Plattenwerkstoffen für den Bausektor wurden im Nordburgenland durchgeführt. In Bezug auf die thermische Nutzung des Schilfs im nahe gelegenen Zementwerk Manneswort wurden an der FH Pinkafeld schon seit längerem Untersuchungen durchgeführt. Die FH Burgenland und die TU Wien untersuchen im Forschungsprojekt „Sustainable Energy Conversion from Reed Biomass“ (Enereed), wie man Schilf als alternativen Energieträger nützen könnte. Kooperationspartner sind u.a. das Biomasse-Fernheizwerk

in Güssing. Erforscht wird die Sinnhaftigkeit von Verwertungswegen wie dem Einsatz als alternativer Brennstoff in der Zementindustrie, in Heizwerken, in der Biomassevergasung sowie in Kleinkesselanlagen in Form von Schilfpellets. Die Untersuchungen zeigen, dass der Einsatz von Schilf in Biomasse-Großanlagen sowohl in Rostfeuerungen als auch in der Biomassevergasung grundsätzlich möglich ist. Und auch in der Zementindustrie könnte Schilf derzeit eingesetzte Brennmaterialien ergänzen. Aus Schilf kann weiters hochwertiges Produktgas hergestellt werden kann, das zum Beispiel als gasförmiger Treibstoff, Wasserstoff oder Methanol verwendet werden könnte.

Einschränkungen gibt es allerdings – wie weiter oben bereits angemerkt – aufgrund der „Konkurrenz“ zu Schilfschnitt-Unternehmen um hochwertige Schilfflächen, andererseits in ökonomischer Hinsicht mangels konkurrenzfähiger Erntemethoden.

Ein weiterer offener Punkt betrifft jedoch die Prioritätensetzung: Energetische Nutzung, also Verfeuerung in Großanlagen, geht an der lokalen Wirtschaft vorbei und hat auch keinen Einfluss auf die Stärkung der Autarkie der Region (um nur die wichtigsten Aspekte zu nennen). Wenn schon thermische Verwertung diskutiert wird, dann sollte diese dezentral durch die Herstellung von Pellets (am besten in Verbindung mit anderen nicht genutzten Biomassefraktionen wie Heu, Durchforstungsholz, Weintraubenpressrückstände) erfolgen. Hierzu gibt es schon Vorzeigeprojekte mit mobilen Pelletpressen, z.B. in der Ukraine. Das breite Feld der stofflichen Nutzung ist bislang von Zufall und Einzelinitiativen geprägt, wie z.B. die Produktion von zertifizierten Dämmplatten. Die Produktion von Trägerplatten für Türen und Möbel, aber auch von Papier für den Hochpreismarkt sind weitere Ansätze. BtL, d.h. *Biomass to Liquid*, ist nach wie vor wirtschaftlich nicht ausgewogen und braucht aller Wahrscheinlichkeit nach auch größere Biomasseressourcen, als der Schilfgürtel des Neusiedler Sees nachhaltig bereitstellen kann.

6.1.3 Zusammenfassung und Ausblick

Die folgenden zentralen Aussagen und resultierenden Empfehlungen betreffend Verbesserung und Erweiterung des Wissenstandes über ganzheitlich determiniertes Management von Entwicklung und Schutz der Schilfgebiete des Neusiedler Sees sollten umfassend berücksichtigt und in strategische Maßnahmen der regionalen Entwicklung implementiert werden:

I. Limnologie

- Der Wasseraustausch zwischen offenem See und Schilfgürtel ist in Hinblick auf die Wasserqualität des Neusiedler Sees in ausreichendem Maße aufrechtzuerhalten.
- Die strukturelle Vielfalt des Schilfgürtels kann durch geeignete Managementmaßnahmen zur Grundlage einer hohen Biodiversität beitragen. Entscheidend ist in diesem Zusammenhang eine ausreichend hohe Wasserstandsdynamik.
- Für eine detailliertere Ausformulierung von Maßnahmen ist eine bessere Kenntnis der Austausch- und Umsetzungsprozesse im Schilfgürtel und eine Verlinkung der Habitatverhältnisse mit den physikalischen und chemischen Parametern unerlässlich. Ebenso sollten die Auswirkungen der Schilfernte auf die aquatischen Lebensgemeinschaften näher untersucht werden.

II. Naturschutz

- Ein zukünftiger Managementplan soll das Entstehen eines Mosaiks von unterschiedlichen Altersklassen im Schilfgürtel bewirken. Es wird empfohlen, Feuermanagement zu betreiben, um die extrem überalterten Schilfbereiche zu reduzieren.
- Durch geeignetes Management des Wasserstandes sollte größtmögliche Fluktuation von Wasser im Schilfgürtel ermöglicht werden.

III. Tourismus

- Ökotourismus und Birdwatching-Tourismus werden, ein professionelles Management vorausgesetzt, zu einem weiteren Anstieg positiver ökonomischer Effekte im Tourismus führen, ohne den Störungsdruck auf die Natur zu erhöhen.
- Jeder individuelle, nicht geführte Zutritt in die Schilfgebiete sollte gesetzlich verboten bleiben, weil dies nicht nur zu einer Beeinträchtigung der Biodiversität, sondern auch zu einem Rückgang der direkten touristischen Wertschöpfung führen würde (extrem kurze Aufenthaltsdauer).

IV. Schilfernte

- Aus naturschutzfachlicher Sicht ist bei der Schilfernte auf eine ausgewogene Altersstruktur der unterschiedlichen Schilfklassen zu achten. Im Falle einer Ausdehnung der Schilfernteflächen können bei höherem Wasserstand und geringerer Vitalität der Schilfflächen massive Schäden auftreten, welche die betroffenen Schilfflächen längerfristig sowohl für den Naturschutz als auch für die ökonomische Verwertung von Schilf unattraktiv machen.
- Eine Nutzung von Schilf als alternativer Energieträger ist grundsätzlich möglich, die Wirtschaftlichkeit von *Biomass to Liquid* erscheint derzeit allerdings nicht gegeben (Konkurrenz zu bestehenden Schilfschnitt-Unternehmen, teure Erntemethoden).
- In Hinblick auf den ökonomischen Nutzen für die Region wäre eher eine thermische Verwertung dezentral durch die Herstellung von Pellets in Verbindung mit anderen nicht genutzten Biomassefraktionen anzustreben.

V. Regionale Entwicklung

- Bei größeren Bauvorhaben am oder im Schilfgürtel ist neben einer Bewertung naturschutzfachlicher Aspekte und Auswirkungen auf das Landschaftsbild auch eine eingehende Untersuchung und Gewährleistung der ökonomischen Tragfähigkeit notwendig.
- Im Sinne der Vorgaben des Landesentwicklungsplans Burgenland 2011 sind – neben dem Erhalt der traditionellen Kulturlandschaft unter Berücksichtigung touristischer Ansprüche – die Uferzonen in besonderem Ausmaß zu schützen. Es bedarf entsprechender Pflege- und Bewirtschaftungsformen zur Sicherstellung der ökologischen Schutzfunktion des Schilfgürtels.

Es ist evident, dass ein ausgewogenes Gleichgewicht zwischen Maßnahmen des Schutzes respektive der Entwicklung in Bezug auf den Schilfgürtel des Neusiedler Sees eine entscheidende Rolle für den Erfolg von Managementstrategien, die die gesamte Region Neusiedler See - Seewinkel / Fertő - Hanság betreffen, spielen. Die existierende raumbezogene Datenbasis zu Ausdehnung, Dichtestruktur und Altersstruktur („Vitalität“) der Schilfbestände stellt eine ideale Ausgangslage für die Einrichtung einer bilateralen Monitoring-Plattform bereit, um die Planung und Durchführung eines prädefinierten Katalogs (Spektrums) von periodischen luftbildgestützten und terrestrischen thematischen Inventuren in grenzüberschreitenden Missionen nach homogenisierten Klassifikationsschemata und Nomenklaturen zu ermöglichen. Des Weiteren soll die bilaterale Arbeitsplattform (als Institution) ihre Aktivitäten dahingehend bündeln, dringend notwendige ganzheitliche und voll abgestimmte Planungs- und Managementstrategien in Betrieb zu setzen, die auf diesen harmonisierten und homogenisierten Inventuren aufbauen. Schlussendlich können grenzüberschreitend wirksame regionale Planungsmaßnahmen definiert und implementiert werden, die das gesamte Spektrum schilfrelevanter Prozesse mit mehr oder weniger ausgeprägter raumrelevanter Komponente berücksichtigen, wie extensives und regressives Schilfwachstum, Sedimentationsdynamik, Schilfnutzung im Besonderen und Muster der Landnutzung im Umfeld im Allgemeinen, (Öko)Tourismus see- und landseits und so weiter.

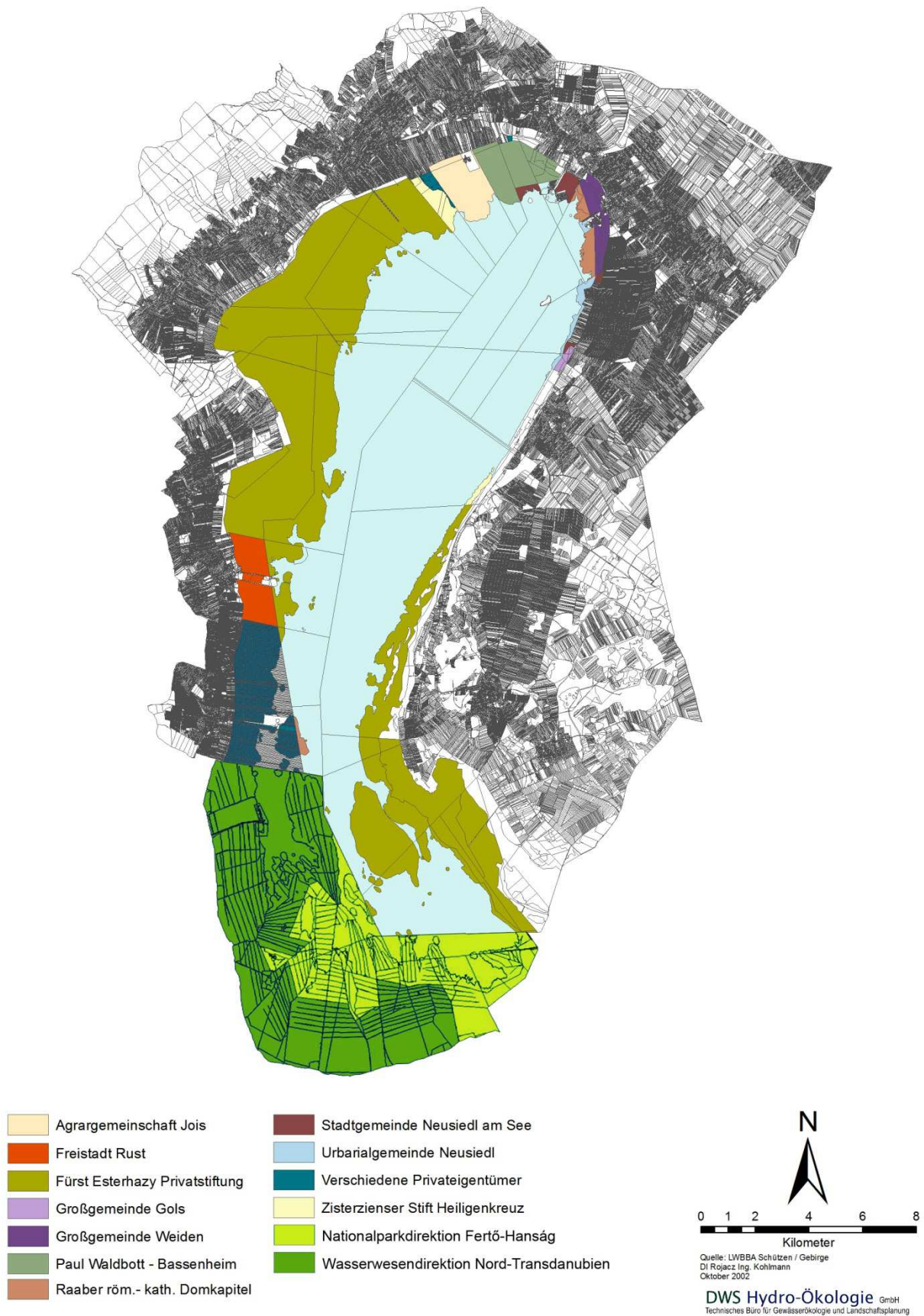


Abb. 90. Karte der Schilfeigentümer im österreichischen Teil des Schilfgürtels des Neusiedler Sees (Quelle: Amt der Bgld. Landesregierung, Abt. 9). Im ungarischen Teil ist der Staat Ungarn Eigentümer, die Wasserwesendirektion Nord-Transdanubien und die Nationalparkdirektion Fertő-Hanság fungieren als Verwalter. Das Schilfnutzungsrecht liegt zu über 90% bei Fertő-tavi Nádgazdasági ZRT.

6.2 Überlegungen zum Wasserstandsmanagement des Neusiedler Sees

Georg WOLFRAM, Richárd KOVÁCS, Gerhard KUBU, Josef EITZINGER, Vera ISTVANOVIĆS, Miklos PANNONHALMI, László SÜTHEŐ

6.2.1 Einleitung

Der Wasserstand des Neusiedler Sees ist stark durch Niederschlag und Evapotranspiration geprägt. Zubringer machen demgegenüber nur 20–25% auf der Positivseite der Wasserbilanz aus. Der Wasserstand unterliegt infolge saisonaler Veränderungen und langfristiger Trends im Wasservolumen starken Schwankungen. Aus diesem Grund treten sowohl saisonal als auch über längere Zeiträume starke Wasserstandsschwankungen auf. Infolge der geringen Wassertiefe des Sees und vor allem der ausgedehnten Flachwasserzone im Übergang zwischen Schilfgürtel und vorseeeischen Wiesen führen die Wasserstandsschwankungen zu ausgeprägten kurz- und langfristigen Veränderungen der Seefläche. In der Vergangenheit hatten extreme meteorologische Bedingungen, die über mehrere Jahre anhielten, zu dramatischen Überschwemmungen wie auch zum vollständigen Austrocknen des Sees geführt. Mehrmals in seiner Geschichte erfuhr der See somit drastische Veränderungen seines Erscheinungsbildes und damit der Milieubedingungen für Fauna und Flora. Gerade diese zeitliche und räumliche Variabilität trug wesentlich zur ökologischen Besonderheit der gesamten Region bei. Sie machte den See und sein Umland zu einem einzigartigen Hotspot der Biodiversität und zu einem der bedeutendsten und zugleich sensibelsten Naturräume in Mitteleuropa.

Ungeachtet der Tatsache, dass seit dem 19. Jahrhundert mehrmals Eingriffe in das hydrologische Regime stattfanden, konnte der See seine einzigartige Rolle für den Naturschutz bewahren. Der wichtigste Eingriff war die Errichtung des Einser-Kanals vor mehr als 100 Jahren, was die Ableitung von Seewasser bei hohen Wasserständen ermöglichte. Im Jahr 1965 wurde eine Wehrbetriebsordnung am Einser-Kanal nahe der Meksikópuszta in Kraft gesetzt, was zu einer Anhebung des mittleren Wasserstands um mehrere Dezimeter führte. Seit mehreren Jahrzehnten wird zudem Wasser aus einem anderen Einzugsgebiet (Leitha) in den See „importiert“, u.zw. über die Trinkwasserversorgung und das anschließende Abwasserreinigungssystem von Eisenstadt und Wulkaprodersdorf (*via Wulka*).

Diese Eingriffe waren die Folge eines zunehmenden Nutzungsdrucks auf den See und sein Umland, der bis heute ungebrochen anhält und nur zu oft zu Konflikten mit ökologischen Interessen führt. Während der letzten Jahre wurde der Ruf nach weiteren wasserwirtschaftlichen Maßnahmen immer lauter, um die menschlichen Nutzungen am See erhalten, aber auch erweitern zu können. Einmal mehr werden damit jedoch zentrale Ziele des Naturschutzes berührt. Die Argumente der Befürworter und Gegner weiterer Maßnahmen zum Gewässermanagement berufen sich auf Langzeit-Datenreihen und ökonomische Analysen aus dem Seeumland. Mit der vorliegenden Studie sollten, so eines der Ziele der Strategiestudie, diese Datengrundlagen zusammengefasst werden, allerdings stellte sich heraus, dass die Datenbasis dazu in vielen Fällen deutlich schlechter ist als erwartet:

Während der letzten 10 bis 20 Jahre haben wir langsam begonnen zu verstehen, welche Bedeutung den Wasserstandsschwankungen für das „Funktionieren“ des Ökosystems zukommt (siehe Kap. 4.1.3.1). Zu vielen Aspekten fehlt jedoch immer noch ein tieferes Verständnis, z.B. wie wichtig die

inneren Schilfgürtelbereiche für die Limnologie des offenen Sees sind (Wasserqualität, Fischerei). Die Sachlage ist noch schlimmer, wenn wir nach quantitativen Daten suchen, um die touristischen Aktivitäten mit der Entwicklung des Sees in Beziehung zu setzen (siehe Kap. 5.5.2.3). Um nur ein Beispiel zu geben: Wir haben keine verlässlichen Zahlen zu den Segelbooten am See (und umso weniger zu Veränderungen ihrer Anzahl im Laufe der Jahre), wir können auch nicht die sozio-ökonomischen Benefits des Segelbetriebs, der Badenutzung oder anderer Freizeitaktivitäten quantifizieren.

Schließlich bestehen große Unsicherheiten hinsichtlich der Klimaszenarien für die nächsten 50 Jahre. So führen die Autoren des letzten Klimaberichts (IPCC 2013) an, dass sich die globale Erwärmung in den letzten 10 Jahren weltweit betrachtet verlangsamt hat. Umso größere Unsicherheiten bestehen naheliegenderweise hinsichtlich Prognosen auf regionaler Ebene. Weder die von Soja *et al.* (2013) beschriebenen meteorologischen Trends noch die Zunahme der Oberflächenwasser-Temperatur des Neusiedler Sees (Dokulil 2013) können daher mit Sicherheit in die Zukunft prolongiert werden.

All diese Probleme in der Datenqualität und -sicherheit können nicht im Rahmen der vorliegenden Studie gelöst werden. Wir können jedoch versuchen, die unterschiedlichen Anforderungen und Vorbehalte hinsichtlich Änderungen des aktuellen Wasserstandsmanagements des Sees zusammenzufassen.

6.2.2 Aktuelle Studien zur Frage der Wasserstandsregulierung über eine Dotation mit Fremdwasser

2002	Éduvizig	Fertő tó vízpótlása koncepció (Wasserzufuhr für den Neusiedler See)
2004	Plattner	Ökodynamische Rehabilitierung des Neusiedler Sees: Hydrologie Quantität
2004	Wolfram et al.	Ökologische Machbarkeitsstudie Dotation Neusiedler See
2005	Krachler et al.	Wasserchemische Aspekte einer Dotierung des Neusiedlersees mit Donau-Uferfiltrat
2005	Kromp-Kolb et al.	Auswirkungen einer Klimaänderung auf den Wasserhaushalt des Neusiedler Sees
2005	Weilguni	Machbarkeitsstudie der Dotation mit Donauuferfiltrat. Bewertung der Brunnenstandorte
2006	Krachler	Neusiedler See – Ökodynamische Rehabilitierung: Wasserchemische Aspekte
2006a	Plattner	Restrisikountersuchung bei hohen Seewasserständen
2006b	Plattner	Variantenstudium – Wasserzuleitung von der Donau
2006	Schönerklee et al.	Neusiedler See - Tourismus mit Zukunft. Wissenschaftliche Untersuchung zur Auswirkung des Wasserstandes des Neusiedler Sees innerhalb der Region Neusiedler See.
2007	Kollmann	Hydrologie Pama-Kittsee
2007	Wolfram et al.	Stoffbilanz Neusiedler See 1992–2005

2009	Eitzinger et al.	Auswirkungen einer Klimaänderung auf den Wasserhaushalt des Neusiedler Sees
2009	Krachler et al.	Effects of pH on aquatic biodegradation processes
2011	Kubu	Grundlagen und Ergebnisse der Experten zur Neufassung der Wehrbetriebsordnung für die Wehranlage Mekszikópuszta am Rand des Neusiedler Sees
2012	Fleischhacker	Klimawandel und Tourismus in Österreich 2030. Auswirkungen – Chancen & Risiken – Optionen & Strategien
2012	Zessner et al.	Neusiedlersee – Ökodynamische Rehabilitation. Betrachtungen zur Wasserqualität der Raab
2012	Bgld. Landesregierung	Zusammenfassung der Gutachten zur Dotation des Neusiedler Sees (unpubl. Bericht)
2013	Wolfram & Herzig	Nährstoffbilanz Neusiedler See

6.2.3 Anforderungen an das Wasserstandsmanagement – und Vorbehalte

Ein Wasserstandsmanagement für den See impliziert verschiedene Aspekte. Die Ansprüche und Forderungen unterscheiden sich je nach Interessensgruppe (wobei manche Gruppen auch überhaupt keine Anforderungen stellen). Eine zentrale Aufgabe der Wasserwirtschaft ist es, die richtige Balance zu finden zwischen widerstrebenden Bedürfnissen und Wünschen. Ein bestimmter Wasserstand ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht kein Ziel *per se*, sondern eine Dienstleistung gegenüber anderen Interessensgruppen, um die Ressource Wasser innerhalb der naturschutzrechtlichen Rahmenbedingungen zu nutzen.

Erhöhung des Regelungswasserstands des Neusiedler Sees

Gemäß der Entscheidung der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission haben die österreichischen und ungarischen Experten gemeinsam die Betriebsordnung der Wehranlage Mekszikópuszta überprüft, die den Wasserstand des Sees bestimmt.

Bei der Festlegung der Regelungswasserstände ging man von folgenden Rahmenbedingungen aus:

- Die Betriebsordnung muss so ausgearbeitet werden, dass der Ruhewasserstand des Sees den Wert von 116,00 m ü.A. mit einer Wahrscheinlichkeit von 1% (Jährlichkeit von 100 Jahren) erreicht.
- In den Wintermonaten hat die Entlastung des Sees, in den Sommermonaten die Aufrechterhaltung der Vorflutfunktion für die angrenzenden Gebiete Priorität.
- Bei Hochwasser der Ikva ab einem bestimmten Ausmaß beziehungsweise nach Schließung des Hochwassertors an der Mündung der Rabnitz erfolgt keine Ableitung.
- Voraussetzung für die Regelung des Wasserstands des Neusiedler Sees ist, dass eine ausreichende Kapazität des Ableitungssystems zur Verfügung steht.
- Bei einer Wasserableitung ist das gesamte Ableitungssystem zu berücksichtigen.

Während der Vorbereitung wurden mehrere Varianten untersucht. Schließlich wurde 2011 die neue Betriebsordnung verabschiedet, welche den obigen Rahmenbedingungen entspricht. Infolgedessen

wurde der Regelungswasserstand um 10 cm erhöht, und das System wird nach einer flexibleren Betriebsordnung gehandhabt. Die neue Betriebsordnung bewährte sich sowohl in niederschlagsreichen Zeiten als auch in trockenen Jahren; es können jedoch kleinere Korrekturen erforderlich sein. Aufgrund des erhöhten Regelungswasserstands ergaben sich am See auch in niederschlagsarmen Jahren (z.B. 2012) überdurchschnittliche Wasserstände.

Überlegungen zu einer Dotation mit Fremdwasser

Der Status Quo und die bisherige Entwicklung des Wasserstands des Neusiedler Sees können anhand folgender Kriterien beschrieben und bewertet werden:

- die Bandbreite, mit (Min – Max) oder ohne (z.B. 95%-Perzentile) Extreme
- der Mittelwert oder Median
- die Häufigkeit und Dauer von hydrologischen Extremereignissen

Tabelle 17 zeigt die charakteristischen Wasserstandsdaten des Neusiedler Sees, berechnet anhand monatlicher Werte zwischen 1965 und 2013, somit über einen Zeitraum von fast einem halben Jahrhundert. Die Berechnungen wurden sowohl für das ganze Jahr als auch für die Badesaison von Mai bis September durchgeführt. Ein Wahrscheinlichkeitsplot ist in Abb. 91 dargestellt.

Diese Daten stellen gewissermaßen eine Referenz für allfällige Überlegungen und Szenarien einer Zuleitung zum Neusiedler See mit Wasser aus anderen Flusseinzugsgebieten dar. Es sei aber bereits an dieser Stelle festgehalten, dass es zu dieser kritischen Frage keine Übereinstimmung zwischen den Experten der beiden Staaten gibt. Die vorliegenden Betrachtungen sind somit als Diskussionsgrundlage für künftige Entscheidungen im Rahmen der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission zu verstehen.

Tabelle 18. Charakteristische Wasserstandsdaten des Neusiedler Sees zwischen 1965 und 2013 (49 Jahre, anhand monatlicher Werte berechnet).

		Gesamtes Jahr	V – IX
Anzahl der Monate		588	245
Maximaler Wasserstand [m ü.A.]		115,94	115,94
Mittlerer Wasserstand [m ü.A.]		115,49	115,50
Minimaler Wasserstand [m ü.A.]		115,05	115,12
Relativer Anteil von Wasserständen	<115,3 m ü.A.	11,7%	8,6%
	<115,2 m ü.A.	3,4%	0,8%
	<115,1 m ü.A.	0,5%	0,0%
Wie oft lag der Wasserstand in zwei aufeinanderfolgenden Jahren/Saisonen unter einem bestimmten Grenzwert?	<115,3 m ü.A.	9x	5x
	<115,2 m ü.A.	3x	–
	<115,1 m ü.A.	–	–

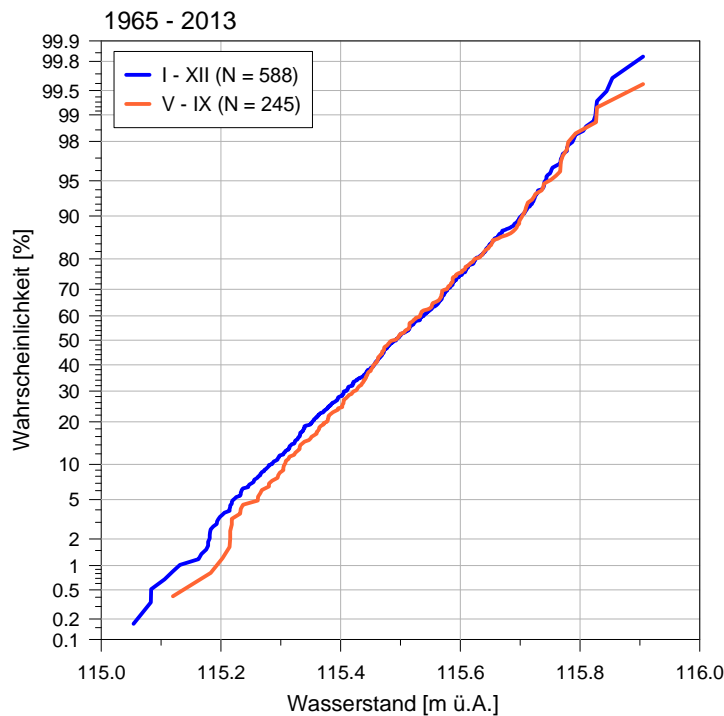


Abb. 91. Wahrscheinlichkeitsplot von mittleren monatlichen Wasserständen am Neusiedler See zwischen 1965 und 2013, während eines gesamten Jahres (I–XII) und während der Badesaison (V–IX).

Ausgehend von dieser Beschreibung der Situation in der Vergangenheit wurden fünf Schlüsselfragen an die Expertengruppe dieser Studie gestellt:

1. Hatte der Wasserstand des Neusiedler Sees in der Periode seit 1965 aus Sicht des jeweiligen Fachbietes negative Auswirkungen?
2. Ab welchem Wasserstand wurden aus Sicht des jeweiligen Fachbietes negative Effekte beobachtet?
3. Welche Auswirkungen wurden beobachtet? Waren sie vorübergehend oder gab es Langzeiteffekte? Kann der finanzielle Schaden abgeschätzt werden?
4. Kann als Ziel eine bestimmte Bandbreite für den Wasserstand definiert werden?
5. Welche direkten oder indirekten, positiven oder negativen Auswirkungen können infolge einer Zuleitung mit Fremdwasser erwartet werden?

Um die Optionen einer Dotation mit Fremdwasser verstehen und bewerten zu können, müssen in allen Szenarien folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- a. die aktuelle Wehrbetriebsordnung
- b. die neuen Daten zu Relation Volumen : Wasserstand („Seeinhaltslinie“), verfügbar aus dem GeNeSee-Projekt im Jahr 2014
- c. Grenzwasserstände, ab denen eine Dotation starten oder gestoppt werden soll; in Abstimmung mit anderen Interessensgruppen und in Abhängigkeit von den saisonal wechselnden Bedürfnissen
- d. die Verfügbarkeit von Wasser aus anderen Einzugsgebieten
- e. die erwartete Menge an zuströmenden und (über den Einser-Kanal) abfließenden Wasser (auch als Grundlage für Stoffbilanzen, cf Zessner *et al.* (2012))

Es muss auch berücksichtigt werden, dass zugeleitetes Wasser aus fremden Einzugsgebieten nicht nur für den See, sondern auch für den Seewinkel genutzt werden kann, wodurch sich in einem multifunktionalen Projekt finanzielle Synergien ergeben können. Dies könnte die Probleme lindern, die für die Landwirtschaft in trockenen Sommern gegeben sind, eröffnet jedoch zugleich neue Konflikte mit den Ansprüchen des Naturschutzes.

Die Zusammenschau der Auswirkungen der hydrologischen Entwicklung während der letzten fünf Jahrzehnte kann folgendermaßen zusammengefasst werden:

Negative Auswirkungen

- Für manche Interessensgruppen beurteilten die Extremwasserstände der Jahr 1996 (116,0 m ü.A.) und 2002–2005 (<115,3 m ü.A. über mehrere Monate) als negativ.
- Die negativen Auswirkungen waren einerseits im Jahr 1996 durch Überflutungen von Infrastruktur und landwirtschaftlichen Flächen gegeben, andererseits büßten manche Seebäder 2002/2003 ihre Attraktivität ein, die Möglichkeiten für manche Wassersportarten waren eingeschränkt und die geringe Tiefe bereitete zeitweise auch dem Schifffahrtsbetrieb zu Problemen.
- Weiters erfuhr die Wasserqualität des Sees im Jahr 2004 eine leicht negative Entwicklung aufgrund der Tatsache, dass der Schilfgürtel seine Funktion als Nährstoffsene nur eingeschränkt erfüllen konnte. Die Situation verbesserte sich rasch wieder nach dem Anstieg des Wasserstands im Jahr 2005.
- Eine Abschätzung der ökonomischen Schäden oder Einbußen ist nicht möglich. (Ironischerweise führten die warmen und trockenen Jahre um 2003 trotz der eingeschränkten Bademöglichkeiten zu einem vorübergehenden Anstieg der Nächtigungszahlen; Wolfram *et al.* (2004a)).

Auswirkungen unbekannt

- Unklare oder keine Informationen gibt es betreffen ökonomische Auswirkungen auf den Schifffahrtsbetrieb (im Herbst 2003) und die Fischerei (aufgrund eingeschränkter Erreichbarkeit von Bereichen im Schilfgürtel). Für die Schilfernte scheint der niedrige Wasserstand bessere Arbeitsbedingungen für die Erntemaschinen zu bieten.

Keine negativen Auswirkungen

- Die Wasserstandsschwankungen hatten keine negativen Auswirkungen auf Naturschutz und aquatische Lebensgemeinschaften, auf den ökologischen und chemischen Zustand (im Sinne der EU-WRRRL), auf die Badewasserqualität, auf menschliche Nutzungen im Umland (soweit nur am Rande mit dem See in Berührung stehen, z.B. Siedlungswasserwirtschaft, Landwirtschaft, Verkehr) sowie auf touristische Nutzungen im Seewinkel und Hanság.

Für eine Abschätzung der Auswirkungen einer Dotation in der Zukunft sind grundsätzliche Fragen wie Dauer und Ausmaß einer Zuleitung zu klären. Ohne Angabe zu diesen Punkten ist eine Einschätzung der Situation schwierig. Ungeachtet dessen lassen sich die Auswirkungen zumindest grob wie folgt bewerten:

- **Kurz- und langfristige positive Effekte** können für Freizeitnutzungen wie Badebetrieb und Wassersport, für die Schifffahrt (Verhinderung von Wasserständen unter 115,1 m ü.A.) und die Fischerei erwartet werden.
- Ein höherer Wasserstand verbessert zu dem den Wasseraustausch zwischen dem offenen See und dem Schilfgürtel und kann in der Folge Wachstum und Vitalität des Schilfs verbes-

sern. Bei hohen Wasserständen kann der Schilfgürtel seine Funktion als Nährstoffsene sowie als Lebensraum für aquatische Lebensgemeinschaften besser ausfüllen. Bei großem Wasservolumen nimmt die volumenspezifische Fracht von gereinigtem Abwasser in den See (aus der Wulka sowie aus direkt in den See ableitenden Kläranlagen) ab.

- Andererseits sind die Wasserbewegungen (Seiche, Strömungen) bei höherem Mittelwasserstand schwächer. Wellen lösen geringere Turbulenzen und Sedimentbewegung aus, sodass die Sichttiefe zunimmt und thermische Schichtungen leichter entstehen können.
- **Kurzfristige negative Effekte** sind infolge lokaler Verbesserungen des Lichtklimas im See denkbar, wodurch lokale Eutrophierungserscheinungen gefördert werden könnten. Das könnte auch lokale Auswirkungen auf die Badewasserqualität haben. Schadstoffeinträge aus fremden Einzugsgebieten können nicht ausgeschlossen werden, auch wenn die Auswirkungen auf den chemischen Zustand unklar sind. Ein Inoculum allochthoner Arten – von Algen bis hin zu Fischen – könnte die autochthonen Lebensgemeinschaften und damit den ökologischen Zustand verändern.
- **Langfristige negative Effekte** sind als Folge chemischer Veränderungen zu befürchten. Sie können die Mineralisationsprozesse von organischem Material stören und damit zu einer erhöhten Sedimentationsrate im Schilfgürtel und letztlich zu einer beschleunigten Verlandung des Sees beitragen. In diesem Fall wären indirekte negative Effekte auf den Wasseraustausch und die Wasserqualität zu erwarten. Veränderungen im Chemismus können auch direkte Auswirkungen auf aquatische Organismen haben und damit eine Veränderung von Lebensgemeinschaften herbeiführen, welche speziell an die physikalisch-chemischen Besonderheiten des Sees angepasst sind. Im Extremfall könnte dies zu einer Verschlechterung des ökologischen Zustands – der unter anderem anhand der taxonomischen Zusammensetzung der biologischen Qualitätselemente bewertet wird – führen. Dies könnte auch als Folge der erwähnten beschleunigten Verlandung des Schilfgürtels eintreten. Nicht zuletzt ist auch die Vogelwelt von einer verringerten hydrologischen Dynamik und einer möglicherweise beschleunigten Verlandung des Schilfgürtels betroffen.

Die Dynamik der Wasserinhaltsstoffe des eingebrachten Dotationswassers steht in Wechselwirkung mit der Retentionszeit im See. Die räumliche Verteilung der Retentionszeit hat fraktale Grenzen und filamentöse Strukturen infolge der chaotischen Einmischung bei ungleichförmigen Windverhältnissen. Ein Monitoring auf Grundlage von punktuellen Probenahmen könnte daher nur für einen kleinräumigen Bereich repräsentativ sein.

Eine tabellarische Übersicht zu diesen Einschätzungen bietet Tabelle 19.

Selbstverständlich müssen wir neben der Abschätzung möglicher Auswirkungen einer Dotation auch mögliche Auswirkungen von Extremwasserstand um 114,5 m ü.A. oder sogar einer vollständigen Austrocknung des Sees in Betracht ziehen, einer Situation also, die mit jener aus dem Jahr 2003 (knapp über 115,0 m ü.A.) nicht vergleichbar ist. Allerdings ist es sehr schwierig, plausible Prognosen für Wasserstände zu formulieren, die außerhalb jener Bandbreite liegen, für die wir konkrete Erfahrungswerte haben. In der nachfolgenden Tabelle, welche die Einschätzungen zu den verschiedenen Szenarien zusammenfasst, sind diese Prognosen daher nicht enthalten. Schließlich können kurz- und langfristige Auswirkungen extrem niedriger Wasserstände völlig anders aussehen, je nachdem wann und wie lange diese hydrologische Situation besteht. Eines ist allerdings festzuhalten, nämlich dass selbst eine völlige Austrocknung des Sees aus *naturschutzfachlicher* Sicht innerhalb der akzeptierten Szenarien liegt.

Tabelle 19. Abschätzung von Auswirkungen kritischer Wasserstände und einer Dotation des Neusiedler Sees aus fremden Einzugsgebieten auf die einzelnen Fachbereiche.

Schlüsselfragen	Kritische Wasserstände seit 1965?			Ziel Bandbreite	Auswirkungen einer Dotation		
	j/n	m ü.A.	Auswirkung	m ü.A.	direkt	indirekt	aufgrund von:
Aquatische Lebensgemeinschaften und ökologischer Zustand	nein	–	–	natürl. Variabilität	potenziell negativ?	potenziell negativ	Veränderungen im Chemismus; beschleunigte Verlandung des Schilfgürtels; funktionelle Veränderungen der Rohrlacken als Rückzugsgebiete
Trophisches Niveau	(ja)	115,0	Seeinterne Nährstoffzyklen gestört	>115,1	seeweit positiv?; lokal negativ?	potenziell negativ	beschleunigte Verlandung des Schilfgürtels; verändertes Lichtklima > lokale Eutrophierung
Chemischer Zustand	nein	–	–	?	potenziell negativ?	potenziell negativ	Schadstoffeintrag; beschleunigte Verlandung des Schilfgürtels
Fischerei	ja?	<115,3?	Reduz. Zugang zu Fischereigeieten	>115,5	positiv	potenziell negativ	beschleunigte Verlandung des Schilfgürtels
Badewasserqualität	nein	–	(Konzentrationen v. Pathogenen?)	?	(pot. pos.) + neg.	potenziell negativ	Eintrag v. Pathogenen; beschleunigte Verlandung des Schilfgürtels
Naturschutz	nein	–	–	natürl. Variabilität	negativ	negativ	Verringerte Dynamik; beschleunigte Verlandung des Schilfgürtels
Landschaftsplanung (inkl. Hochwasserschutz)	ja	–	Überflutungen seenaher Infrastruktur	<116,0	nein	nein	
Siedlungswasserwirtschaft	nein	–	–	?	potenziell positiv	nein	
Landwirtschaft	nein	>115,9	lokale Überflutungen	<116,0	? ²⁾	? ²⁾	–
Schilfernte	nein	–	– ¹⁾	?	?	?	?
Verkehr	nein	–	–	irrelevant	nein	nein	
Tourismus							
Badeaktivitäten	ja	<115,3	Seichte Bereiche weniger attraktiv	>115,5	positiv	lokal negativ	verändertes Lichtklima -> lokale Eutrophierung
Wassersport	ja	<115,5	Keine Boote mit großem Tiefgang	>115,5	positiv	nein	
Schiffahrt	(ja)	<115,1	Kritische Tiefe (Beschädigung v. Schiffsschrauben)	>115,2	positiv	nein	
Naturerlebnis	nein	–	–	irrelevant	nein	nein (ja?)	(theoretisch negativ aufgrund verringerter Biodiversität)
„Weintourismus“	nein	–	–	irrelevant	nein	nein	
Radfahren	nein	–	–	irrelevant	nein	nein	
Spazierengehen	nein	–	–	irrelevant	nein	nein	
Reiten & Kutschen	nein	–	–	irrelevant	nein	nein	

¹⁾ verbesserte Bedingungen zur Schilfernte bei niedrigen Wasserständen

²⁾ Seewasser kann direkt für Bewässerung oder zur Grundwasserdotation im Seewinkel genutzt werden

Alle Voraussagen und die beschriebenen, zu erwartenden Trends sind natürlich stark vereinfacht. Die Szenarien sind keine Projektionen in die Zukunft, sondern beschreiben lediglich mögliche Entwicklungen. Wenn man versucht, die Vor- und Nachteile einer Dotation herauszuarbeiten, so stellt sich als eines der Hauptprobleme dar, dass die Effekte und Gegeneffekte, die direkten Einflüsse und Folgewirkungen stark ineinander verwoben und hoch komplex sind. Das wird durch so manche Widersprüche in den Prognosen unterstrichen, z.B. betreffend die Auswirkungen unterschiedlicher Wasserstände und Wasserstandsschwankungen auf den Trophiezustand und die Wasserqualität. In ihrer Studie zu dieser Thematik schließen Hoyer *et al.* (2005) mit der Feststellung: *“The data suggest that predicting how water level fluctuations will impact trophic state variables among a population of lakes will be difficult, if not impossible, and that any accurate predictions will have to be made after first examining several mechanisms within individual lake systems.”* Wir müssen uns eingestehen, dass wir noch nicht so weit sind.

Nachdem das Risiko von Beeinträchtigungen als Folge einer Dotation nur schwer quantifiziert und noch weniger in ökonomischer Hinsicht bewertet werden kann, sollten vielleicht auch „nicht-struktureller“ Alternativen zur Dotation bedacht werden. Das könnte beinhalten:

- Anpassungen im Tourismus und in der Freizeitnutzung
- Steigerung eines Bewusstseins und des Verständnisses in der Bevölkerung zur Problematik (Information über mögliche Auswirkungen extremer Wasserstände, Erläuterung möglicher Folgen einer Dotation, *cf* Maßnahmen in Kap. 2.2.3)
- Einbeziehung von Schulen/Schülern beim Monitoring von Wasserständen und Beobachtung möglicher ökologischer Veränderungen (z.B. mithilfe von Webcams)
- Vorbeugende Maßnahmen gegenüber extremen Wasserständen (z.B. mobile Hochwasser-schutzanlagen an exponierten Standorten, innovative Angebote zur Erreichbarkeit von Badebereichen bei niedrigen Wasserständen)

Die bisher diskutierten Szenarien zielten auf verschiedene Interessensgruppen ab, von einige von ökonomischer Bedeutung für die Region sind, andere den Schutz des Sees und seines Umlands zur Aufgabe haben. Es mag noch andere Motivationen geben, darunter vor allem eine, die bisher noch nicht angesprochen wurde, nämlich die starke emotionale Bindung vieler Menschen in der Region an den See, der für sie eine Art Identifikationsobjekt darstellt. Nicht zuletzt dieser Aspekt hat die Österreichisch-Ungarische Gewässerkommission dazu bewogen, als eines ihrer zentralen Ziele die „Erhalt des Sees als Landschaftselement“ zu formulieren. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass auch die ökologische Integrität des Neusiedler Sees und der bilaterale Nationalpark als Identifikationsobjekt wahrgenommen werden, müssen wir dieses Ziel erweitern:

Erhalt des Sees als Landschaftselement unter Rücksichtnahme auf das Natur- und Kulturerbe der Region

Auch wenn das Ziel, den See als „Landschaftselement“ zu erhalten, keine konkrete Bandbreite von Wasserständen spezifiziert, so besteht doch kein Zweifel, dass das Gewässer bei einem Wasserstand über 115,0 m ü.A. dieses Kriterium erfüllt. Im Rückblick auf die Wasserstandsschwankungen der vergangenen 50 Jahre besteht kein Zweifel, dass manche Interessensgruppen vorübergehend mit Problemen konfrontiert waren. Diese waren jedoch nicht von Dauer und hatten keine über mehrere Jahre anhaltenden Nachwirkungen.

Wir haben in dieser Studie versucht, die unterschiedlichen Zugänge und Anforderungen verschiedenster Interessensgruppen zur Wasserwirtschaft und zum Management im Neusiedler See zusammenzufassen. Die sektoralen Ziele betreffend den Wasserstand des Sees gehen vielfach weit auseinander und erlauben es derzeit nicht, einen für alle akzeptablen Kompromiss zu formulieren. Während eine völlige Austrocknung des Sees für viele Menschen sicherlich keine Option ist und auch einem der zentralen Ziele der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission entgegensteht, liegt genau das aus Sicht des Naturschutz nach wie vor im Rahmen möglicher Szenarien. Um die Grundlage für eine politische Entscheidung zu diesem Thema zu stärken, ist noch eine Reihe von Fragen zu klären. Die nächsten Schritte sollten daher sein:

- *Evaluierung der Ergebnisse von Krachler et al. (2005), Krachler et al. (2009), Dinka et al. (2004), Wolfram & Herzig (2013) hinsichtlich des Einflusses von Wasserstandsschwankungen und insbesondere einer Dotation auf den Chemismus des Neusiedler Sees und die Möglichkeit einer beschleunigten Verlandung*
- *Unterstützung dieser limnologischer Erhebungen durch verschiedene hydrologische Szenarien inklusive Dotation, vgl. Zessner et al. (2012)*
- *Ökonomische Analysen möglicher Beeinträchtigungen und Schäden infolge extremer Wasserstände auf menschliche Nutzungen rund um den See (cf Kap. 5.5.3)*

6.3 Zusammenfassung der Ziele und Maßnahmen

Georg WOLFRAM, Lajos DÉRI

6.3.1 Vorbemerkung

Als Vorgabe der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission wurden drei übergeordnete Ziele formuliert:

1. Erhalt des Neusiedler Sees als Landschaftselement
2. Erhalt des Verhältnisses zwischen Freiwasserzone und Schilf
3. Erhalt der Wasserqualität des Neusiedler Sees

Eng mit dem dritten Punkt verknüpft ist das Umweltziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie, für das beide Staaten gemeinsame Maßnahmenprogramme verordnet haben. Das Umweltziel ist die Erhaltung des guten Zustands des Wasserkörpers des Neusiedler Sees, das heißt eine Einstufung des chemischen und ökologischen Zustands des österreichischen und ungarischen Wasserkörpers zumindest als gut. Beiden Staaten haben sich verpflichtet, alle umsetzbaren Schritte zur Erhaltung des guten Zustands zu unternehmen.

6.3.2 Überblick über 179 Ziele und Maßnahmen

Mit dem vorliegenden Bericht wird – gemäß Auftrag der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission – eine umfassende Bestandsaufnahme für die Fachbereiche Wasserwirtschaft, Limnologie, Naturschutz und Raumplanung in der Region Neusiedler See vorgelegt. Die Studie stellt damit eine wesentliche Vorarbeit zur strategischen Entwicklung des Neusiedler Sees und seines Umlands im 21. Jahrhundert dar.

Die Bearbeitung erfolgte durch ein umfangreiches Expertenteam aus beiden Ländern. Zwei große Workshops in Illmitz und Győr sowie zahlreiche nationale und bilaterale Treffen und Besprechungen gewährleisteten dabei die notwendige bilaterale und interdisziplinäre Abstimmung.

Aus Sicht der Experten der vier Hauptfachbereiche wurden insgesamt 179 Ziele und Maßnahmen formuliert, die sich wie folgt auf die einzelnen Fachbereiche verteilen (Tabelle 20, Abb. 92).

Die Ziele und Maßnahmen lassen sich in drei große Gruppen zusammenfassen:

1. Ziele und Maßnahmen zum Schutz von Lebensräumen (Naturschutz, ökologischer Zustand). Dieser Gruppe werden auch Ziele und Maßnahmen zum Erhalt bzw. zur Verbesserung des Zustands von Einrichtungen (Kläranlagen) und zur Förderung nachhaltiger Entwicklungen (Landwirtschaft) zugeschrieben.
2. Ziele und Maßnahmen zur Beseitigung von Informationsdefiziten und zur Verbesserung des Wissensstandes sowie zur Durchführung von Monitoringprogrammen zur Dokumentation von Entwicklungen
3. Administrative Ziele und Maßnahmen wie die Stärkung von Kooperationen, der Auf- bzw. Ausbau von (grenzüberschreitenden) Netzwerken und die Verbesserung der Datenverfügbarkeit

Tabelle 20. Anzahl der Ziele und Maßnahmen in den einzelnen Fachbereichen.

Hauptfachbereich	Kap. Fachbereich	Ziele	Maßnahmen
Wasserwirtschaft	2.1 Geologie und Hydrogeographie	2	2
	2.2 Hydrologie und Wasserwirtschaft	6	15
	2.3 Hydromorphologie	5	6
	2.4 Schilfgürtel und Schilfnutzung	3	4
Limnologie	3.1 Physikalisch-chemische Parameter	8	6
	3.2 Schadstoffe und chemischer Zustand	8	4
	3.3 Aquatische Lebensgemeinschaften	10	5
	3.4 Mikrobiologie und Hygiene	7	3
Naturschutz	4.1 Naturschutzaspekte am Neusiedler See, im Seewinkel und im Hanság	12	7
Raumplanung	5.1 Raumplanung und Siedlungsentwicklung	4	2
	5.2 Siedlungswasserwirtschaft	5	3
	5.3 Verkehr	4	2
	5.4 Landwirtschaft	6	4
	5.5 Tourismus und Freizeitnutzung	25	11
Summe		105	74

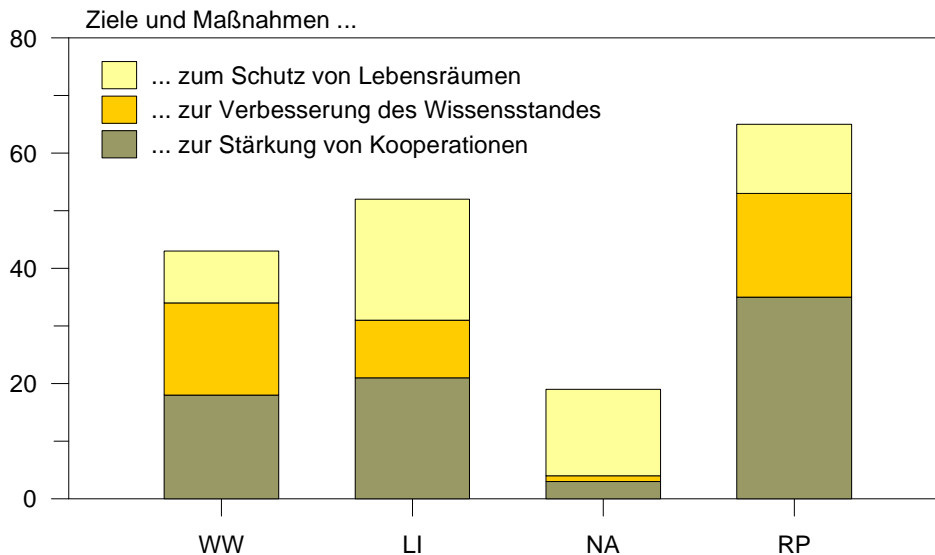


Abb. 92. Verteilung der drei Gruppen von Zielen und Maßnahmen auf die vier Hauptfachbereiche Wasserwirtschaft (WW), Limnologie (LI), Naturschutz (NA) und Raumplanung (RP).

Die recht unterschiedliche Verteilung der Ziele und Maßnahmen auf die drei genannten Gruppen in den vier Hauptfachbereichen hat teils fachliche Hintergründe, teils sind die Unterschiede auch auf divergierende Schwerpunktsetzungen der Experten zurückzuführen. Insgesamt bietet das Kompendium aus knapp 180 Vorschlägen von Zielen und Maßnahmen, welche mittel- oder langfristige zu erreichen oder umzusetzen sind, eine solide Grundlage für die nachhaltige Entwicklung der Region. Es berücksichtigt alle relevanten Zielgruppen und deckt die wesentlichen Aspekte ab.

6.3.3 Ziele und Maßnahmen zum Schutz von Lebensräumen und Infrastruktur sowie zur Förderung nachhaltiger Entwicklungen

Wasserwirtschaft

Ein Anspruch der Wasserwirtschaft, der bereits auf andere Fachbereiche und Interessensgruppen hinweist, ist der Schutz von Infrastruktur und Nutzungsansprüchen durch Vermeidung von Extremwasserständen sowie die Wartung und Instandhaltung des Hanság-Kanals als Ableitungssystem bei hohen Wasserständen im See.

Zentrale Ziele sind weiters der Erhalt des Sees als Landschaftselement sowie die Verhinderung der Verlandung des Schilfgürtels. Der zweite Aspekt leitet bereits zu limnologischen Anforderungen an die Wasserqualität über, insbesondere hinsichtlich des Wasseraustausches zwischen Schilfgürtel und offenem See. Im Bewusstsein dieser Zusammenhänge wird der Schilfgürtel seitens der Wasserwirtschaft als integrativer Bestandteil des Ökosystems Neusiedler Sees verstanden.

Der Erhalt des Sees als Landschaftselement spricht Fragen des Wasserstands-Managements an. Aufgrund der Unsicherheit der diskutierten Prognosen und Szenarien und insbesondere angesichts der engen Verzahnung unterschiedlicher Auswirkungen eines erweiterten Wasserstands-Managements ist die Frage nach dem „optimalen“ Wasserstand nicht abschließend zu klären und bedarf weiterer Untersuchungen. Jeder Eingriff „zum Erhalt der Sees als Landschaftselement“ ist jedoch unter Rücksichtnahme auf das naturräumliche und kulturelle Erbe der Region zu diskutieren (vgl. Kap. 6.2).

Limnologie

Im Vordergrund der limnologischen Schutzziele steht der Erhalt des guten ökologischen und chemischen Zustands gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. Dies schließt verschiedene Aspekte ein, unter anderem den Erhalt der natürlichen Prozesse und der chemisch-biologischen Besonderheiten des Sees sowie eine nachhaltige Nutzung aquatischer Ressourcen in der Fischerei und Schilfbewirtschaftung.

Im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie, die eine geringe anthropogene Belastung von Oberflächengewässern vorsieht, ist auch das Ziel eines niedrigen Trophie- oder Produktivitätsniveaus des Neusiedler Sees zu deuten. Eine gewisse Diskrepanz besteht allerdings darin, dass Referenzbedingungen im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie auch hohe Nährstoffgehalte bedeuten können. Ungeachtet dessen besteht Einigkeit über das Ziel, die externen anthropogenen Einträge zu minimieren.

Aus limnologischer Sicht haben die Ableitungen von Seewasser über den Einser-Kanal nachteilige Auswirkungen auf den Chemismus des Neusiedler Sees. Sie sind daher – unter Berücksichtigung anderer Interessen – weitestmöglich zu vermeiden.

Auf den Wasseraustausch zwischen Schilfgürtel und offenem See wurde bereits hingewiesen, womit das Verhältnis von Schilf- und Wasserflächen, aber auch Maßnahmen zur Ertüchtigung von Schilfkanälen angesprochen sind. Diese Aspekte sind stark vom windinduziertem Sedimenttransport abhängig.

Neben der Wasserqualität in Hinblick auf Nähr- und Schadstoffe ist es ein unbestrittenes Ziel, die gute Badewasserqualität des Neusiedler Sees zu erhalten.

Naturschutz

Ähnlich wie im Bereich Gewässerökologie steht auch hier der Schutz und Erhalt natürlicher Prozesse im Vordergrund. Es ist dies eine wesentliche Voraussetzung, um die Biodiversität der Region zu erhalten und zu fördern.

Die Mittel, um diese Ziele zu verwirklichen, sind unter anderem die Entwicklung und Erweiterung bestehender Schutzgebiete. Konkret werden Einschränkungen von Nutzungen und Eingriffe in Teilgebieten des Sees außerhalb der Grenzen des Nationalparks angedacht. Dies betrifft vor allem den Seewinkel, aber auch den Bereich der Wulkamündung.

Auf die gesamte Region (d.h. nicht nur Neusiedler See, sondern auch Seewinkel/Hanság) bezieht sich die Forderung nach einem möglichst großen Wasserrückhalt.

Im See sollen möglichst große Wasserspiegelschwankungen ermöglicht werden. Dieses Ziel steht naheliegenderweise Überlegungen zu einer Dotation des Sees mit Fremdwasser diametral entgegen.

Schließlich gehören eine Ökologisierung der Schilfnutzung sowie die (Erstellung und) Umsetzung von Managementplänen zu den erklärten Zielen des Naturschutzes.

Im ungarischen Teil des Hanságs sollen die Baumbestände reduziert werden, das Bemühen soll auf den Erhalt der torfartigen Böden ausgerichtet sein. Weiters sollen die Wiesen und Feuchtgebiete langfristig gesichert bzw. wiederhergestellt werden. Schließlich wird eine Extensivierung der Landwirtschaft und eine Anpassung des Wildbestandes an die ökologischen Rahmenbedingungen vorgeschlagen.

Raumplanung

Aus Sicht der Siedlungswasserwirtschaft stehen die Minimierung des Stoffeintrags in den Neusiedler See und Hanság sowie die Aufrechterhaltung des derzeit hohen Standards bei der Abwasserreinigung nach dem jeweiligen Stand der Technik (Einsatz der „Besten Verfügbaren Technik“, BVT) im Vordergrund. Dieses emissionsseitige Ziel deckt sich den immissionsseitigen Ansprüchen an eine gute Wasserqualität.

In die gleiche Stoßrichtung gehen einige Ziele und Maßnahmen im Fachbereich Landwirtschaft. Sie fokussieren auf eine nachhaltige Entwicklung und eine Minimierung von Umweltbelastungen.

6.3.4 Ziele und Maßnahmen zur Verbesserung des Wissensstandes und zur Dokumentation von Entwicklungen

Wasserwirtschaft

Im Bereich der Hydrologie und Wasserwirtschaft kann eine künftige Strategie für den Neusiedler See auf zahlreichen und gut abgesicherten Grundlagen und Modellen aufbauen. Es gibt jedoch eine Reihe offene Fragen, insbesondere zur Verdunstung, Evapotranspiration oder zur Wasserverfrachtung bei hohen Wasserständen unter Einfluss starker Winde. Eine unerlässliche Grundlage für alle wasserwirtschaftliche Überlegungen sind Information zum Seebecken und der Seeinhaltslinie; hier wird das GeNeSee-Projekt in naher Zukunft eine signifikante Verbesserung unseres Wissensstandes bringen.

Um die Abschätzungen zum Sedimenttransport und den morphologischen Veränderungen verbessern zu können, benötigen wir bessere Transportmodelle und Daten zur Korngrößenverteilung und der Sedimentmächtigkeit. Dafür sind lange Meßreihen aus einem weiten Bereich des Sees erforderlich.

In Hinblick auf eine mögliche Dotation mit Fremdwasser bei Niedrigwasserständen sind weitere interdisziplinäre Variantenuntersuchungen erforderlich, unter anderem zur Entnahmestelle, der Dotationsmenge und den Regelwasserständen. Für die Abschätzung möglicher Auswirkungen bei Hochwasser und die Planung entsprechender lokaler Schutzmaßnahmen bedarf es einer genaueren Kenntnis der Hochwasser-Anschlagslinien, der Bestimmung von Hochwasser-Risikoflächen, ein entsprechendes Hochwasserschutz-Management und dies alles unter Berücksichtigung der Windeffekte.

Für den Schilfgürtel ist ein periodisches Monitoring unter Berücksichtigung wasserwirtschaftlich relevanter Aspekte unerlässlich, um geeignete Managementpläne zu erstellen. Das betrifft insbesondere die Schilf-Festland-Randbereiche (Beweidung), potentielle Schilfernte-Gebiete und Altschilfbereiche (Schilfnutzung versus Habitatökologie).

Limnologie

Ein Wissensdefizit aus gewässerökologischer Sicht besteht hinsichtlich der Eintragspfade und der aktuellen Belastungssituation bei Schadstoffen wie Pestiziden oder Schwermetallen⁹. Der Kenntnisstand zu den physikalisch-chemischen und biologischen Eigenschaften des Sees ist zwar ungleich besser, doch ist hier weiterhin für ein kontinuierliches Monitoring zu sorgen, um eine abgesicherte Bewertung des ökologischen und chemischen Zustands zu ermöglichen.

⁹ Hier läuft derzeit ein Untersuchungsprogramm unter Beteiligung des Umweltbundesamts.

Es werden Forschungsprojekte zu ausgewählten Fachthemen angeregt, so zur Frage der Auswirkungen von Wasserstandschwankungen auf die Biodiversität, zu den internen Nährstoffkreisläufen, zur Stoffbilanz und zur Produktivität der verschiedenen Teilhabitate des Sees. Der Erkenntnisgewinn aus solchen Forschungsschwerpunkten geht weit über die Grundlagenforschung hinaus und ist essenziell, um über ein tieferes Verständnis der ökologischen Zusammenhänge zu nachvollziehbaren Management-Empfehlungen zu gelangen.

Im mikrobiell-hygienischen Bereich wird die Einrichtung eines mikrobiellen Monitoring im offenen See *zusätzlich* zu den EU-Badestellen als entscheidend angesehen, um potenzielle Pathogene besser erfassen zu können. Es wäre zudem ein wichtiger Schritt hin zur Entwicklung eines mikrobiologisch-hygienischen Gesamtkonzeptes für den Neusiedler See.

Naturschutz

Aus naturschutzfachlicher Sicht wird angeregt, kritische Punkte für die Infrastruktur bei höheren Wasserständen zu lokalisieren und dadurch ggfs. die Möglichkeiten zu einem verstärkten Wasser-rückhalt im Neusiedler See auszuloten.

Raumplanung

Die Ziele und Maßnahmen im Fachbereich Siedlungswasserwirtschaft zielen einerseits auf die bessere Erfassung und Quantifizierung von Fremdwassereintritten in den Kanalisationsanlagen, andererseits auf Untersuchungen zur Ableitung gereinigter Abwässer im Seewinkel / Hanság ab.

Ein längerfristiges und grenzüberschreitendes Monitoring ist aus landwirtschaftlicher Sicht ein vorrangiges Ziel; Fragen zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft könnten im Rahmen gesonderter Fallstudien untersucht werden.

Schließlich gibt es Wissenslücken zum Tourismus in der Region Neusiedler See. So fehlt eine umfassende, über Gemeindegrenzen hinausgehende, aber auch zwischen Österreich und Ungarn abgestimmte Erfassung von Nächtigungsstatistiken *versus* Tagestourismus, die eine Quantifizierung der regionalen und lokalen Wertschöpfung ermöglichen würde. Ein wichtiger Ausgangspunkt dafür wären GIS-fähige Kartengrundlagen.

6.3.5 Administrative Ziele und Maßnahmen wie der Aufbau bzw. die Stärkung von Kooperationen und Netzwerken sowie die Verbesserung der Datenverfügbarkeit

Wasserwirtschaft

Die grenzüberschreitende Koordination der wasserbaulichen Bewirtschaftung hat am Neusiedler See Tradition und ist weit entwickelt. Dennoch gibt es Verbesserungspotenzial beim Informationsaustausch hydro-meteorologischer Daten.

Grundsätzlich wird die Einrichtung einer bilateralen Monitoring-Gruppe empfohlen, welche periodisch notwendige, grenzüberschreitend harmonisierte Inventuren und Analysen zu allen raumbezogenen Aspekten der Bewahrung und der Entwicklung des Naturraumes durchführen sollte.

Bei der Planung allfälliger Maßnahmen sind deren Auswirkungen auf die physikalischen Verhältnisse durch statistische Analysen numerischer Simulationen abzuschätzen. Operative Prognosemodelle können unterstützend zur Aufgabenplanung bei grenzüberschreitenden Notfallsituationen beitragen:

Hochwasserschutzmaßnahmen können bei Unwetter rasch an die jeweiligen Verhältnisse angepasst werden, Segelboote in Not können lokalisiert und gerettet werden, die Ausbreitung von Schadstoffen nach Unfällen ist leichter kontrollierbar.

Limnologie

Die Bereitstellung abgesicherter und bilateral abgestimmter Daten für Gewässermanagement und Forschung ist auch eine zentrale Forderung aus gewässerökologischer Sicht. Darüber hinaus besteht gemäß den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie die Pflicht, die Öffentlichkeit über den Zustand des Sees zu informieren. Dies wäre beispielsweise über eine eigene Website möglich, auf der aktuelle Forschungs- und Monitoringergebnisse abgerufen werden können.

Bilateral sind eine Interkalibrierung von Analysen- und Bewertungsmethoden sowie die Abstimmung von Grenzwerten erforderlich. Zudem gibt es in Teilbereichen einen Abstimmungsbedarf zu den biologisch-chemischen Monitoringprogrammen der beiden Länder. Die Publikation gemeinsamer Berichte zur ökologischen Entwicklung des Sees wäre ein möglicher Ausfluss einer verbesserten Koordination der Gewässeruntersuchungen und Zustandsbewertung.

Naturschutz

Eine Stärkung der bilateralen Aktivitäten und eine verbesserte Abstimmung und Kommunikation von Managementmaßnahmen ist auch aus naturschutzfachlicher Sicht vorrangiges Ziel. Dies betrifft beispielsweise die Entwicklung eines grenzüberschreitenden Schilfbewirtschaftungsplans oder die Abstimmung der Siedlungsentwicklung und des Ausbaus von Radwegen/Straßen. In Ungarn bedarf es dazu auch administrativer Anpassungen (Übergang der Schilfnutzung in die Verwaltungskompetenz des Nationalparks).

Raumplanung

Ein roter Faden, der sich durch die Ziel- und Maßnahmenkataloge im Fachbereich Raumplanung zieht, ist die Forderung nach einer Förderung und Stärkung grenzüberschreitender Kooperationen und Netzwerke. Es ist dies eine Grundvoraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung der gesamten Region sowie die erfolgreiche Umsetzung konkreter (gemeinsamer) Managementmaßnahmen. Langfristiges Ziel sollte der Aufbau einer internationalen, mehrsprachigen Identität rund um den Neusiedler See sein.

Für die Landwirtschaft wurde als Ziel der Aufbau eines gemeinsamen, auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Leitbildes formuliert. Auf dem Weg zur Entwicklung einer modernen Landwirtschaft sollten auf lokaler und regionaler Ebene Beratungskapazitäten gestärkt und Weiterbildungsmaßnahmen gefördert werden.

Der Aufbau nachhaltiger Verkehrsnetze rund um den Neusiedler See und die Entwicklung bedarfsgesteuerter Mobilitätsangebote stehen aus verkehrstechnischer Sicht im Vordergrund. Ziel ist die verbesserte Erreichbarkeit der regionalen Zentren im öffentlichen und individuellen Verkehr. Das schließt auch die – durchaus symbolträchtige – Forderung nach der hindernisfreien Passierbarkeit der österreichisch-ungarischen Staatsgrenze mit ein.

Schließlich sollte aus touristischer Sicht ein verstärktes Augenmerk darauf gerichtet werden, die lokale Wertschöpfung zu erhöhen, vor allem auch über eine längere Saisondauer. Ein wichtiger Ansatz dazu wäre die Erhaltung kleiner Strukturen mit einem hohen lokalen Wertschöpfungsanteil. Ein weiteres Ziel ist die Reduzierung des Aufkommens des Individualverkehrs von Urlaubs- und Tagesgästen bei gleichzeitiger Erhöhung des Anteils an internationalen Gästen sowie Positionierung der grenz-

überschreitenden Region auf den internationalen Märkten (Schwerpunkte Naturerlebnis, Weinerlebnis/Kulinarik, Entschleunigung, Kulturerlebnis in nahe gelegenen Städten).

6.3.6 Resümee

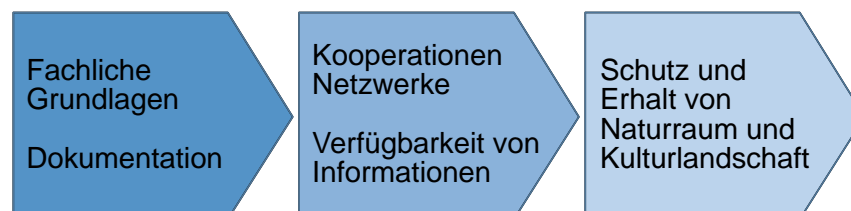
Der breite fachliche Ansatz zur vorliegenden Studie bedingt eine entsprechend große Bandbreite von Vorschlägen zu Zielen und Maßnahmen für die Region Neusiedler See. Es spiegeln sich darin aber auch unterschiedliche Herangehensweisen, Traditionen, fachliche Schwerpunkte und Blickwinkel wider. Diese führen auch dazu, dass oftmals die Grenzen zwischen konkreten Forderungen bzw. Zielen und dem Weg bzw. der Maßnahme, um diese zu erreichen, verschwimmen.

Angesichts dessen ist zu betonen, dass die Strategiestudie nicht als abschließende Bearbeitung und vollständige Erfassung zu verstehen ist, sondern – wie mit dem Zusatz „Phase 1“ im Untertitel verdeutlicht – als Anfang zu einem länger währenden Prozess. Manche Ziele stehen in weiter Ferne, andere gelten als weitgehend erreicht.

Für die konkrete und abgestimmte Umsetzung ist die strukturierte Zusammenfassung der Ziele und Maßnahmen ein erster Schritt. Als übergeordnetes Ziel steht der Schutz und Erhalt des Naturraumes und der Kulturlandschaft der Region Neusiedler See, somit des Welterbes „Kulturlandschaft Fertő/Neusiedler See“ an oberster Stelle. Das schließt auch die drei seitens der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission vorgegebenen strategischen Ziele mit ein: den Erhalt des Neusiedler Sees als Landschaftselement, den Erhalt des Verhältnisses zwischen Freiwasserzone und Schilf und den Erhalt der Wasserqualität des Neusiedler Sees.

Zur Erreichung dieser Ziele ist jedoch unbestreitbar das nötige fachliche Fundament zu schaffen, auf das sich auch politische Entscheidungsträger stützen können. Dieses fehlt in manchen Bereichen, in anderen sind die fachlichen Grundlagen dank langjähriger Forschungen und Monitoringprogramme zumindest teilweise vorhanden. In jedem Fall braucht es aber – unter Rücksichtnahme auf sich ändernde Rahmenbedingungen (z.B. klimatische Veränderungen) – dauerhafte oder periodische Monitoringprogramme zur laufenden Dokumentation der Entwicklungen.

Damit der sich ständig erweiternde Wissensstand auch tatsächlich zu einer Annäherung an die strategischen Ziele beiträgt, ist eine deutliche Stärkung von (grenzüberschreitenden) Kooperationen und Netzwerken unerlässlich. Diese sollten allerdings keineswegs auf die Experten- oder Verwaltungsebene beschränkt bleiben, sondern vielmehr die breite Bevölkerung einschließen.



Eine Art „road map“ für die vorgeschlagenen Maßnahmen zu erstellen, ist aufgrund der engen Verzahnung der Fachgebiete naturgemäß schwierig. Mit der Studie von Zessner *et al.* (2012) und dem aktuell laufenden GeNeSee-Projekt wurde jedoch der richtige Weg gewiesen: weg von Einzelmaßnahmen und einseitiger Prioritätensetzung hin zu interdisziplinären und bilateralen Schwer-

punktsetzungen. Es ist dies zweifelsohne ein schwieriger und aufwändiger Weg, der sich jedoch langfristig bewähren wird und auf lange Sicht wohl auch der kostengünstigere ist. In diesem Sinne versteht sich auch die Strategiestudie als ein gemeinsamer Beitrag zur Erreichung der strategischen Zielsetzungen für die Region Neusiedler See.

7. Ausblick



Ausblick

Lajos DÉRI, Miklós PANNONHALMI, Georg WOLFRAM, Helmut ROJACZ

Die Strategiestudie Neusiedler See brachte eine Reihe neuer Erkenntnisse zu Tage, was darauf zurückzuführen ist, dass mit dieser Arbeit Fragenkomplexe aus verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen und zahlreichen Fachbereichen zusammenfassend analysiert wurden. Dies geschah in zwei Schritten:

Zunächst erfolgte eine Bestandsaufnahme der einzelnen Fachbereiche, einschließlich einer Beurteilung der Wissens- und sonstigen Defizite. Darauf aufbauend und im Anschluss an eine zusammenfassende Darstellung wurden in einem zweiten Schritt Ziele und Entwicklungsmöglichkeiten in sektoraler Hinsicht formuliert. Daraus wurden schließlich konkrete Maßnahmen abgeleitet, auf deren Grundlage später Projektvorschläge für die EU-Haushaltsperiode 2014–2020 unterbreitet werden können. Ziel der Arbeit ist, dass die Ergebnisse der strategischen Studie eine Grundlage für die weiteren Entscheidungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Neusiedler See bilden.

Die Strategiestudie bietet einen Überblick über die Forschungen der vergangenen Zeit sowie über deren Ergebnisse und Schlussfolgerungen. Die Studie erstreckt sich auf sämtliche Fachbereiche, die für den See bestimmend sind, nämlich auf Wasserwirtschaft, Limnologie, Naturschutz und Raumplanung. Die Studie formuliert den auf die einzelnen Themenkreise bezogenen Zielzustand, erstellt einen Zielkatalog, legt den Ausbau des Monitorings und des Informationsflusses sowie auch die Notwendigkeit der gegenseitigen Zusammenarbeit dar. Das auf die einzelnen Fachbereiche gerichtete Monitoring ist im Hinblick auf die ständige Konkretisierung, Aktualisierung und fundierte Überprüfung der Zielsetzungen von entscheidender Bedeutung. Ein weitreichender Überblick gewährleistet eine fundierte Analyse der Synergiewirkung, welche das Leben der Region bestimmt. Der Aufbau der Strategie für den Neusiedler See und ihre „Zukunftsforschung“ können ohne Analyse der Wechselwirkungen keine Ergebnisse bringen. Die weitere Verfeinerung der in der Strategiestudie genannten sektoralen Zielsetzungen ist Aufgabe der einzelnen Disziplinen. Letztlich ist die Strategiestudie natürlich den betroffenen Ministerien und lokalen Regierungsorganisationen zur Kenntnis zu bringen.

Auch beim Neusiedler See kann nur ein koordinierter „Zukunftsaufbau“ erfolgreich sein. Die Strategie bietet die Grundlage für die Harmonisierung der fachspezifischen Ziele und für die Koordinierung der zukünftigen Entwicklung. Das Besondere an der Arbeit ist, dass eine Strategie zustande gekommen ist, die nicht nur fachübergreifend, sondern den Erwartungen der Zeit entsprechend auch grenzüberschreitend ist. Die konsequente Umsetzung der zu den formulierten Zielen führenden Maßnahmenpakete gewährleistet, dass die Region abgestimmte und daher besonders wirkungsvolle Entwicklungen zum Wohl der dort lebenden Bevölkerung und der BesucherInnen, der Natur und der Wirtschaft erlebt. Die in den unterschiedlichen Fachbereichen erfolgenden und aufeinander aufbauenden Entwicklungen können die Region Neusiedler See auf den Weg einer dynamischen, dauerhaften und nachhaltigen Entfaltung bringen. Die Strategie kann jedoch nur dann zu den erwarteten Ergebnissen in der Entwicklung der Kulturlandschaft Fertő/Neusiedler See führen, wenn die Bevölkerung der Region ebenfalls die Strategie akzeptiert und in die Umsetzung der Maßnahmenprogramme eingebunden wird. Die Studie muss zwecks umfassender Verbreitung in beiden Staaten auf der jeweiligen Website der für Wasserwirtschaft zuständigen Organe und der Nationalparke beziehungsweise in den regelmäßigen Publikationen der Nationalparke (Kócsagtoll und Geschnatter) an prominenter Stelle veröffentlicht werden. In Ungarn muss die Strategie für den Neusiedler See dem Wasserwirtschaftsrat der Region Nordtransdanubien unterbreitet werden, wo sämtliche betroffenen Organisa-

tionen ihre Meinung äußern können. Die Einbeziehung der lokalen Medien (Presse, Regionalfernsehen und Radio) und die dort erfolgende Berichterstattung können ebenso erheblich zu einem besseren Informationsstand der Interessierten und Betroffenen über die Zukunft des Neusiedler Sees beitragen.

Wir wissen allerdings, dass die verschiedenen Eingriffe divergierende Auswirkungen auf die unterschiedlichen Bereiche im Leben und in der Nutzung des Sees haben werden. Der Anspruch, dass sich die Strategie auf alle Bereiche zugleich positiv auswirkt, ist nicht realisierbar. Die Maßnahmen werden sich auf einzelne Fachbereiche eindeutig positiv und auf andere neutral oder möglicherweise etwas negativ auswirken. Es ist außerordentlich wichtig, diese mit der Zeit veränderlichen Prozesse regelmäßig im Auge zu behalten, weshalb eine Beobachtung und Analyse der Veränderung der Prozesse in Natur, Technik und Gesellschaft unerlässlich sind. Das ist jedoch nicht ausreichend. Aufgrund der beobachteten Veränderungen, der vor sich gehenden Prozesse und der Bestandsbeurteilung sind die Überprüfung der Strategie, die Formulierung neuer Zielzustände und die Erstellung aktueller Zielkataloge erforderlich, die mit den Plänen für die Einzugsgebietbewirtschaftung der beiden Staaten in Einklang zu bringen sind. Es ist nicht erforderlich, die Häufigkeit der Überprüfungen schon jetzt festzulegen, da dies auf theoretischer Grundlage gar nicht möglich ist. Der Zeitpunkt der ersten Überprüfung der Strategie ist unter Berücksichtigung der aus den Beobachtungen gewonnenen Informationen sowie der Richtung und des Tempos der Veränderungen zu bestimmen, wobei auch die Bestimmungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie zu beachten sind. Heute wissen wir mit Sicherheit nur, dass wir mit dieser Arbeit den ersten Schritt zur Schaffung einer von Staatsgrenzen unabhängigen Strategie getan haben. Für uns ist das nicht das Ende der strategischen Planung für den Neusiedler See, sondern erst der Anfang.

8. Literatur



In Mitteleuropa nehmen seit geraumer Zeit die Bestände an Rot-, Reh- und Schwarzwild stark zu. Wissenschaftliche Beobachtung im Nationalpark soll die Auswirkungen der steigenden Wildstände untersuchen, jagdliche Maßnahmen zur Bestanderegulierung werden diskutiert. Wolfgang Steiner und Lydia Wildauer



8.1 Zitierte Literatur

- AGN, 1984. Forschungsbericht 1981–1984. Naturraumpotential Neusiedler See, Erfassung des Nährstoffeintrages in den Neusiedler See. Arbeitsgemeinschaft Gesamtkonzept Neusiedler See - Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung, Gesundheit und Umweltschutz & Land Burgenland - Landesmuseum, Wien - Eisenstadt.
- Ágoston-Szabó, E. & M. Dinka, 2006. Changes in sediment and sediment interstitial water characteristics in Lake Fertő/Neusiedler See. *Opusc Zool Budapest* 35:3-17.
- Ágoston-Szabó, E. & M. Dinka, 2009. Some characteristics of the sediments of healthy and degraded reed stands at Lake Fertő/Neusiedler See. *Opusc Zool Budapest* 40(2):5-15.
- Ágoston-Szabó, E., M. Dinka, L. Némedi & G. Horváth, 2006. Decomposition of *Phragmites australis* rhizome in a shallow lake. *Aquat Bot* 85:309-316.
- Akbulet Emir, N., 2000. Short term secondary production and population dynamics of crustacea and rotifera in three different biotops of Neusiedler See (Austria). *Turk J Zool* 24:149-158.
- Amblard, C., J. F. Carrias, G. Bourdier & N. Maurin, 1995. The microbial loop in a humic lake - seasonal and vertical variations in the structure of the different communities. *Hydrobiologia* 300:71-84.
- Amt der Burgenländischen Landesregierung, 2011a. Landesentwicklungsprogramm Burgenland – LEP 2011. Mit der Natur zu neuen Erfolgen. URL: http://www.phasing-out.at/media/file/797_9c_LEP2011_Ordnungsplan.pdf.
- Amt der Burgenländischen Landesregierung, 2011b. Strategie Raumstruktur - Landesentwicklungsplan Burgenland. Endbericht, Februar 2011. URL: http://www.phasing-out.at/media/file/796_9b_LEP2011_Strategie_Raumstruktur.pdf.
- Andrikovics, S., 1979. Contribution to the knowledge on the invertebrate macrofauna living in the pondweed fields of Lake Fertő. *Opusc Zool Budapest* XVI(1).
- Andrikovics, S., 1981. Preliminary quantitative macrofaunal investigations on characteristic biotopes of Lake Fertő/Hungary. *Annales Universitatis Scientiarum Budapestensis De Rolando Eötvös Nominatae - Sectio Biologica* 22-23:127-144.
- Andrikovics, S., L. Forró & H. Metz, 1982. The occurrence of *Synurella ambulans* (Müller, 1846) (Crustacea, Amphipoda) in Neusiedlersee. *Sitz Ber Österr Akad Wiss Math-Naturw Klasse, Abt I* 191(5-10):139-141.
- Andrikovics, S., L. Forró & E. Zsunics, 1988. The zoogenic food composition of *Utricularia vulgaris* in the Lake Fertő. *Opuscula zoologica Zoosystematici et Oecologici Univeritatis Budapestinensis* 23:65-70.
- Andrikovits, S., J. Padisák & M. Rajczi, 1988. Diversity and cluster analysis of the invertebrate macrofauna in the Lake Fertő. *Opusc Zool Budapest* 23:71-81.
- Armstrong, J. & W. Armstrong, 2001. An overview of the effects of phytotoxins on *Phragmites australis* in relation to die-back. *Aquatic Botany* 69(2-4):251-268 doi:10.1016/s0304-3770(01)00142-5.
- Auer, B., 1995. Freilanduntersuchung zur Biologie der Jungfische des Sichlings (*Pelecus cultratus* L.) im Neusiedler See. Diss. Univ. Wien.
- Baker-Austin, C., J. A. Trinanes, N. G. H. Taylor, H. R. A. Siitonen & J. Martinez-Urtaza, 2013. Emerging *Vibrio* risk at high latitudes in response to ocean warming. *Nature Climate Change*(3):73-77.
- Balsay, E. & S. Balsay, 2010. Hansági égeresek. Kapuvár.

- Baranyi, S., J. Deák, J. Dreher, H. Mahler, P. Major, F. Neppel, W. Papesch, V. Rajner, D. Rank, J. Reiteringer & R. Schmalfuss, 1994. Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe von Geochemie und Geophysik. In Lobitzer, H., G. Császár & A. Daurer (eds) Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich - Ungarn, Teil 2. Wien, 419-435.
- Berczik, Á. & M. Dinka, 2009. Az MTA Magyar Dunakutató Állomás fertői hidrobiológiai kutatásainak áttekintése 1972-től. In Lakatos, F. & B. Kui (eds) Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar: Kari Tudományos Konferencia Kiadvány NymE Kiadó. Sopron, 24-27.
- Berger, F. & F. Neuhuber, 1979. The hydrochemical problem. In Löffler, H. (ed) Neusiedlersee - the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae 37. Dr. W. Junk by Publ., The Hague - Boston - London, 89-99.
- BGBI. II Nr. 99, 2010. Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer – QZV Ökologie OG. Wien.
- Bidló, A., 2012. Földtani, éghajlattani és talajtani viszonyok. In Fally, J. & L. Kárpáti (eds) Monografikus tanulmányok a Fertő és a Hanság vidékéről. 41-49.
- Bieringer, G., M. Denner, M. Dvorak, E. Karner-Ranner & T. Zuna-Kratky, 2013. Schutzprogramm für die gefährdeten Heuschrecken des Nordburgenlands. ÖNB Burgenland, Wien.
- BMLFUW, 2002. Gewässerschutzbericht 2002. BMLFUW: 212 S.
- BMLFUW, 2009. Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan - NGP 2009 (BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010). Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Bognár, D., 1966. A fertői nádgazdálkodás. Soproni Szemle 20:97-109.
- Boroviczény, F. & al., 1985. TU - Forschungsbericht 6: Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geochemie und Geophysik. Forschungsanstalt Arsenal Wien, TU Wien, Forschungszentrum für Wasserwirtschaft Budapest, Wasserwirtschaftsdirektion Nordtransdanubien, Wien.
- Borsodi, A., A. Micsinai, P. Rusznyak, G. Vladar, E. Kovacs, M. Toth & K. Marialigeti, 2005. Diversity of alkaliphilic and alkalitolerant bacteria cultivated from decomposing reed rhizomes 30 in a Hungarian soda lake. Microbial ecology 50:9-18.
- Borsodi, A. K., I. Farkas & P. Kurdi, 1998. Numerical analysis of planktonic and reed biofilm bacterial communities of Lake Fertő (Neusiedlersee, Hungary/Austria). Water Res 32:1831-1840.
- Borsodi, A. K., G. Micsinai, E. Kovacs, M. Toth, P. Schumann, A. L. Kovacs, B. Boddi & K. Marialigeti, 2003. *Pannonibacter phragmitetus* gen. nov., sp. nov., a novel alkalitolerant bacterium isolated from decomposing reed rhizomes in a Hungarian soda lake. Int J Syst Evol Micr 53:555-561.
- Brossmann, H., K. Burian, H. Dobesch, M. Dvorak, W. von der Emde, B. Grillitsch, H. Grillitsch, A. Grill, A. Gunatilaka, R. Hacker, L. Hammer, O. Hammer, B. Hofbauer, E. Kusel-Fetzmann, H. Löffler, R. Maier, H. Malissa, N. Matsché, H. Metz, F. Neuwirth, A. Nikoopour, M. Pimminger, F. Plahlwabnegg, H. Puxbaum, J. Ripfel, R. Sezemsky, H. Siehardt, G. Spatzierer, W. Stalzer, G. Teuschl, H. Waidbacher, U. Wenninger, P. Zahradnik & E. Zwicker, 1984. Forschungsbericht 1981-1984. Bundesministerien für Wiss. & Forsch. & Gesundheit & Umweltschutz, Land Burgenland.
- Buczko, K., 1989. About the spatial distribution of the algae and the quantitative development of periphyton in the Hungarian part of Lake Fertő (Neusiedler See). BFB-Bericht 71:111-124.
- Burgenländische Landwirtschaftskammer, 2013. Tätigkeitsbericht 2012. Burgenländische Landwirtschaftskammer, Esterhazystr. 15, 7000 Eisenstadt, Eisenstadt.

- Burian, K. & H. Sieghardt, 1979. The primary producers of the Phragmites belt, their energy utilization and water balance. In Löffler, H. (ed) Neusiedlersee - the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae 37. Dr. W. Junk bv Publ., The Hague - Boston - London, 235-250.
- Csaplovics, E., 1982. Interpretation von Farbinfrarotbildern - Kartierung von Vegetationsschäden in Brixlegg - Schilfkartierung Neusiedler See. Diss. TU Wien.
- Csaplovics, E., 1984. A practical application of CIR-image interpretation - the classification of reed of Lake Neusiedl (Austria). International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing 25:143-153.
- Csaplovics, E., 1989. Die geodätische Aufnahme des Bodens des Neusiedler Sees. Wiss Arb Bgld 84:68 pp.
- Csaplovics, E., 2011. Some aspects of a toponychronology of the reed belt of Lake Fertő - Neusiedler See. Paper presented at the International Symposium on Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe (Fernerkundung und angewandte Geoinformatik 9), Illmitz, 25-26. Nov. 2010.
- Csaplovics, E., L. Bácsatyai, I. Márkus & A. Sindhuber, 1997. Digitale Geländemodelle des Neusiedler Seebeckens. Wiss Arb Bgld 97.
- Csaplovics, E. & J. Schmidt, 2010a. Schilfkartierung Neusiedler See - Teil 1. Natur und Umwelt im Pannonischen Raum H.3.
- Csaplovics, E. & J. Schmidt, 2010b. Schilfkartierung Neusiedler See - Teil 2. Natur und Umwelt im Pannonischen Raum H.4.
- Csaplovics, E. & J. Schmidt, 2011a. Mapping the Austrian reed bed of Lake Neusiedl by means of airborne optical scanner imagery. Paper presented at the International Symposium on Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe (Fernerkundung und angewandte Geoinformatik 9), Illmitz, 25-26 November 2010.
- Csaplovics, E. & J. Schmidt, 2011b. Schilfkartierung Neusiedler See, Ausdehnung und Struktur der Schilfbestände des Neusiedler Sees-Projektmanagement, Erfassung und Kartierung des österreichischen Anteils durch Luftbildklassifikation. Technische Universität Wien - Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Dresden.
- Daday, J., 1890. A magyarországi *Diaptomus*-fajok átnézete [Overview of Hungarian *Diaptomus* species / Übersicht über die Diaptomusarten Ungarns]. Természetrázi Füzetek 13:114-180.
- Daday, J., 1891. Adatok Magyarország édesvízi mikroszkopos faunájának ismeretéhez [Data on the microscopic fauna of Hungarian freshwaters]. Természetrázi füzetek 14(1-2):16-31.
- Dick, G., M. Dvorak, A. Grüll, B. Kohler & J. Rauer, 1994. Vogelparadies mit Zukunft? Ramsar-Bericht 3 Neusiedler See - Seewinkel. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Vienna.
- Dinka, M., 1991. Schwermetallbelastung zweier seichter Seen (Neusiedler See und Balaton - Österreich und Ungarn. Mitt österr geol Ges 83:9-22.
- Dinka, M., 2001. Differences in interstitial water conditions in a degraded reed stand area. Verh Internat Ver Theor Angew Limn 27:4.
- Dinka, M., 2007. Fertő - Hanság hidrobiológiai bibliográfia 1972-2007. Az MTA Magyar Dunakutató Állomás által koordinált kutatások eredményei. Göd-Vácrátót/Hungary: 1-32.
- Dinka, M. & E. Ágoston-Szabó, 2012. Ecology of the reed. In Kárpáti, L. & J. Fally (eds) Monographic studies on Lake Fertő and Hanság. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

- Dinka, M., E. Ágoston-Szabó & A. Berczik, 2010. A Fertői nádasok degradálódásáról [Degradation of reed in Lake Neusiedler]. Paper presented at the XXVIII ORSZÁGOS VÁNDORGYŰLÉS, Sopron, 07.-09.07.2010.
- Dinka, M., E. Ágoston-Szabó, Á. Berczik & G. Kutrucz, 2004. Influence of water level fluctuation on the spatial dynamic of the water chemistry at Lake Fertő/Neusiedler See. *Limnologica* 34:48-56.
- Dobesch, H. & F. Neuwirth, 1983. Das Klima des Raumes Neusiedler See. *Raumplanung Burgenland* 1:2-110.
- Dokulil, M., 1973. Planktonic primary production within the *Phragmites* community of Lake Neusiedlersee (Austria). *Pol Arch Hydrobiol* 20:175-180.
- Dokulil, M., 1975a. Bacteria in the water and mud of Neusiedlersee (Austria). *Symp Biol Hung* 15:135-140.
- Dokulil, M., 1975b. Planktonic primary and bacterial productivity in shallow waters within a large *Phragmites* community (Neusiedlersee, Austria). *Verh Internat Verein Limnol* 19:1295-1304.
- Dokulil, M., 1984. Assessment of components controlling phytoplankton photosynthesis and bacterioplankton production in a shallow, alkaline, turbid lake (Neusiedlersee, Austria). *Int Rev ges Hydrobiol* 69(5):679-727.
- Dokulil, M. & J. Padisák, 1991. Langzeitveränderungen der Zusammensetzung und der Populationsdynamik des Phytoplanktons im Neusiedlersee (1958, 1968-1990). *BFB-Bericht* 77:127.
- Dokulil, M. & J. Padisák, 1993. Langfristige (1968 - 1990) und jahreszeitliche Dynamik der planktischen Diatomeen im Neusiedler See. *BFB-Bericht* 79:5-11.
- Dokulil, M. & J. Padisák, 1994. Long-term compositional response of phytoplankton in a shallow, turbid environment, Neusiedlersee (Austria/Hungary). *Hydrobiologia* 275/276:125-137.
- Dokulil, M. T., 2009. Comparative Primary Production. In Likens, G. E. (ed) *Encyclopedia of Inland Waters Volume 1*. Elsevier (<http://www.elsevierdirect.com/brochures/inlandwaters/>), Oxford, pp. 130-137.
- Dokulil, M. T., 2013. Predicting summer surface water temperatures for large Austrian lakes in 2050 under climate change scenarios. *Hydrobiologia* doi:10.1007/s10750-013-1550-5.
- Dokulil, M. T., K. Donabaum & K. Pall, 2006. Alternative stable states in floodplain ecosystems. *Ecohydrology & Hydrobiology* 6(1-2):37-42.
- Dokulil, M. T. & A. Herzig, 2009. An analysis of long-term winter data on phytoplankton and zooplankton in Neusiedler See, a shallow temperate lake, Austria. *Aquatic Ecology* 43(3):715-725 doi:10.1007/s10452-009-9282-3.
- Dömsödi, J., 1974. A lecsapolások hatása a Hanság-medence tőzeg - lápföldkészletére. *Agrokémia és Talajtan* 23:445-457.
- Donabaum, K., K. Pall, K. Teubner & M. Dokulil, 2004. Alternative stable states, resilience and hysteresis during recovery from eutrophication – A case study *SIL News*. vol 43, Saskatoon, SK, Canada, 1-4.
- Draštík, V. & J. Kubečka, 2011. Report on acoustic fish stock assessment of Neusiedler See, August 2010. *Studie i.A. des Nationalparks Neusiedler See - Seewinkel, České Budějovice*.
- Dvorak, M., 2009. Neusiedler See. In Dvorak, M. (ed) *Important Bird Areas Die wichtigsten Gebiete für Österreichs Vogelschutz*. Umweltbundesamt, Vienna
- Dvorak, M., E. Nemeth, S. Tebbich, M. Rössler & K. Busse, 1995. Verbreitung, Bestand und Habitatwahl schilfbewohnender Vogelarten in der Naturzone des Nationalparks Neusiedler -

- See (Distribution status and habitat selection of reed birds in the nature zone of the Lake Neusiedl - Seewinkel National Park), vol 86. Biologische Station Illmitz, Illmitz.
- Dvorak, M., B. Wendelin, M. Pollheimer & J. Pollheimer, 2008. SPA Neusiedler See Seewinkel COOP Natura, Wien, 238.
- ÉDU-KÖVIZIG, 2011. Wasserrechtliche Bewilligung zur Wehranlage Mekszikópuszta vom 28.07.2011 (Zl. 854-9/2011). Umweltschutz, Naturschutz und Wasseraufsicht Nordtransdanubien, Győr.
- Éduvizig, 2002. Fertő tó vízpótlása koncepció (Wasserzufuhr für den Neusiedler See). Győr.
- Eitzinger, J., 2007. Einfluss des Klimawandels auf die Produktionsrisiken in der österreichischen Landwirtschaft und mögliche Anpassungsstrategien. In: www.laendlicher-raum.at.
- Eitzinger, J., K.-C. Kersebaum & H. Formayer, 2009a. Landwirtschaft im Klimawandel. Agrimedia, Clenze, Deutschland.
- Eitzinger, J., G. Kubu, H. Formayer, P. Haas, T. Gerersdorfer & H. Kromp-Kolb, 2009b. Auswirkungen einer Klimaänderung auf den Wasserhaushalt des Neusiedler Sees. Endbericht im Auftrag des Amtes der Burgenländischen Landesregierung, Landeswasserbaubezirksamt Schützen am Gebirge, Institut für Meteorologie (BOKU-Met), Wien, 80 pp.
- Eitzinger, J., S. Thaler & G. Kubu, 2010. Konsequenzen des Klimawandels für das Ertragspotenzial und den Wasserhaushalt landwirtschaftlicher Pflanzenproduktion. In Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ed) Auswirkungen des Klimawandels auf Hydrologie und Wasserwirtschaft in Österreich. 181-190.
- Eitzinger, J., M. Trnka, D. Semerádová, S. Thaler, E. Svobodová, P. Hlavinka, B. Šiška, J. Takáč, L. Malatinská, M. Nováková, M. Dubrovský & Z. Žalud, 2012. Regional climate change impacts on agricultural crop production in Central and Eastern Europe – hotspots, regional differences and common trends. Journal of Agricultural Sciences FirstView Article:1-26 doi:10.1017/S0021859612000767.
- Eschner, A., 1992. Ökologische Untersuchungen an Wasserschnecken in Schilfbeständen unterschiedlichen Alters am Neusiedler See. Dipl.arb. Univ. Wien.
- Eschner, A., 1995. Rückgang der Artenzahl bei Süßwassergastropoden im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. Z Ökol Naturschutz 4:143-145.
- Eschner, A. & W. Waitzbauer, 1995. Ökologische Untersuchungen an Wasserschnecken im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. Verh Zool-Bot Ges Österreich 132:187-218.
- EU-Badegewässerrichtlinie, 2006. Richtlinie 2006/7/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15 Februar 2006 über die Qualität von Badegewässern und deren Bewirtschaftung und zur Aufhebung der Richtlinie 76/160EWG. Amstblatt der EG, ABl. L 064: 37–51.
- EU Kommunale Abwasserrichtlinie, 1991. Richtlinie 91/271/EWG des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser. Amstblatt der EG, ABl. L 135, 40-52.
- Fally, J. & L. Kárpáti, 2012. Fertő–Hanság Nemzeti Park / Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel. Monographische Studien über das Gebiet Neusiedler See und Hanság, Göyr.
- Farkas, I., T. Takáts & A. Toth, 1989. Studies on the composition and properties of bacterial populations colonizing the submerged parts of reed-stands of Lake Fertő. BFB-Bericht 71:141-152.
- Fassmann, H., G. P & H. M, 2010. Atlas der wachsenden Stadtregion. Hrsg. von der PGO Planungsgemeinschaft Ost, Download unter www.pgo.wien.at.
- Fleischhacker, V., 2012. Klimawandel und Tourismus in Österreich 2030. Auswirkungen - Chancen & Risiken - Optionen & Strategien. Studien-Kurzfassung. Studie i.A. des Bundesministeriums für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWFJ), Wien, 33 pp.

- Forró, L., 1990. Littoral microfauna (Cladocera and Copepoda) in the reedbelt of Neusiedler See (Austria). BFB-Bericht 74:77-82.
- Forró, L. & H. Metz, 1987. Observations on the zooplankton in the reedbelt area of the Neusiedlersee. Hydrobiologia 145:299-307.
- Fülöp, T., 1995. A nagykócsag (*Egretta alba*) és a vörös gém (*Ardea purpurea*) fészkelő állományainak alakulása a Hanságban 1975-től napjainkig. Szélkiáltó 10:3-4.
- Gabriel, O., A. Kovács, S. Thaler, M. Zessner, G. Hochedlinger, C. Schilling & G. Windhofer, 2011. Stoffbilanzmodellierung für Nährstoffe auf Einzugsgebietsebene (STOBIMO-Nährstoffe) als Grundlage für Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme. Endbericht. Studie im Auftrag des BMLFUW - Sektion VII (BMLFUW-UW.3.1.2/0029-VII/1/2008), Wien.
- Gawlik, D. E., 2002. The effects of prey availability on the numerical response of wading birds. Ecological Monographs 72(3):329-346 doi:10.2307/3100093.
- Geitler, L., 1970. Beiträge zur epiphytischen Algenflora des Neusiedler Sees. Österr Bot Zeitschr 118:17-29.
- Gemeinsames Technisches Sekretariat / Közös Technikai Titkárság, m.J. Programm zur grenzüberschreitenden Kooperation Österreich - Ungarn 2007-2013. URL: <http://www.at-hu.net/at-hu/de/index.php> Nemzetgazdasági Tervezési Hivatal (Ungarisches Amt für Nationalwirtschaftliche Planung) (2012): Nemzeti Fejlesztés 2020 (Nationale Planung 2020).
- Godinger, C., 1835. Hydrotechnischer Plan zur Entwässerung des Neusiedler Sees und der Hanság-Sümpfe, niveliert, sondirt und entworfen i.J. 1835 von Ingenieur C(arl) Godinger. M=1:14.400, OeNB Kartensammlung Alb.B2.
- Graefe, G., 1971. Experimenteller Nachweis einer von Cercarien verursachten Dermatitis am Neusiedlersee. Sitzungsber Österr Akad Wissensch, Math naturwissensch Kl, Abt I 179:73-79.
- Grüll, A., 1998. Veränderungen in der Wahl der Nahrungshabitate beim Silberreiher (*Casmerodius albus*) am Neusiedler See. Egretta 41:1-14.
- Grüll, A. & A. Ranner, 1998. Populations of the Great Egret and Purple Heron in relation to ecological factors in the reed belt of the Neusiedler See. Colonial Waterbirds 21(3):328-334 doi:10.2307/1521645.
- Grünhut-Bartoletti, C., 1935. Die Regulierung und Nutzbarmachung des Neusiedlersees auf österreichischem Gebiete. Wasserwirtschaft und Technik 21-22:221-228.
- Gunatilaka, A., 1978. Role of seston in the phosphate removal of Neusiedlersee. Verh Internat Verein Limnol 20:986-991.
- Gunatilaka, A., 1982. Phosphate adsorption kinetics of resuspended sediments in a shallow lake, Neusiedler See, Austria. Hydrobiologia 91:293-298.
- Gunatilaka, A., 1984. Nährstoffkreisläufe im Schilfgürtel des Neusiedler Sees Auswirkungen des Grünschnittes. In Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung und Gesundheit und Umwelt & Land Burgenland in der Arbeitsgemeinschaft Gesamtkonzept Neusiedler See (ed) AGN Forschungsbericht 1981-1984, Sonderband 72 der wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Burgenland. Mattersburg, 223-310.
- Gyóry, J. & G. Gárdonyi, 1958. Adatok néhány madárfaj költéséhez. Aquila 65:293-295.
- Haas, P., G. Haidinger, H. D. Mahler, J. Reitingner & R. Schmalzfuss, 1992. Grundwasserhaushalt Seewinkel. Forschungsbericht des Instituts für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft der TU Wien, Wien.
- Hacker, R., 1974. Produktionsbiologische und nahrungsökologische Untersuchungen an der Güster (*Blicca björkna* L.) im Neusiedler See. Diss. Univ. Wien.

- Hacker, R., 1979a. Fish and fisheries in Neusiedlersee. In Löffler, H. (ed) Neusiedlersee - the limnology of a shallow lake in Central Europe. Dr. W. Junk bv Publ., The Hague - Boston - London, 423-438.
- Hacker, R., 1979b. Fishes and fisheries in Neusiedlersee. In Löffler, H. (ed) Neusiedlersee - the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae 37. Dr. W. Junk bv Publ., The Hague - Boston - London, 423-438.
- Hacker, R. & P. Meisriemler, 1974. Fische und Fischerei. In Löffler, H. (ed) Der Neusiedlersee, Naturgeschichte eines Steppensees. Verlag Fritz Molden, Wien, 105-115.
- Hain, A., 2002. Verteilung und Produktionsbiologie der 0+ Lauben (*Alburnus alburnus*, LINNÉ) (Cyprinidae) im Neusiedler See. Diss. Arb. Univ. Wien.
- Herzig, A., 1979. The zooplankton of the open lake. In Löffler, H. (ed) Neusiedlersee - the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae 37. Dr. W. Junk bv Publ., The Hague - Boston - London, 281-335.
- Herzig, A., 1980a. Effects of food, predation and competition on the plankton community of a shallow lake (Neusiedlersee, Austria). *Developments in Hydrobiology* 3:45-51.
- Herzig, A., 1980b. Ten years quantitative data on a population of *Rhinoglena fertoensis* (Brachionidae, Monogononta). *Hydrobiologia* 73:161-167.
- Herzig, A., 1987. The analysis of planktonic rotifer populations: A plea for long-term investigations. *Hydrobiologia* 147:163-180.
- Herzig, A., 1990. Die limnologische Entwicklung des Neusiedler Sees. In: Internat Symposium "Schutz und Entwicklung großer mitteleuropäischer Binnenseenlandschaften Bodensee - Neusiedler See - Balaton", Pamhagen (Bgd.), 24.-27.4. 1990. AGN, p 91-97.
- Herzig, A., 1992. Der Neusiedler See - Aspekte der trophischen Beziehungen im Freiwasser. 16. Internationales Symposium für Vivaristik, 1992.- Wiener Volksbildungswerk, Fachgruppe Wissenschaften: 21-25.
- Herzig, A., 1994. Predator-prey relationships within the pelagic community of Neusiedler See. *Hydrobiologia* 275/276:81-96.
- Herzig, A., 1995. *Leptodora kindti*: efficient predator and preferred prey item in Neusiedler See, Austria. *Hydrobiologia* 307:273-282.
- Herzig, A. & B. Auer, 1990. The feeding behaviour of *Leptodora kindti* and its impact on the zooplankton community of Neusiedler See (Austria). *Hydrobiologia* 198:107-117.
- Herzig, A. & M. Dokulil, 2001. Neusiedlersee - ein Steppensee in Europa. In Dokulil, M., A. Hamm & J.-G. Kohl (eds) Ökologie und Schutz von Seen. Facultas, Wien, 401-415.
- Herzig, A. & W. Koste, 1989. The development of *Hexarthra* spp. in a shallow alkaline lake. *Hydrobiologia* 186/187:129-136.
- Herzig, A. & J. Kubecka, 2001. Fish biomass distribution in Neusiedler See (Austria): a hydroacoustic assessment of fish stock. *Verh Internat Verein Limn* 27:6.
- Herzig, A., J. Kubecka & G. Wolfram, 2002. Fish distribution in the open water and littoral of Neusiedler See (Austria): a matter of habitat structure and abiotic factors. Paper presented at the International Conference on Limnology of Shallow Lakes, Balatonfüred.
- Herzig, A., E. Mikschi, B. Auer, A. Hain, A. Wais & G. Wolfram, 1994. Fischbiologische Untersuchung des Neusiedler See. *BFB-Bericht* 82:1-125.
- Herzig, A. & G. Wolfram, 2000. Fish distribution and limiting factors in the littoral of a shallow lake. Paper presented at the Conference on Shallow Lakes, Gödölö.

- Hietz, P., 1989. I. Zur Freisetzung von Nährstoffen aus dem Litter von *Phragmites australis* im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. AGN.
- Hietz, P., 1992. Die Rolle des Detritus im Ökosystem des Schilfgürtels am Neusiedler See. Verh Zool-Bot Ges Österreich 129:35-66.
- Höfler, K. & E. L. Fetzmann, 1959. Algen-Kleingesellschaften des Salzlachengebietes am Neusiedler See I. Sitz Ber Österr Akad Wiss Math-Naturw Klasse, Abt I 168.
- Homoródi, K., J. Józsa & T. Krámer, 2012. On the 2D modelling aspects of wind-induced waves in shallow, fetch-limited lakes. Periodica Polytechnica Ser Civil Engineering 56(2):127-140.
- Horváth, L. & M. Pannonhalmi, 1989. A Fertő tó mederüledékének nehézfém szennyezettsége. Hidrológiai Közlöny 69(4):220-223.
- Hoyer, M. V., C. A. Horsburgh, D. E. J. Canfield & R. W. Bachmann, 2005. Lake level and trophic state variables among a population of shallow Florida lakes and within individual lakes. Can J Fish Aquat Sci 62:2760-2769 doi:10.1139/F05-177.
- Huhulescu, S., A. Indra, G. Feierl, A. Stoeger, W. Ruppitsch, B. Sarkar & F. Allerberger, 2007. Occurrence of *Vibrio cholerae* serogroups other than O1 and O139 in Austria. Wiener Klinische Wochenschrift 119:235-241.
- Imhof, G., 1966. Ökologische Gliederung des Schilfgürtels am Neusiedler See und Übersicht über die Bodenfauna unter produktionsbiologischem Aspekt. Sb Österr Akad Wiss, Math-nat Kl, Abt I 175(7-8):219-235.
- Imhof, G., 1971. Untersuchungen über Lebenszyklus und Wachstum einiger Süßwasser-Pulmonaten mit besonderer Berücksichtigung der Bedeutung von Temperatur und Photoperiode. Diss., Univ. Wien.
- Imhof, G., 1979. Arthropod communities connected with *Phragmites*. In Löffler, H. (ed) Neusiedlersee – the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae 37. Dr. W. Junk bv Publ., The Hague – Boston – London, 389-398.
- INVEKOS, 2012. Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem. Lebensministerium, <http://www.lebensministerium.at/land/direktzahlungen/invekos.html>, Wien.
- IPCC, 2013. Climate change 2013. The physical science basis. Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the International Panel on Climate Change (angenommener aber noch nicht im Detail bestätigter Entwurf), Genf, 2215 pp.
- Józsa, J., 2004. Shallow lake hydrodynamics. Theory, measurement and numerical model applications. Lecture Notes of the IAHR Short course on environmental fluid mechanics, Budapest, 81 pp.
- Józsa, J., 2014. On the internal boundary layer related wind stress curl and its role in generating shallow lake circulations. J Hydrol Hydromech 62(1):16–23 doi:10.2478/johh-2014-0004.
- Józsa, J., T. Krámer, K. Homoródi, E. Napoli & S. J., 2008. Wind-induced hydrodynamics and sediment transport of Lake Neusiedl – Hungarian-Austrian-Finnish research cooperation from lake-wide to bay-wide scale. Research report, Budapest University of Technology and Economics, Department of Hydraulic and Water Resources Engineering, Budapest.
- Józsa, J., B. Milici & E. Napoli, 2007. Numerical simulation of internal boundary-layer development and comparison with atmospheric data. Boundary-Layer Meteorology 123:159-175.
- Józsa, J., L. Rákóczi, J. Sarkkula, T. Krámer & M. Kuusisto, 1998. Recent development in hydro- and sediment dynamics research of shallow Hungarian Lakes. Paper presented at the Proc 3rd International Conference on Hydro-Science and Engineering, Cottbus, Germany.

- Józsa, J., J. Sarkkula & T. Krámer, 1999. Wind induced flow in the pelagic zones of Lake Neusiedl. Paper presented at the Proc XXVIII IAHR Congress, Graz, Austria, 22-27 August 1999.
- Jungwirth, D., 1979a. *Limnocythere inopinata* (Baird) (Cytheridae, Ostracoda): its distribution pattern and relation to the superficial sediments of Neusiedlersee. In Löffler, H. (ed) Neusiedlersee – the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae 37. Dr. W. Junk bv Publ., The Hague – Boston – London, 385-388.
- Jungwirth, M., 1979b. Currents. In Löffler, H. (ed) Neusiedlersee - the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae 37. Dr. W. Junk bv Publ., The Hague - Boston – London, 85-88.
- Jungwirth, M., 1979c. The superficial sediments: their characterization and distribution. In Löffler, H. (ed) Neusiedlersee - the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae 37. Dr. W. Junk bv Publ., The Hague - Boston – London, 139-144.
- Kahl, M. P., 1964. Food ecology of wood stork (*Mycteria americana*) in Florida. Ecological Monographs 34(2):97-& doi:10.2307/1948449.
- Kaltenbach, A., 1962. Zur Soziologie, Ethologie und Phänologie der Saltatoria und Dictyotera des Neusiedlerseegebietes Wissenschaftliche Arbeiten Burgenland 45:1-83.
- Kárpáti, L., 1983. A Fertő táj madárvilágának ökológiai vizsgálata. Erd és Faip Tud Közl 1982(1):111-203.
- Kárpáti, L., 1988. Salzsteppen-Rekonstruktion am Neusiedlersee in Ungarn. BFB-Bericht 68:87-92.
- Kárpáti, L., 2012. A Fertő-táj és a Hanság természetvédelmének története. In Fally, J. & L. Kárpáti (eds) Monografikus tanulmányok a Fertő és a Hanság vidékéről. Szaktudás Kiadó, 22-32.
- Kárpáti, L. & J. Fally, 2012. Fertő - Hanság - Neusiedler See - Seewinkel Nemzeti Park. Monografikus tanulmányok a Fertő és a Hanság vidékéről. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- Kersten, M., R. H. Britton, P. J. Dugan & H. Hafner, 1991. Flock feeding and food intake in Little Egrets: the effect of prey distribution and behaviour. Journal of Animal Ecology 60:241-252.
- Khondker, M. & M. Dokulil, 1988. Seasonality, biomass and primary productivity of epipellic algae in a shallow lake (Neusiedler See, Austria). Acta hydrochim hydrobiol 16:499-515.
- Király, I., 1930. A barbacsai tó madárvilága. Kócsag 3(1-2):69-70.
- Kirschner, A. & A. Farnleitner, 2004. Bakteriologie. In Wolfram, G., et al. (eds) Ökologische Machbarkeitsstudie Dotation Neusiedler See. Gutachten i.A. des BMLFUW und des Amtes der Bgld. Landesregierung, Wien, 149-158.
- Kirschner, A., R. Krachler, R. Krachler & I. Korner, 2007. Renaturierung ausgewählter Salzlacken des burgenländischen Seewinkels. Studie i.A. d. Naurschutzbundes Bgld.
- Kirschner, A., J. Schlesinger, A. H. Farnleitner, R. Hornek, R. Süß, B. Golda, A. Herzig & B. Reitner, 2008. Rapid growth of planktonic *Vibrio cholerae* non-O1/non-O139 strains in a large alkaline lake in Austria: dependence on temperature and dissolved organic carbon quality. Appl Environ Microbiol 74(7):2004-2015 doi:10.1128/AEM.01739-07.
- Kirschner, A. K. T., G.G. Kavka, B. Velimirov, R. mach, R. Sommer & A.H. Farnleitner &, 2009. Microbial water quality along the Danube River: integrating data from two whole-river surveys and a transitional monitoring network. Wat Res 43:3673-3684.
- Kirschner, A. K. T., S. Schauer, B. Steinberger, I. Wilhartitz, C. J. Grim, A. Huq, R. R. Colwell, A. Herzig & R. Sommer, 2011. Interaction of *Vibrio cholerae* non-O1/non-O139 with copepods, cladocerans and competing bacteria in the large alkaline lake Neusiedler See, Austria. Microbial ecology 61:496-506.

- Kiss, A., 2007. Adatok a Fertő kistrák (Cladocera, Ostracoda, Copepoda) faunájához [Microcrustacea (Cladocera, Ostracoda, Copepoda) fauna of the Neusiedlersee]. *Hidrológiai Közlöny* 87(7):80-82.
- Kiss, M., 2012. Dynamics of reed-water interface zones in shallow lakes: processes, field measurement tools and preliminary results. Paper presented at the Proc Conference of Junior Researchers of BME in Civil Engineering, Budapest, 19-20. Juni 2012.
- Kiss, M. & J. Józsa, 2014. Wind profile and shear stress at reed-open water interface: recent research achievements in Lake Fertő. *Pollack Periodica* (submitted).
- Klik, A. & J. Eitzinger, 2010. Impact of climate change on soil erosion and the efficiency of soil conservation practices in Austria. *J Agr Sci* 148:529-541.
- Kohler, B. & I. Korner, 2006. Kurzfassung des Managementplans für den Nationalpark Neusiedlersee – Seewinkel. Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel, Wien, 49 pp.
- Kohler, B., G. Rauer & B. Wendelin, 1994. Landschaftswandel. In Dick, G., M. Dvorak, A. Grüll, B. Kohler & G. Rauer (eds) *Vogelparadies mit Zukunft? Ramsar-Gebiet Neusiedler See–Seewinkel*. Umweltbundesamt, Wien, pp. 21-34.
- Kollmann, W., 2007. Hydrologie Pama-Kittsee. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- Kopf, F., 1963. Wasserwirtschaftliche Probleme des Neusiedler Sees und des Seewinkels. *Österreichische Wasserwirtschaft* 15(9/10):190-203.
- Kopf, F., 1964. Höhenaufnahme des Neusiedler Sees (österreichischer Teil). Projektbericht. Neusiedler See Planungsgesellschaft, Wien.
- Kopf, F., 1965. Die Auswertung der Seevermessung des Jahres 1901 und Vergleich mit der Seevermessung 1963. Wien (unveröff.).
- Kopf, F., 1966. Strömungsmessungen im Neusiedlersee. Wien (unveröff.).
- Kopf, F., 1967. Die Rettung des Neusiedler Sees. *Österreichische Wasserwirtschaft* 19(7/8).
- Kopf, F., 1968. Der Schilffortschritt im Neusiedler See. Techn. Bericht, Manuskript. Wien (unveröff.), Wien.
- Korner, I., A. Traxler & T. Wrbka, 2000. Vegetationsökologisches Beweidungsmonitoring im Nationalpark Neusiedlersee-Seewinkel 1990-1998. *Burgenländische Forschungsberichte Nr. 88*, Eisenstadt.
- Korner, I., T. Wrbka, M. Staudinger & M. Böck, 2008. Beweidungsmonitoring im Nationalpark Neusiedlersee - Seewinkel. Ergebnisse der vegetationsökologischen Langzeitmonitoring - Studie 1990 - 2007. *Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft* 37:83.
- Kovacs, A., 2013. Verortung von Maßnahmen zum Erosionsschutz für einen effektiven Gewässerschutz. *Wiener Mitteilungen* 228:215-228.
- Kovacs, A., M. Honti, M. Zessner, A. Eder, A. Clement & G. Blöschl, 2012. Identification of phosphorus emission hotspots in agricultural catchments. *Science of the Total Environment* 433:74-88.
- Kováts, Z., 1982. A Fertő tó mederverszonyai (Das Seebecken des Neusiedler Sees) [ungarisch mit deutschsprachiger Zusammenfassung]. In Kováts, Z. & E. K. Tóth (eds) *A Fertő-tó természeti adottságai (Naturverhältnisse des Neusiedler Sees)* Országos Meteorológiai Szolgálat - Északdunántúli Vízügyi Igazgatóság. Budapest, pp. 14-43.
- Krachler, R., 2006. Neusiedler See - Ökodynamische Rehabilitierung: Wasserchemische Aspekte. Studie i.A. des Amtes der Bgld. Landesregierung, Landeswasserbauamt Schützen am Gebirge, Wien, 49 pp.

- Krachler, R., J. Geiger & R. Krachler, 2005. Wasserchemische Aspekte einer Dotierung des Neusiedlersees mit Donau-Uferfiltrat. *Burgenländische Heimatblätter* 67:105-116.
- Krachler, R., I. Korner, M. Dvorak, N. Milazowszky, W. Rabitsch, F. Werba, P. Zulka & A. Kirschner, 2012. Die Salzlacken des Seewinkels: Erhebung des aktuellen ökologischen Zustandes sowie Entwicklung individueller Lackenerhaltungskonzepte für die Salzlacken des Seewinkels (2008 – 2011). Österreichischer Naturschutzbund (Redaktion: R. Krachler, A. Kirschner & I. Korner), Eisenstadt, Österreich.
- Krachler, R. & R. Krachler, 2005. Donau-Uferfiltrat für den Neusiedlersee? *Natur und Umwelt*.
- Krachler, R., R. Krachler, E. Milleret & W. Wesner, 2000. Limnochemische Untersuchungen zur aktuellen Situation der Salzlacken im burgenländischen Seewinkel. *Bgld Heimatblätter (Eisenstadt)* 2000(1/2):3-49.
- Krachler, R., R. Krachler, A. Stojanovic, B. Wielander & A. Herzig, 2009. Effects of pH on aquatic biodegradation processes. *Biogeosciences Discuss* 6:13.
- Krámer, T., 2007. Solution-adaptive 2D modelling of wind-induced lake circulation. Ph.D. thesis, Budapest University of Technology, Faculty of Civil Engineering.
- Krámer, T. & J. Józsa, 2005. An adaptively refined, finite-volume model of wind-induced currents in Lake Neusiedl. *Periodica Polytechnica-Civil Engineering* 49(2):111-136.
- Krámer, T. & J. Józsa, 2007. Solution-adaptivity in modelling complex shallow flows. *Computers & Fluids* 36(3):562-577.
- Krámer, T. & J. Józsa, 2008. An adaptively refined, finite-volume model of wind-induced currents in Lake Neusiedl. *Periodica Polytechnica Civil Engineering* 49(2):111-136.
- Krámer, T., J. Józsa & P. Torma, 2012. Large-scale mixing of water imported into a shallow lake. Paper presented at the Proc 3rd International Symposium on Shallow Flows, Iowa City, Iowa, 4.-6. Juni 2012.
- Kreuzinger, N., M. Clara, B. Strenn & B. Vogel, 2004. Investigations on the behaviour of selected pharmaceuticals in the groundwater after infiltration of treated wastewater. *Wat Sci Technol* 50(2):221-228.
- Kromp-Kolb, H., J. Eitzinger, G. Kubu, H. Formayer, H. Haas & T. Gerersdorfer, 2005. Auswirkungen einer Klimaänderung auf den Wasserhaushalt des Neusiedler Sees. Studie i.A. des Amts der Burgenländischen Landesregierung, Landeswasserbaubezirksamt Schützen am Gebirge, Wien.
- Kubečka, J., V. Draštik, T. Jůsa, G. Rakowitz & Soukalová, 2011. Quantitative surveys of the fish stock of Neusiedlersee, August 2010. Studie i.A. des Nationalparks Neusiedler See - Seewinkel, České Budějovice.
- Kubu, G., 2006. Ökodynamische Rehabilitierung des Neusiedler See - Dotation Neusiedler See unter Berücksichtigung von Klimaänderungen. Amt der Bgld. Landesregierung, Wien.
- Kubu, G., 2011. Grundlagen und Ergebnisse der Experten zur Neufassung der Wehrbetriebsordnung für die Wehranlage Mekszikópuszta am Rand des Neusiedler Sees - ENTWURF. Studie i.A. des Amts der Bgld. Landesregierung, Wien, Eisenstadt, 9 pp.
- Kuderna, M., 2013. Wirksamkeit ausgewählter Maßnahmen in der Landwirtschaft zur Reduktion von Nährstoffverlusten. *Wiener Mitteilungen* 228:157-178.
- Kusel-Fetzmann, E., 1974. Beiträge zur Kenntnis der Algenflora des Neusiedler Sees I. *Sitz Ber Österr Akad Wiss Math-Naturw Klasse, Abt I* 183(1-3).

- Kusel-Fetzmann, E., 1979. The algal vegetation of Neusiedlersee. In Löffler, H. (ed) Neusiedlersee - the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae 37. Dr. W. Junk bv Publ., The Hague – Boston – London, 171-202.
- Kusel-Fetzmann, E., 2002. Die Euglenophytenflora des Neusiedler Sees (Burgenland, Österreich). Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich 32:1-115.
- Kushlan, J. A., 1976. Wading bird predation in a seasonally fluctuating pond. Auk 93(3):464-476.
- Kushlan, J. A., 1979. Temperature and oxygen in an Everglades alligator pond. Hydrobiologia 67(3):267-271 doi:10.1007/bf00023182.
- Lakatos, G., M. Kiss & I. Mészáros, 1999. Heavy metal content of common reed (*Phragmites australis* /Cav./Trin. Ex Steudel) and its periphyton in Hungarian shallow standing waters. Hydrobiologia 81 415:47-53.
- Lang, A., 2003. "Lackensalz" als Rohstoff für Menschen – die Sodafabriken von Illmitz. In Oberleitner, I., G. Wolfram & A. Achatz-Blab (eds) Salzlebensräume in Österreich. Wien, 27-28.
- Langó, Z., A. K. Borsodi & A. Micsinai, 2002. Comparative studies on *Aeromonas* strains isolated from Lakes Balaton (Hungary) and Fertő/Neusiedlersee (Hungary). Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica 49:37-45.
- Leisler, B., 1981. Die ökologische Einnischung der mitteleuropäischen Rohrsänger (The ecological niches of Central European reed warblers) Vogelwarte 31:45-74.
- Lindegaard, C., 1989. A review of secondary production of zoobenthos in freshwater ecosystems with special reference to Chironomidae (Diptera). Acta Biol Debr Oecol Hung 3:231-240.
- Löffler, H., 1974a. Der Neusiedler See. Naturgeschichte eines Steppensees. Verlag Fritz Molden., Wien
- Löffler, H., 1974b. Der Seewinkel: Die fast verlorene Landschaft. Verlag Niederösterreichisches Pressehaus, St. Pölten - Wien.
- Löffler, H., 1979. Neusiedlersee the limnology of a shallow lake in Central Europe. Dr. W. Junk bv Publishers, De Hague.
- Löffler, H. & P. Newrkla, 1985. Der Einfluß des diffusen und punktuellen Nährstoffeintrags auf die Eutrophierung von Seen. Teil 2: Neusiedler See, Attersee. Veröff. Öst. MaB-Progr. Bd. 8, Univ. Verlag Wagner, Innsbruck.
- LSV-Bgld (Landessegelverband für das Burgenland), 2013. Über den LSV. In. www.lsv-burgenland.at Accessed 11.10.2013.
- Magyar, N., I. G. Hatvani, I. K. Székely, A. Herzig, M. Dinka & J. Kovács, 2013. Application of multivariate statistical methods in determining spatial changes in water quality in the Austrian part of Neusiedler See. Ecological Engineering 55:11 doi:dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.02.005.
- Magyar, N. & J. Kovács, 2012. A Fertő tó magyarországi területén mért vízkémiai paraméterek elemzése többváltozós feltáró statisztikai módszerekkel [Statistical analysis of water chemical parameters measured on the Hungarian part of Lake Fertő]. Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar.Környezettudományi centrum, Szakdolgozat.
- Mahunka, S., 2002. The fauna of the Fertő–Hanság National Park I. Hungarian Natural History Museum, 325–350, Budapest.
- Maier, R., 1979. Production of *Utricularia vulgaris* L. In Löffler, H. (ed) Neusiedlersee - the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae 37. Dr. W. Junk bv Publ., The Hague - Boston - London, 273-280.

- Malissa, H., H. Puxbaum, M. Pimminger & A. Nikoopour, 1984. Untersuchungen des Nährstoffeintrages in den Neusiedler See aus der Atmosphäre. In Arbeitsgemeinschaft Gesamtkonzept Neusiedler See (ed) Forschungsbericht 1981–1984 Naturraumpotential Neusiedler See, Erfassung des Nährstoffeintrages in den Neusiedler See. Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung, Gesundheit und Umweltschutz & Land Burgenland - Landesmuseum, Wien - Eisenstadt, 41-89.
- Márkus, I., 1986. Die Fernerkundung mittels Photointerpretation im Dienste der umweltbiologischen Forschung im Neusiedler See-Biosphärenreservat. BFB-Bericht 61:5-13.
- Márkus, I., 2000. Fertő tavi Nemzeti Park biotóp térképe. Magyar Vízügyi Közlemények, No. 6., Nyugat-Magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási Intézet, Magyar Vízügyi Kutató Csoport, Sopron, pp. 113–155.
- Márkus, I. & G. Király, 2011. The evolution of the Hungarian reed classification systems. In: Csaplovics, E. & J. Schmidt (eds) International Symposium on Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe, Rhombos, Berlin, 2011. p 131-144.
- Márkus, I., G. Király & Z. Böröcsök, 2008. A Fertő tó magyarországi nádasainak minősítése és osztályozása. Kutatási jelentés. ÉDUKÖVIZIG.
- Meisriemler, P., 1974. Produktionsbiologische und nahrungsökologische Untersuchungen am Kaulbarsch (*Acerina cernua* (L.)) im Neusiedlersee. Diss. Univ. Wien.
- Memmer, G., 2012. Seenstudie. zit. in: NTG <http://www.presetext.com/news/20120518005>, abgefragt 25.11.2013.
- Metz, H., 1984. Zur Phosphor- und Stickstoffsituation im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. In Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung und Gesundheit und Umweltschutz & Land Burgenland in der Arbeitsgemeinschaft Gesamtkonzept Neusiedler See (ed) AGN Forschungsbericht 1981-1984, Sonderband 72 der wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Burgenland. Mattersburg, 28.
- Metz, H., 1990. Zur Hydrobiologie des Wulkamündungsbereiches. AGN ?
- Mikschi, E., G. Wolfram & A. Wais, 1996. Long-term changes in the fish community of Neusiedler See (Burgenland, Austria). In Kirchhofer, A. D. H. (ed) Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe. Birkhauser Verlag, Basel/Switzerland, 111-120.
- Mikschi, E., G. Wolfram, A. Wolfram-Wais & A. Hain, 1998. On the ecology of *Pseudorasbora parva* in Neusiedler See (Austria). Paper presented at the International Congress Shallow Lakes '98, Berlin.
- Morton, F. I., F. Ricard & S. Fogarasi, 1985. Operational estimates of areal evapotranspiration and lake evaporation – Program WREVAP. NHRI 24, Ottawa, Canada.
- Napoli, E., T. Krámer & J. Józsa, 2014 in prep. CFD validation of the Multiple-IBL approach of wind stress field over lakes with patchy emergent vegetation.
- Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel, 2012. Jahresbericht 2011. URL: http://www.nationalpark-neusiedlersee-seewinkel.at/tl_files/images/downloads/Jahresbericht_NPNSS_2011.pdf, abgefragt 25.11.2013.
- Nemeth, E., M. Dvorak, K. Busse & M. Rössler, 2001. Estimating distribution and density of reed birds by aerial infrared photography. In Field, R., R. J. Warren, H. Okarma & P. R. Siewert (eds) Wildlife, Land, and People: priorities for the 21st century. The Wildlife Society, Bethesda, 397- 399.
- Nemeth, E. & P. Grubbauer, 2005. Zur aktuellen Bestandssituation der Reiher und Löffler des Neusiedler See - Gebietes. Egretta 48:1-18.

- Nemeth, E., P. Grubbauer, M. Rössler & A. Schuster, 2004. Ökologische Untersuchungen an den Reiher und Löfflern des Neusiedler See - Gebietes (The ecology of egrets and spoonbills of Lake Neusiedl), vol 92. Biologisches Institut Illmitz, Illmitz.
- Nemeth, E. & A. Schuster, 2005. Spatial and temporal variation of habitat and prey utilization in the Great White Egret *Ardea alba alba* at Lake Neusiedl, Austria. *Bird Stud* 52:129-136.
- Nemeth, E., G. Wolfram, P. Grubbauer, M. Rössler, A. Schuster & A. Herzig, 2003a. Interaction between fish and colonial wading birds within reed beds of Lake Neusiedl, Austria. In Cowx, I. G. (ed) *Interaction between Fish and Birds: implications for management*.
- Nemeth, E., G. Wolfram, P. Grubbauer, M. Rössler, A. Schuster, E. Mikschi & A. Herzig, 2003b. Interaction between fish and colonial wading birds within reed beds of Lake Neusiedl, Austria. In Cowx, I. (ed) *Interactions between fish and birds: implications for management*. Fishing News Books. Blackwell Science, 139-150.
- Nesweda, J. M., 2010. Zeitlich und räumlich hochaufgelöste Tagesgänge des Phytoplanktons in einem trüben Flachsee am Beispiel des Neusiedler Sees. Master Thesis, Universität Wien.
- NTG, 2013. Broschüre Sport und Freizeit. In: Neusiedlersee Tourismus GmbH. <http://www.-neusiedlersee.com/de/service/prospekteneu/broschure/>.
- Österreichisch-Ungarische Gewässerkommission, 1996. Jubiläumsschrift 1956-1996 - 40 Jahre Österreichisch Ungarische Gewässerkommission.
- Padisák, J., 1981. Seasonal changes of phytoplankton communities in the Hungarian part of Lake Fertő. *BFB-Bericht* 42:39-50.
- Padisák, J., 1982. The periphyton of Lake Fertő: species composition and chlorophyll-a content. *BFB-Bericht* 43:95-115.
- Padisák, J., 1983. A comparison between the phytoplankton of some brown-water lakes enclosed with reed belt in the Hungarian part of Lake Fertő. *BFB-Bericht* 47:133-155.
- Padisák, J., 1993a. Dynamics of phytoplankton in brown-water lakes enclosed with reed-belts (Fertő/Neusiedlersee; Hungary/Austria). *Verh Internat Verein Limnol* 25:675-679.
- Padisák, J., 1993b. The influence of different disturbance frequencies on the species richness, diversity and equitability of phytoplankton in shallow lakes. *Hydrobiologia* 249(1-3):135-156 doi:10.1007/BF00008850.
- Padisák, J., 1993c. Species composition, spatial distribution, and the seasonal and interannual dynamics of phytoplankton in brown-water lakes enclosed with reed-belts (Neusiedlersee/Fertő; Austria/Hungary). *BFB-Bericht* 79:13-29.
- Padisák, J., G. Borics, I. Grigorczyk & É. Soróczki-Pintér, 2006. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the water framework directive: the assemblage index. *Hydrobiologia* 553(1):1-14 doi:10.1007/s10750-005-1393-9.
- Pall, K., S. Hippeli, V. Mayerhofer, S. Mayerhofer, G. Hoheneder & S. Pall, 2013. Makrophytenkartierung Neusiedlersee - Basiserhebung und Bewertung nach Wasserrahmenrichtlinie. Untersuchung im Auftrag der Landesregierung Burgenland und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Pannonhalmi, M. & H. Rojacz, 2013. Wasserwirtschaft im Grenzbereich Österreich – Ungarn. In Kárpáti, L. & J. Fally (eds) *Monographic studies on Lake Fertő and Hanság*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- Pannonhalmi, M. & L. Sütheő, 2007. A Fertő tó múltja, jelene és jövője. *ÉDUKÖVIZIG*, Győr, 53 pp.
- Pattantyús-Ábrahám, M., T. Tél, T. Krámer & J. Józsa, 2008. Mixing properties of a shallow basin due to wind-induced chaotic flow. *Adv Water Resources* 31:525-532.

- Pellinger, A., 2001. Mekszikópusztai elárasztások. Túzok 6(3):132-141.
- Pellinger, A., 2012. Madarak. In Fally, J. & L. Kárpáti (eds) Monografikus tanulmányok a Fertő és a Hanság vidékéről. Szaktudás Kiadó, 196-204.
- Pellinger, A. & M. Ferenczi, 2012. Fészkelő madárállományok a Nyirkai-Hanyban. Szélkiáltó 15:35-37.
- PGO, 2011. stadregion+ Zwischenbericht. Planungskoooperation zur räumlichen Entwicklung der Stadregion Wien Niederösterreich Burgenland. URL: www.pgo.wien.at/pdf/stadregion_download_internet_print.pdf.
- Plattner, J., 2004. Ökodynamische Rehabilitierung des Neusiedler Sees: Hydrologie-Quantität. Bericht i.A. des Landeswasserbaubezirksamts Schützen/Gebirge, Eisenstadt.
- Plattner, J., 2006a. Restrisikountersuchung bei hohen Seewasserständen. Ziv.Ing. Büro Plattner, Wien.
- Plattner, J., 2006b. Variantenstudium - Wasserzuleitung von der Donau. Ziv.Ing. Büro Plattner, Wien.
- Ponyi, J. & I. Dévai, 1977. A Fertő magyar területének rákjai (Crustacea). Hidrológiai Közlöny 57:262-270.
- Ponyi, J. E. & I. Dévai, 1979. The crustacea of the Hungarian area of lake Fertő. Opusc Zool Budapest XVI(1-2):107-127.
- Ramming, H.-G., 1979. The dynamics of a shallow lake subject to wind – an application to Lake Neusiedl, Austria. In Graf, W. H. & C. H. Mortimer (eds) Hydrodynamics of lakes (Developments in Water Sciences 11). Elsevier, Amsterdam, 65-75.
- Ráth, B., 1990. Zur Zönologie und Zonierung der Makrophyten-Bestände im ungarischen Teil des Neusiedler Sees (1987/88). BFB-Bericht 74:53-76.
- Reischer, G. H., J. E. Ebdon, J. M. Bauer, N. Schuster, W. Ahmed, J. Åström, A. R. Blanch & A. H. Farnleitner, 2013. Performance characteristics of qPCR assays targeting human- and ruminant-associated bacteroidetes for microbial source tracking across sixteen countries on six continents. Environmental Science and Technology 47:8548-8556.
- Reischer, G. H., D. C. Kasper, R. Steinborn, R. L. Mach & A. H. Farnleitner, 2006. Quantitative PCR method for sensitive detection of ruminant fecal pollution in freshwater and evaluation of this method in alpine karstic regions. Applied and environmental microbiology 72:5610-5614.
- Reitner, B., A. Herzig & G. J. Herndl, 1997a. Microbial activity under the ice cover of a shallow lake. Hydrobiologia 357:173-184.
- Reitner, B., A. Herzig & G. J. Herndl, 1997b. Role of ultraviolet-B radiation on photochemical and microbial oxygen consumption in a humic-rich shallow lake. Limnol Oceanogr 42:950-960.
- Reitner, B., A. Herzig & G. J. Herndl, 1999. Dynamics in bacterioplankton production in a shallow, temperature lake (Lake Neusiedl, Austria): evidence for dependence on macrophyte production rather than on phytoplankton. Aqu Microbiol 19:245-254.
- Richter, M., 2004. Die Makrophyten des Neusiedler Sees. Ph.D, Univ. Wien.
- Riedmüller, G., 1965. Des Schilfgürtel des österreichischen Anteiles des Neusiedler Sees 1938-1958. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 32:58 pp.
- Ruttkay, A., S. Tilesch & B. Veszprémi, 1964. Nádgazdálkodás. Mezőgazdasági kiadó.
- Salbrechter, M., 2001. Die quantitative Beschreibung der Oligochaetenbiozönose im Benthos des Neusiedler Sees. Universität Wien.
- Sallai, Z., 2005. A lápi póc (*Umbra krameri*) magyarországi elterjedése, élőhelyi körülményeinek és növekedési ütemének vizsgálata a kiskunsági Kolon-tóban. A Puszták 1(22):113-172.

- Sallai, Z., K. Györe & B. Halasi-Kovács, 2009. A magyar Fertő halfaunája a múltbéli adatok és az utóbbi évek vizsgálatainak tükrében (2003-2008) [The fish fauna of the Hungarian part of Lake Fertő according to the literature data and our investigations (2003-2008)]. *Pisces Hungarici* 3:65-82.
- Sarkkula, J., J. Józsa & P. Bakonyi, 1991. Measuring and modelling wind induced flow in shallow lakes. Paper presented at the Conf Hydrology of Natural and Manmade Lakes, Vienna.
- Schabuss, M., C. R. Kennedy, R. Konecny, B. Grillitsch, W. Reckendorfer, F. Schiemer & A. Herzig, 2005. Dynamics and predicted decline of *Anguillicola crassus* infection in European eels, *Anguilla anguilla*, in Neusiedler See, Austria. *J Helminthology* 79:159-167.
- Schauer, S., R. Sommer, A. H. Farnleitner & A. K. T. Kirschner, 2012. Rapid and sensitive quantification of *Vibrio cholerae* and *Vibrio mimicus* cells in water samples by use of catalyzed reporter deposition fluorescence *in situ* hybridization combined with solid-phase cytometry. *Applied and environmental microbiology* 78:7369-7375.
- Scheffer, M., 1998. Ecology of shallow lakes. Chapman & Hall, London.
- Scheibner, S., 2011. Grenzübergreifende Landnutzungsänderungen im Großraum Neusiedler See 1986 – 2006. DA Univ. Wien.
- Schiemer, F., 1978a. A contribution to the phenology of chironomids in Neusiedlersee. *Acta Universitatis Carolinae - Biologica* 1978:217-226.
- Schiemer, F., 1978b. Vegetationsveränderungen im Neusiedler See. *Österr Wasserwirtschaft* 30(11/12):252-253.
- Schiemer, F., 1978c. Verteilung und Systematik der freilebenden Nematoden des Neusiedlersees. *Hydrobiologia* 58(2):167-194.
- Schiemer, F., 1979. The benthic community of the open lake. In Löffler, H. (ed) *Neusiedlersee – the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae* 37. Dr. W. Junk by Publ., The Hague – Boston – London, 337-384.
- Schiemer, F., H. Löffler & H. Dollfuss, 1969. The benthic communities of Neusiedlersee (Austria). *Verh Internat Verein Limnol* 17:201-208.
- Schiemer, F. & M. Prosser, 1976. Distribution and biomass of submerged macrophytes in Neusiedlersee. *Aquatic Botany* 2:289-307.
- Schiemer, F. & P. Weisser, 1972. Zur Verteilung der submersen makrophyten in der schilffreien Zone des Neusiedler Sees. *Sitzungsber Österr Akad Wiss Math-Naturwiss Kl, Abt I* 180:87-97.
- Schmidt, J. & E. Csaplovics, 2011. Mapping the Austrian reed bed of Lake Neusiedl by means of airborne optical scanner imagery.
- Schönberger, M., 1994. Planktonic ciliated protozoa of Neusiedler See (Austria/Hungary) - a comparison between the turbid open lake and a reedless brown-water pond. *Marine Microbial Food Webs* 8(1-2):251-263.
- Schönberger, M., 2000. Planktische Ciliaten und Metazooplankton im Neusiedler See - Vergleich zwischen dem trüben offenen See und einem Schilfweiher. Ph.D, Univ. Wien.
- Schönerklee, M., P. Kinner, G. Heiss, G. Soja, W. Friesl, R. Treitler, J. Schindler & A. Kleissner, 2006. Neusiedler See - Tourismus mit Zukunft. Wissenschaftliche Untersuchung zur Auswirkung des Wasserstandes des Neusiedler Sees innerhalb der Region Neusiedler See. Austrian Research Centers, Seibersdorf.
- Smith, J. P., 1997. Nesting season food habits of 4 species of herons and egrets at Lake Okeechobee, Florida. *Colonial Waterbirds* 20(2):198-220 doi:10.2307/1521686.

- Soja, A.-M., G. Heiss, S. Weiss, V. Zukrigl, P. Kinner & G. Soja, 2012a. The role of agriculture in a climate change scenario Lake Neusiedl – Agricultural Management and Wetland Meadows. Final Report, Project EULAKES, Chapter 5.1, Deliverable 5.1.4. Austrian Institute of Technology and Naturschutzbund Burgenland, Austria.
- Soja, A.-M., P. Kinner & G. Soja, 2012b. Joint lake vulnerability and risk assessment methodology. Part A: Lake Neusiedl. Project EULAKES Ref.Nr. 2CE243P3. European Lakes under Environmental Stressors (Supporting lake governance to mitigate the impact of global change). Deliverable 4.1.1.
- Soja, A.-M., M.-C. Sighel, S. Weiss, P. Kinner, M. Bresciani & G. Soja, 2012c. Scenario impact assessment and adaptation/mitigation strategies – Mitigation and adaptation measures and strategies. Final Report, Project EULAKES, Chapter 4.4, Deliverable 4.4.2. Austrian Institute of Technology and Naturschutzbund Burgenland, Austria.
- Soja, G., J. Eitzinger, W. Schneider & A. M. Soja, 2005. Auswirkungen meteorologischer Extreme auf die Pflanzenproduktion in Österreich. In Kämpf, A., W. Claupein, S. Graeff & W. Diepenbrock (eds) 48 Jahrestagung d Ges f Pflbw, 27-29 September, Wien, Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Wasser und Pflanzenbau – Herausforderungen für zukünftige Produktionssysteme, Bd 17. Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Stuttgart, Heimbach, 229-230.
- Soja, G., J. Züger, M. Knoflacher, P. Kinner & A.-M. Soja, 2013. Climate impacts on water balance of a shallow steppe lake in Eastern Austria (Lake Neusiedl). *Journal of Hydrology* 480:115-124 doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.12.013>.
- Sommer, R., T. Haider, G. Hirschmann, A. Cabaj, G. Kolbe, A. Farnleitner & A. Kirschner, 2011. Untersuchung und Bewertung der Leistung einer UV-Desinfektionsanlage für Abwasser [Investigation of the performance of a UV-disinfection facility for wastewater]. Final report to the Kommunalkredit-Bank, Wien, 51 pp.
- Somogyi, B., T. Felföldi, M. Dinka & L. Vörös, 2010. Periodic picophytoplankton predominance in a large, shallow alkaline lake (Lake Fertő, Neusiedlersee). *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 46(01):9-19 doi:doi:10.1051/limn/2010001.
- Stalzer, W., 1990. Wasserwirtschaft und Gewässerschutz im Raume Neusiedler See. AGN Tagungsbericht, Int. Symposium: Schutz und Entwicklung großer mitteleuropäischer Binnenseelandschaften. Bodensee-Neusiedler See-Balaton.
- Stalzer, W. & G. Spatzierer, 1987. Zusammenhang zwischen Feststoff- und Nährstoffbelastung des Neusiedler Sees durch Sedimentverfrachtung. *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland* 77:93-226.
- Stalzer, W., G. Spatzierer & U. Wenninger, 1984. Nährstoffeintrag in den Neusiedler See über die oberirdischen Zuflüsse. In Arbeitsgemeinschaft Gesamtkonzept Neusiedler See (ed) Forschungsbericht 1981–1984 Naturraumpotential Neusiedler See, Erfassung des Nährstoffeintrages in den Neusiedler See. Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung, Gesundheit und Umweltschutz & Land Burgenland - Landesmuseum, Wien - Eisenstadt, 125-187.
- Stojanovic, A., D. Kogelnig, B. Mitteregger, D. Mader, F. Jirsa, R. Krachler & R. Krachler, 2009. Major and trace element geochemistry of superficial sediments and suspended particulate matter of shallow saline lakes in eastern Austria. *Chemie der Erde* 69:223-234.
- Szabó, E., 2001. Az intersticiális víz fizikai és kémiai tulajdonságai a Fertő nádasában [Physico-chemical characteristics of the interstitial water at Lake Fertő]. *Hidrológiai Közlöny* 81:468-470.

- Szabó, E. & M. Dinka, 2002. Changes in sediment and sediment interstitial water characteristics at Lake Fertő/ Neusiedler See. In: Padisak, J. (ed) International Conference on Limnology of Shallow Lakes, Balatonfüred, 25–30 May 2002 2002. Veszprém University Press, p 235.
- Szilágyi, J., A. Kovács & J. Józsa, 2011. A calibration-free evapotranspiration mapping (CREMAP) technique. In Labeledzki, L. (ed) Evapotranspiration. INTECH, Rijeka, Croatia.
- Szontagh, T. v., 1902. Untersuchungsbericht der Gemischten Fertő-Kommission. Budapest.
- Thaler, S., J. Eitzinger, M. Trnka & M. Dubrovsky, 2012. Impacts of climate change and alternative adaptation options on winter wheat yield and water productivity in a dry climate in Central Europe. Journal of Agricultural Science 150(5):537-555 doi:<http://dx.doi.org/10.1017/S0021859612000093>.
- Triebel, R., 2012. Zur Geschichte des Naturschutzes im Burgenland. In Fally, J. & L. Kárpáti (eds) Fertő–Hanság Nemzeti Park / Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel Monographische Studien über das Gebiet Neusiedler See und Hanság. pp. 33-36.
- Túri, Z., 1991. A Fertő-tavi nádasok terjeszkedésének vizsgálata távérzékelési módszerekkel. Diplomarbeit, EFE Sopron.
- Vadász, C., S. Mogyorósi, A. Pellinger, R. Aleksza & C. Biró, 2011. Results of the breeding passerine census carried out at the Hungarian part of Lake Fertő in 2008. Ornis Hungarica 19:11-20.
- Varga, I., 1998. Comparison of phytal- and förna-bound macroinvertebrate communities at Lake Fertő, Hungary. Opuscula Zoologica (Budapest) 31:131-141.
- Varga, I., 2001. Macroinvertebrates in reed litter. Int Rev Hydrobiol 86:573-583.
- Varga, I., 2002. Structure and changes of macroinvertebrate communities colonizing decomposing reed litter at Lake Fertő/Neusiedler See. In: Padisak, J. (ed) International Conference on Limnology of Shallow Lakes, Balatonfüred, 25–30 May 2002 2002. Veszprém University Press, p 258.
- Varga, I., 2003. Structure and changes of macroinvertebrate community colonizing rhizome litter of common reed at Lake Fertő/Neusiedler See (Hungary). Hydrobiologia 506-509:413-420.
- Varga, I. & A. Berczik, 2001. Macroinvertebrate communities in reed litter. Verh Internat Ver Theor Angew Limn 27:3566-3569.
- Varga, L., 1923. Adatok a Fertő tó fizikai és kémiai viszonyainak elvi változásaihoz. Hidrológiai Közlöny 11:21-42.
- Varga, L., 1926. Die Rotatorien des Fertő (Neusiedlersee). Arch Balat I:181-225.
- Varga, L., Allgemeine limnobiologische Charakteristik des Fertő (Neusiedlersee). In: X CongrInternat de Zoologie, Budapest 1928. vol Sect.8.1928.2.köt., p 1438-1446.
- Varga, L., 1929. *Rhinops fertöensis*, ein neues Rädertier aus dem Fertő. Zool Anz 80:236-253.
- Varga, L., 1934. Neue Beiträge zur Kenntnis der Rotatorienfauna des Neusiedlersees. Allatani Közlemények 31:139-150.
- Verein Welterbe Neusiedler See / Világörökség Magyar Nemzeti Bizottság Titkársága, 2003. World Heritage Fertő-Neusiedlersee Cultural Landscape. Management Plan. URL: <http://www.welterbe.org/fakten/de>.
- Vezzulli, L., R. R. Colwell & C. Pruzzo, 2013. Microbial ocean warming and spread of pathogenic vibrios in the aquatic environment. Ecology 65:817-825.
- Von der Emde, W., N. Matsché & F. Plahl-Wabnegg, 1984. Der Einfluss von Hochwasserereignissen auf die Nährstoffbelastung der Wulka und deren Auswirkungen auf die Stoffumsetzungen im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. In Arbeitsgemeinschaft Gesamtkonzept Neusiedler See (ed)

- Forschungsbericht 1981–1984 Naturraumpotential Neusiedler See, Erfassung des Nährstoffeintrages in den Neusiedler See. Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung, Gesundheit und Umweltschutz & Land Burgenland - Landesmuseum, Wien - Eisenstadt, 93-121.
- Waidbacher, H., 1984. Fischereibiologische Untersuchungen am Neusiedler See unter besonderer Berücksichtigung des Aales. Diss. Univ. Wien.
- Wais, A., 1993. Ernährungsbiologie des Brachsen (*Abramis brama* (L.)) im Neusiedler See. Dipl.arb. Univ. Wien.
- Weilguni, H., 2005. Machbarkeitsstudie der Dotation mit Donauuferfiltrat. Bewertung der Brunnenstandorte. Verbundplan Ges.m.b.H., Wien.
- Weinbauer, M. G., 2004. Ecology of prokaryotic viruses. *FEMS Microbiology Reviews* 28:127-181.
- Weisser, P., 1970. Die Vegetationsverhältnisse des Neusiedlersees. *Wiss Arb Bgld* 45:83 pp.
- Wolfram-Wais, A., G. Wolfram, B. Auer, E. Mikschi & A. Hain, 1999. Feeding habits of two introduced fish species (*Lepomis gibbosus*, *Pseudorasbora parva*) in Neusiedler See (Austria), with special reference to chironomid larvae (Diptera: Chironomidae). *Hydrobiologia* 408/409:123-129.
- Wolfram, G., 1993. Untersuchung der benthischen Lebensgemeinschaft des Neusiedler Sees. Dipl.arb. Univ. Wien.
- Wolfram, G., 1996. Distribution and production of chironomids (Diptera: Chironomidae) in a shallow, alkaline lake (Neusiedler See, Austria). *Hydrobiologia* 318(1-2):103-115.
- Wolfram, G., 2013. Gewässerzustandserhebung für das biologische Qualitätselement Fische im Burgenland im Jahr 2013. Studie i.A. des Amtes der Burgenländischen Landesregierung, Wien.
- Wolfram, G. & K. Donabaum, 2010. Leitfaden zur typspezifischen Bewertung gemäß WRRL – Allgemein physikalisch-chemische Parameter in Seen. Vs. 02. BMLFUW, Wien.
- Wolfram, G., K. Donabaum & M. Dokulil, 2011. Bewertung des ökologischen Zustandes des Neusiedler See anhand des Biologischen Qualitätselements Phytoplankton. Studie i.a. des BMLFUW, Wien, 63 pp.
- Wolfram, G., K. Donabaum, M. Dokulil, H. Gassner, A. Kirschner, N. Kreuzinger, E. Mikschi, E. Nemeth, K. Pall, M. Richter & M. Salbrechter, 2004a. Ökologische Machbarkeitsstudie "Dotation Neusiedler See". Stellungnahme zu einer Dotation ab einem Grenzwasserstand von 115.20 m ü.A. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abt. 9 – Wasser- und Abfallwirtschaft. Bericht-Nr. 03/034-B03, Wien, 7 pp.
- Wolfram, G., K. Donabaum, M. Dokulil, H. Gassner, A. Kirschner, N. Kreuzinger, E. Mikschi, E. Nemeth, K. Pall, M. Richter & M. Salbrechter, 2004b. Ökologische Machbarkeitsstudie Dotation Neusiedler See. Gutachten i.A. des BMLFUW und des Amtes der Bgld. Landesregierung, Wien, 247 pp.
- Wolfram, G., K. Donabaum & S. Hintermaier, 2007. Stoffbilanz Neusiedler See 1992-2005. Studie i.A. d. Arbeitsgemeinschaft Natürliche Ressourcen (AGN), Wien, 106 pp.
- Wolfram, G. & A. Herzig, 2013. Nährstoffbilanz Neusiedler See. *Wiener Mitteilungen* 228:317-338.
- Wolfram, G., E. Mikschi, A. Wolfram-Wais & A. Hain, 2001. Fischökologische Untersuchung des Schilfgürtels des Neusiedler Sees. Studie i.A. des Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel, Wien, 174 pp.
- Wolfram, G., E. Sigmund & E. Mikschi, 2013. Fischökologisches Monitoring Neusiedler See 2012. Studie i.A. des Nationalparks Neusiedler See - Seewinkel, Wien, 32 pp.

- Wolfram, G., A. Wolfram & E. Mikschi, 2010a. Fischökologisches Monitoring Neusiedler See 2009 & Frühjahr 2010. Studie i.A. des Nationalparks Neusiedler See - Seewinkel, Wien, 84 pp.
- Wolfram, G., A. Wolfram & E. Mikschi, 2010b. Fischökologisches Monitoring Neusiedler See Herbst 2010. Studie i.A. des Nationalparks Neusiedler See - Seewinkel, Wien, 17 pp.
- Wolfram, G., K. P. Zulka, R. Albert, J. Danihelka, E. Eder, W. Fröhlich, T. Holzer, W. E. Holzinger, H.-J. Huber, I. Korner, A. Lang, K. Mazzucco, N. Milasowszky, I. Oberleitner, W. Rabitsch, N. Sauberer, M. Schagerl, B. C. Schlick-Steiner, F. M. Steiner & K.-H. Steiner, 2006. Salzlebensräume in Österreich. Umweltbundesamt, Wien.
- ZAMG, 1996. Klimatographie und Klimaatlas von Burgenland. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- Zessner, M., G. Gabriel, M. Kuderna, C. Schilling, A. Kovács & G. Windhofer, 2013. Wirksamkeit von Maßnahmen zur Reduktion der Nährstoffbelastung von Gewässern auf Ebene von Einzugsgebieten. Wiener Mitteilungen 228:179-214.
- Zessner, M., O. Gabriel, K. Schilling, M. Pannonhalmi, L. Sutheo, M. Kovács, I. Toth, A. Clement, T. Karches, F. Szilagy, T. Kramer, J. Jozsa, G. Wolfram, K. Ruzicska & S. Hintermaier, 2012. Neusiedlersee - Ökodynamische Rehabilitation. Betrachtungen zur Wasserqualität der Raab. Endbericht. Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abteilung 9 – Wasser und Abfallwirtschaft, Wien, Budapest, Győr, 197 pp.
- Zessner, M., C. Schilling, O. Gabriel, G. Dimova, C. Lampert, A. Kovacs, A. Clement, K. Buzas & C. Postolache, 2004. Nutrient Balances for Case Study Regions in Austria and Hungary (Deliverable D 1.3). Comparison of results from case study investigations and evaluation of key factors influencing the nutrient fluxes (Deliverable D 1.4). daNUbs project report Vienna, 50 pp.
- Zwicker, E. & A. Grüll, 1985. Zu den räumlich-zeitlichen Beziehungen zwischen Schilfvögeln und ihrem Lebensraum Wissenschaftliche Arbeiten Burgenland Sonderband 72:413-445.

8.2 Ergänzende Literatur zum Fachbereich Hydrologie (Kap. 2.1)

- Antal E., Kalmár I., Kovács Z., Kozma F., Kozmáné Tóth E., Nagyné Dávid A., Pannonhalmi M., Walkovszky A. (1982): A Fertő tó éghajlata. in: Kovács, Z. & Kozmáné Tóth, E. (eds.): A Fertő tó természeti adottságai. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 44-124.
- Antal, E. & Tóth, E. (1974): A Fertő tó vízmérlegének meteorológiai-hidrobiológiai összetevői. OMSZ Beszámoló, 44:113-128.
- Baranyi, & M. Domokos, 1985. A Fertő-tó vízszintszabályozás-fejlesztésének lehetőségei. Vízügyi közlemények, 67:3.
- Blöschl, G., A. Viglione, R. Merz, J. Parajka, J. Salinas & W. Schöner, 2011. Auswirkungen des Klimawandels auf Hochwasser und Niederwasser. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 63(1-2):21-30.
- Bosznay, M., 1973. A Fertő-tó vízháztartási kutatásainak eddigi eredményei. Hidrológiai Közöny, 157-164.
- ÉDUVIZIG, 1989. Fertő-tó vízutánpótlásának nagytérségi vizsgálata. Kutatási jelentés ed. ÉDUVIZIG Árvízvédelmi és Folyamszabályozási Osztály, Budapest. 7 pp.

- Fürst, J., H. Kling, H. P. Nachtnebel & T. Hörhan, 2008. Trends in hydrologischen Variablen und in der Wasserbilanz Österreichs. In: Bundesministerium für Land- Und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) (Hrsg.), Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft, 105-115, Wien
- Haas, P., G. Haidinger, H. Mahler & J. Reitinger, 1992. TU-Forschungsbericht 14: Wasserhaushalt Leithagebirge – Südostabdichtung. TU Wien, Forschungsbericht 14, Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft TU Wien.
- Hajósy, F., 1962. A Kisalföld éghajlata. Földr.Közl., X.(LXXXVI.):143-155.
- Hann, W., 1975. Seespiegelschwankungen des Neusiedler Sees. Dissertation.
- Jungwirth, M., 1979. Currents. In H. Löffler (ed.), Neusiedlersee. Limnology of a shallow lake in central Europe. Dr. W. Junk bv Publishers, The Hague – Boston – London, pp. 85-88.
- Kalmár, I. (1982): A Fertő tó vízháztartása. in: Kováts,Z. & Kozmáné Tóth,E. (eds.): A Fertő tó természeti adottságai. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 144-152.
- Kalmár, I. (1982): A Fertő tó vízrajza. in: Kováts,Z. & Kozmáné Tóth,E. (eds.): A Fertő tó természeti adottságai. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 126-141.
- Kontur Gy. (1975): A Fertő-tó új vízháztartása, Vízügyi közlemények, 57(2)
- Kopf, F. (1963): Wasserwirtschaftliche Probleme des Neusiedler Sees und des Seewinkels. Österreichische Wasserwirtschaft, 15:190-203.
- Kovács, Á.D. (2011): Tó- és területi párolgás becslésének pontosítása és magyarországi alkalmazásai. PhD értekezés. BME Építőmérnöki Kar
- Kozmáné Tóth E., Urbán J. (1980): A Fertő-tó meteorológiai és hidrológiai jellemzői, Hidrológiai közlöny, 60(7).
- Kozmáné Tóth, E.(1980): Területi csapadék a Fertő tó vízgyűjtőjén. Légtör, 25:11-14.
- Kromp-Kolb, H., Eitzinger, J. (2005): Auswirkung einer Klimaänderung auf den Wasserhaushalt des Neusiedler Sees. Im Auftrag der Burgenländischen Landesregierung. Boku Wien, Institut für Meteorologie. 83 S.
- Kubu, G. (2006): Ökodynamische Rehabilitation des Neusiedler Sees – Dotation Neusiedler See unter Berücksichtigung von Klimaänderungen. Im Auftrag der Burgenländischen Landesregierung. 38 S.
- Magyar-Oszták Vízügyi Bizottság (1998): A Hanság-csatorna zsilipjeinek kezelési szabályzata a Fertő-tó és a Hanság-csatorna vízszintszabályozásához.
- Nachtnebel, H.P.(IWHW), ÖWAV, BMFLFUW (2010): Auswirkungen des Klimawandels auf Hydrologie und Wasserwirtschaft in Österreich, 202; ÖWAV, Wien, Austria; ISBN: 978-3-902084-79-8
- Pannonhalmi M. (1999): A Fertő tó vízgazdálkodása. Vízügyi Közlemények. 81(2): 277-294.
- Pannonhalmi M., Sütheő L. (2004): A Fertő tó hidrológiai és vízkémiai állapotának elemzése. Keszthely. Magyar Hidrológiai Társaság 2004. június 7-8.
- Pannonhalmi M., Sütheő L. (2007): A Fertő tó múltja, jelene és jövője. ÉDUKÖVIZIG.
- Pichler J. (1979): A Fertő tó és környékének fejlesztése és tudományos kutatása (kézirat) MTA Fertő Táj Bizottság.
- Plattner, J. (1999): Wasserhaushalt und Wasserstandsregelung des Neusiedler Sees - Untersuchungen im Rahmen der Österreichisch- Ungarischen Gewässerkommission. Bericht Dipl. Ing. Josef Plattner, Zivilingenieur f. Kulturtechnik u. Wasserwirtschaft, Wien.

- Plattner, J. (2004): Bericht Ökodynamische Rehabilitation des Neusiedler Sees - Hydrologie - Quantität. Bericht, Dipl. Ing. Josef Plattner, Zivilingenieur f. Kulturtechnik u. Wasserwirtschaft, Wien.
- Tóth, E. (1978): A területi csapadék és párolgás a Fertő tó vízgyűjtőjén. OMSZ Beszámoló, 48:167-180.
- Tóth, E., Endródi, G. & Posza, I. (1973): Hidrometeorológiai kutatások a Fertő tavon. Időjárás, 77:355-363. VITUKI(1981): Fertő tó. Vízrajzi atlasz sorozat 24. Budapest. 1:10.000. Scale 1:10.000.
- Walkovszky, A. (1974): A Fertő tavi nád evapotranszspirációja. OMSZ Beszámoló, 44:188-192.
- Walkovszky, A. (1976): Intercepció és evapotranszspirációs veszteség a Fertő tavi nádasban. OMSZ Beszámoló, 46:132-137.
- Wolfram, G., Donabaum, K., Dokulil, M., Farnleitner, A., Gassner, H., Kirschner, A., Kreuzinger, N., Mikschi, E., Nemeth, E., Pall, K., Richter, M., Salbrechter, M. (2004): Ökologische Machbarkeitsstudie „Dotation Neusiedler See“. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, und des Amtes der Burgenländischen Landesregierung, Abt. 9 – Wasser- und Abfallwirtschaft, 243 S.
- Zessner, M., Gabriel, O. [eds.] (2012): Neusiedler See - Ökodynamische Rehabilitation, Betrachtungen zur Wasserqualität der Raab. TU Wien.

8.3 Ergänzende Literatur zu den Fachbereichen Hydromorphologie (Kap. 2.3) und Entwicklung des Schilfgürtels (Kap. 2.4)

Handbücher:

- Allgemeine Landesbibliographie des Burgenlandes, hg. v. Burgenländischen Landesarchiv, I.Teil (Geowissenschaften, 1987), II.Teil (Naturwissenschaften, 1956), III.Teil (Geographie, 1964), IV.Teil (Geschichte, 1959), V.Teil (Volkskunde, 1965), VII.Teil (Topo-Bibliographie, 1978-1991), Eisenstadt
- Allgemeine Landesbibliographie des Burgenlandes, hg. v. Burgenländischen Landesarchiv, VIII.Teil, Karten und Pläne, 2 Bde., bearbeitet von Karl Ulbrich, Eisenstadt 1970 bzw. 1972
- Allgemeine Landestopographie des Burgenlandes, Bde 1-3 (Verwaltungsbezirke Neusiedl, Eisenstadt, Mattersburg), 6 Bde, Eisenstadt 1954-1993
- Burgenland Landeskunde, hg. v. d. Burgenländischen Landesregierung, Eisenstadt 1951
- Fundberichte aus Österreich, hg. v. Österr BDA, Bde. 1-50, Wien 1930ff.
- Österreichische Kunsttopographie, Bd LVI, Die Kunstdenkmäler des politischen Bezirkes Oberpullendorf. BDA, Wien 2005
- Österreichische Kunsttopographie, Bd LIX, Die Kunstdenkmäler des politischen Bezirkes Neusiedl am See. BDA, Wien 2012
- Urkundenbuch des Burgenlandes und der angrenzenden Gebiete der Komitate Wieselburg, Ödenburg und Eisenburg. Bde. 1–5 (808-1349), Graz Köln 1955 - 1999 (Publikationen des Instituts für Österreichische Geschichtsforschung, Reihe VII)

Monographien und Forschungsberichte:

- AGN - Arbeitsgemeinschaft Gesamtkonzept Neusiedler See (ed), Forschungsbericht 1981–1984. Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt 1985 (Wiss Arb Bgld 72)
- AGN - Arbeitsgemeinschaft Gesamtkonzept Neusiedler See (ed), Forschungsbericht 1985–1986. Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt 1987 (Wiss Arb Bgld 77)
- AGN - Arbeitsgemeinschaft Gesamtkonzept Neusiedler See (ed), Forschungsbericht 1987–1989. Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt 1990 (Wiss Arb Bgld 82)
- Ambrus-Fallenbüchl, Z., 1965. Beiträge zur Geschichte der kartographischen Arbeiten des 18. Jahrhunderts im burgenländisch-westungarischen Raum. Burgenländische Heimatblätter 27, Eisenstadt, pp.118-130
- Bácsatyai, L., I Márkus, I Csapody, I Szabó, T Ráthné, 1989. A Fertő és vízgyűjtő területének komplex ökológiai kutatása. A Fertő tó Bioszféra. Rezervátum vizsgálata távérzékelési módszerekkel. OTKA 977.sz. kutatás. Kutatási zárójelentés. Sopron.
- Bácsatyai, L, E Csaplovics, I Márkus, A Sindhuber, 1997. Digitale Geländemodelle des Neusiedler Seebeckens. Wiss Arb Bgld 97, Bgld Landesmuseum, Eisenstadt.
- Barb, A A, 1933. Der Neusiedler See – ein österreichisches Problem. Bergland 15 (3):13-18, 43f.
- Bél, M, 1735–1742. Notitia Hungariae novae historico-geographica, divisa in partes V, accedunt Samuelis Mikovinii mappae singulorum Comitatum. Viennae; tom. V
- Berczik, A, 1993. Beobachtungen über die Temperaturverhältnisse der oberen Sedimentschichten im Neusiedler See. BFB-Bericht 79: 41-46
- Berczik, A & M Dinka, 2010. Az MTA Magyar Dunakutató Állomás fertői hidrobiológiai kutatásairól. XXVIII. Országos vándorgyűlés, Sopron (www.hidrologia.hu/vandorgyules/28/dolgozatok/berczik_arpad.html)
- Augustin Bernhauser, Zur Verlandungsgeschichte des Burgenländischen Seewinkels. Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt 1962 (WAB 29), pp 143-171
- Augustin Bernhauser, Bodenkartierung im Burgenländischen Seewinkel. Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt 1977 (Naturwissenschaften 1976, WAB 58)
- Fritz Bodo, Hugo Hassinger (eds) Burgenland 1921-1938 – ein deutsches Grenzland im Südosten. Wien 1941 (= Burgenland-Atlas)
- Hans-Rudolf Bork et al., Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Gotha 1998
- Samuel Bredeczky, Beiträge zur Topographie des Königreichs Ungern. 3.Bändchen. Camesinische Buchhandlung Wien 1804, pp 49-131
- Elmar Csaplovics, Interpretation von Farbinfrarotbildern. Geowissenschaftliche Mitteilungen 23, TU Wien 1982 (= Schilfkartierung 1979)
- Elmar Csaplovics, A practical application of CIR-image interpretation – the classification of the reed of Lake Neusiedl (Austria). Int.Archives of Photogrammetry and Remote Sensing XXV/A7, Rio de Janeiro 1984, pp 143-153
- Elmar Csaplovics, Geodätische Aufnahme des Bodens des Neusiedler Sees mit besonderer Berücksichtigung der Schilfbereiche. Hauptprojekt-Antrag, AGN, Eisenstadt 1985 (unveröff.)
- Elmar Csaplovics, Die land- und seeseitige Ausdehnung des Schilfgürtels des Neusiedler Sees, in: Bgld. Landesmuseum (ed) AGN-Forschungsbericht Neusiedler See, Eisenstadt 1985, pp 63-65 (WAB 72)
- Elmar Csaplovics, Die Neuvermessung des Bodens des Neusiedler Sees - Grundlagen und Zwischenbericht. BFB-Bericht 58, Illmitz 1987, pp 69-79

- Elmar Csaplovics, Fernerkundung am Neusiedler See, in: Geowissenschaften in unserer Zeit, 5.Jg., H.4, Weinheim 1987, pp.129-136
- Elmar Csaplovics, Die Neuvermessung des Bodens des Neusiedler Sees – Zwischenbericht für die Projektphase 1986/87. BFB-Bericht 65, Illmitz 1988
- Elmar Csaplovics, Die geodätische Aufnahme des Bodens des Neusiedler Sees. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 84, Eisenstadt 1989
- Elmar Csaplovics, Remote sensing of the Fertő Tó National Park (Austria, Hungary) - perspectives of integrating multi-temporal environmental monitoring and GIS. In: Winkler P (ed) Remote sensing for monitoring the changing environment of Europe, Balkema, Rotterdam 1993, pp 13-19
- Elmar Csaplovics, Integriertes Geographisches Informationssystem Nationalpark Neusiedler See. Projektantrag BMWF Wien 1994 (unveröff.)
- Elmar Csaplovics, Dokumentation regionaler Entwicklungsprozesse mit Hilfe geographischer Informationssysteme. In: Große H, Lehmann G, Mittag M (eds) Ökologische Entwicklung ländlicher Räume in den postsozialistischen Staaten Europas, Dresden 1994, pp 47-55
- Elmar Csaplovics, Umweltrelevantes Monitoring mit hochauflösenden kosmischen Weltraumbildern der Kameras KFA- und KWR-1000 - integrative Aspekte (IGIS) der multisensoralen Analyse am Beispiel des Nationalparks Fertő Tó - Hanság (Österreich, Ungarn). Proc 13.Wiss Jahrestagung DGPF 1994, pp 5-12 (Publ DGPF 2)
- Elmar Csaplovics, High resolution space photography for generating and updating large scale orthophotomaps. Proc 17th Int Cartogr Conf ICA, Barcelona 1995, pp 1135-1144
- Elmar Csaplovics, Time series of historical maps for analysing landscape structures at a regional level, a case study of the region of Lake Fertő (Neusiedler See) (Austria, Hungary). Proceedings of the 16th International Conference of the History of Cartography, Vienna 1995, pp. 16-17
- Elmar Csaplovics, Russian space photography for low cost large scale orthophotomaps. Int J Geomatics GIM (1996) 10(5):52-55
- Elmar Csaplovics, Hochauflösende Weltraumphotographien für die Herstellung und Nachführung großmaßstäbiger Orthobildkarten. VR (1996) 58(4+5):285-293
- Elmar Csaplovics, High resolution space imagery for regional environmental monitoring - status quo and future trends. Int Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, vol XXXII, part 7, Budapest 1998, pp 211-216
- Elmar Csaplovics, High resolution digital terrain models of shallow lake basins - towards modelling dynamics of sedimentation for multithematic ecosystems research., Int Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, vol XXXII, part 4, Stuttgart 1998, pp 143-146
- Elmar Csaplovics, Gedanken zur Erfassung und Bewertung der Landschaftsstruktur, in: Erfassung und Bewertung der Landschaftsstruktur - Auswertung mit Fernerkundung und GIS, hg. v. Ulrich Walz (= IÖR-Schriften 29), Dresden 1999, pp. 131-135
- Elmar Csaplovics, Zur Topochronologie der Landschaft um den Neusiedler See bis zum Ende des 16.Jahrhunderts. Landesarchiv, Eisenstadt 2005 (= Burgenländische Forschungen 91)
- Elmar Csaplovics, Grenzüberschreitende transnationale Kommunikationsplattformen und Managementsysteme zum Schutz des Naturerbes - das EU-Projekt SISTEMaPARC. Umweltkooperationen in der erweiterten Europäischen Union, 11. Internationale Sommerakademie St. Marienthal, Initiativen zum Umweltschutz Bd. 66, Erich Schmidt, Berlin 2006
- Elmar Csaplovics (ed), Fernerkundung und angewandte Geoinformatik, Bd 4. Elmar Csaplovics, Stefan Wagenknecht, Ulrike Seiler (eds) (2008) Spatial information systems for transnational management of protected areas and regions in the Central European Space - selected results and outputs of the EU Interreg IIIB project SISTEMaPARC. Rhombos, Berlin 2008

- Elmar Csaplovics (ed), Fernerkundung und angewandte Geoinformatik, Bd 5. Sebastian Hoehstetter, Enhanced methods for analysing landscape structure – landscape metrics for characterising three-dimensional patterns and ecological gradients, Rhombos, Berlin 2009
- Elmar Csaplovics, Transboundary geoinformation networks for the protection and management of natural heritage, in: Thomas Wrba et al, The European Green Belt - Borders. Wilderness.Future, Verlag der Provinz, Weitra 2009, pp 314-321
- Elmar Csaplovics, Transboundary landscape assessment in Central Europe by means of remote sensing and GIS, in Jürgen Breuste, Maria Kozová, Maros Finka (eds) European landscapes in transformation - challenges for landscape ecology and management. European IALE Conference 2009, Salzburg, Bratislava 2009, p 575
- Elmar Csaplovics (ed), Fernerkundung und angewandte Geoinformatik, Bd 9. Elmar Csaplovics, Jana Schmidt (eds) International Symposium on Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe, Rhombos, Berlin 2012
- Elmar Csaplovics, Some aspects of a topochronology of the reed belt of Lake Fertö - Neusiedler See, in Elmar Csaplovics, Jana Schmidt (eds) International Symposium on Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe, Illmitz 25-26 November 2010, Rhombos, Berlin 2011 (Fernerkundung und angewandte Geoinformatik 9), pp 145-156
- Elmar Csaplovics (ed), Fernerkundung und angewandte Geoinformatik, Bd 11. Elmar Csaplovics, Stephan Schoeps (eds) Transnational Ecological Networks in Central Europe (TransEcoNet), Rhombos, Berlin 2013 (in print)
- Elmar Csaplovics, Karl Kraus, Die geodätische Aufnahme und Bildung eines digitalen Modelles des Bodens des Neusiedler Sees - Ergänzungen des ungarischen Anteiles und Zusammenführung mit dem österreichischen Anteil - Untersuchungen zu Verlandungstendenzen des Sees. Projektantrag BMWF Wien 1990 (unveröff.)
- Elmar Csaplovics, Gerhard Senftner, Multitemporale Luftbildinterpretation zur Landnutzungsanalyse im Naturraum Neusiedler See - Seewinkel. ZPF (1991) 59:60-63
- Elmar Csaplovics, Hannes Kanonier, DTM - Neusiedler See, Detailprojekt Schilfbucht Rust-Nord. Studie im Auftrag der Abt.Wasserbau, Amt d.Bgld.LR, TU Wien 1993
- Elmar Csaplovics, Hannes Kanonier, Andreas Bodí, Geodätische Aufnahme und Bildung eines digitalen Modelles des Bodens des Neusiedler Sees - Verlandungstendenzen des Sees. BFB-Bericht 79, Illmitz 1993, pp 51-53
- Elmar Csaplovics, Hannes Kanonier, Adele Sindhuber, High resolution KFA-photography for integration with geo-information systems - a case study of Fertö Tó National Park (Austria, Hungary). In: Robin Vaughan (ed) Remote sensing - from research to operational applications in the new Europe, Springer, Budapest Berlin 1994, pp 181-188
- Elmar Csaplovics, Adele Sindhuber, Ulrike Herbig, High resolution space photography for landuse interpretation and thematic update of large scale orthophotos. Int Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, vol.XXXI/B4, Vienna 1996, pp 200-204
- Elmar Csaplovics, László Bácsatyai, István Márkus, Adele Sindhuber, High resolution digital terrain models of the bottom of Lake Fertö (Austria, Hungary) - a Hungarian-Austrian joint project for creating cross-border data bases for ecosystems research. Int Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, vol.XXXI/B7, Vienna 1996, pp 167-171
- Elmar Csaplovics, László Bácsatyai, István Márkus, Adele Sindhuber, Digitale Geländemodelle des Neusiedler Seebeckens. Wiss Arb Bgld 97, Bgld Landesmuseum, Eisenstadt 1997
- Elmar Csaplovics, Adele Sindhuber, Einige interdisziplinäre Aspekte der Interpretation der digitalen Geländemodelle des Neusiedler See-Beckens. VGI (1998) 86(4): 216-224

- Elmar Csaplovics, Ulrich Walz, Spatial information systems for National Park Regions (NPIS) in the Central European Space (CES) - GIS-concepts for monitoring and managing National Park Regions. In: Ulo Mander, Anu Printsman, Hannes Palang (eds) Development of European Landscapes. Publ. Institutis Geographici Universitatis Taruensis (2001) 92: 433-437
- Elmar Csaplovics, Pierre Karrasch (eds), NatureProtection:GIS - International Symposium on Geoinformatics in European Nature Protection Regions, Tagungsband, 13 - 14 November 2006, Dresden 2006
- Elmar Csaplovics, Stefan Wagenknecht, Grenzüberschreitendes raumbezogenes Management von Schutzgebietsregionen in einem EVGZ. In: Europäische Verbände für territoriale Zusammenarbeit (EVTZ), Juristische Schriftenreihe, LIT Verlag Berlin 2006
- Elmar Csaplovics, Stefan Wagenknecht, Spatial information systems for supporting strategies of trans-European management of cross-border protected regions in Central Europe. Proc CORP 2006 & Geomultimedia 06, 13 -26 February 2006, Vienna 2006, pp.229-231
- Elmar Csaplovics, Stefan Wagenknecht, Sustainable management and development of protected regions. Proc Intercarto-InterGIS 12, 28-30 August 2006, Berlin 2006, pp.73-82
- Elmar Csaplovics, Jana Schmidt, Schilfkartierung Neusiedler See - Teil 1. Natur und Umwelt im Pannonischen Raum (2010) H.3/2010
- Elmar Csaplovics, Jana Schmidt, Schilfkartierung Neusiedler See - Teil 2. Natur und Umwelt im Pannonischen Raum (2010) H.4/2010
- Elmar Csaplovics, Jana Schmidt (eds) International Symposium on Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe, Illmitz 25-26 November 2010, Berlin 2011 (Fernerkundung und angewandte Geoinformatik 9)
- Elmar Csaplovics, Jana Schmidt, Mapping the Austrian reed bed of Lake Neusiedl by means of airborne optical scanner imagery, in: Elmar Csaplovics, Jana Schmidt (eds) International Symposium on Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe, Illmitz 25-26 November 2010, Berlin 2011 (Fernerkundung und angewandte Geoinformatik 9), pp55-62
- Johann von Csaplovics, Topographisch-statistisches Archiv des Königreiches Ungarn. 2 Bde. Doll, Wien 1821
- Johann von Csaplovics, Gemälde von Ungern. 2 Bde. Doll, Wien 1829
- Kálmán Csermák et al., Az üledék és a nádas hozzájárulása a Fertő-tó öntisztulásához. Keszthely 2000, 28 p.
- Till Darnhofer, Verdunstungsstudien im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt 1973 (WAB 52)
- Aranka Dávid, Vízmozgások kapcsolata néhány meteorológiai elemmel a Fertő tavon. Léggör 26, Budapest 1981, pp 22-24
- Gerald Dick, Michael Dvorak, Alfred Grüll, Bernhard Kohler (eds) Vogelparadies mit Zukunft? Ramsar-Gebiet Neusiedler See - Seewinkel, UBA, Wien 1994 (Ramsar Bericht 3)
- Ernö Donászy, A Fertő tó limnológiai kutatásainak eredményei 1966-1968. Hidrológiai Tájékoztató. Bp. 1970 június, Budapest 1970
- Mihály Erdélyi, A Kisalföld hidrogeológiája és hidrodinamikája. Hidrológiai Közlöny 59(7), Budapest 1979, pp 290-301
- Észak-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság (Éduvízig) (ed), A Fertő-tó nádas területeinek kezelési terve, Nádgazdálkodási terv. Kezelési célok és módszerek. Győr 2005
- Észak-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság (Éduvízig) (ed), Ausztria-Magyarország Interreg IIIA Közösségi Kezdeményezési Programban, az Európai Unió és a Magyar Köztársaság

- társfinanszírozásával megvalósult „Fertő tavi hidro-ökológiai tájékoztató rendszer”. Című projekt szakmai anyagai, Győr 2007 (www.ferto-neusiedlersee.hu/nad.html)
- Günther Frasl, Das Neusiedlerseebecken - zur Petrographie der Böden des Seewinkels. Mitt Österr Bodenkundl Ges 6: 62-67
- Traugott Erich Gattinger, Das hydrogeologische Einzugsgebiet des Neusiedlersees. Verh Geolog Bundesanstalt Wien Jg.1975, H.4. Wien 1975, pp 331-346
- Helmuth Grosina, Aspekte des Beziehungsgefüges Mensch-Raum am Neusiedler See, in: Burgenland in seiner pannonischen Umwelt, Eisenstadt 1984 (= Burgenländische Forschungen, Sonderband VII), pp.118-120
- Carl Grünhut-Bartoletti, Die Regulierung und Nutzbarmachung des Neusiedlersees auf österreichischem Gebiete. Wasserwirtschaft und Technik Jg.1935, H.21-22, Wien 1935, pp 221-228
- Carl Grünhut-Bartoletti, Der Neusiedlersee – eine wasserwirtschaftliche Studie. Wasserwirtschaft und Technik Jg.1937, H.34-36, Wien 1937
- Ladislav Gundacker Graf Wurmbrand, Pfahlbauten im Neusiedler See, in: Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien, Jg.4, 1874, 191f.
- S Hainisch, Die Zukunft des Neusiedlersees. Die Wasserwirtschaft 24, Vieweg, Braunschweig 1927, p.569
- Wilhelm Halbfaß, Die Trockenlegung des Neusiedlersees. Geographische Wochenschrift 1, Hirt, Breslau 1933
- Heinrich Häusler, Über das Vorkommen von Windkanten am Westrand des Neusiedlersees. Verh Geol Reichsanstalt Wien, Jg.1939, H.5/6. Wien, 1939, p 185
- Hermann Häusler, Geologische Karte der Republik Österreich 1:50000, Erläuterungen zu den Blättern 79 Neusiedl am See, 80 Ungarisch Altenburg, 109 Pamhagen. Wien 2007
- Hermann Häusler, Geologische Karte der Republik Österreich 1:50000, Erläuterungen zur Geologischen Karte 78 Rust. Wien 2010
- Ulrike Herbig, Die Nutzungsmöglichkeiten hochauflösender Weltraumphotographien für Interpretationsaufgaben im Raum Nationalpark Neusiedler See im Vergleich zu herkömmlichen Luftbildern. Diplomarbeit IPF TU Wien 1995
- Anna Hermann, Michael Kuttner, Christa Hainz-Renetzeder, Éva Konkoly-Gyuró, Agnes Tirászi, Christiane Brandenburg, Brigitte Alex, Karen Ziener, Thomas Wrbka, Assessment framework for landscape services in European cultural landscapes - an Austrian Hungarian case study. Ecological Indicators 2012 (in press)
- UJ Herz, Die Regulierung und Nutzbarmachung des Neusiedlersees. Die Wasserwirtschaft, 30, Vieweg, Braunschweig 1933
- Alois Herzig, Martin T Dokulil, Neusiedler See - ein Steppensee in Europa, in: Martin T Dokulil, Alfred Hamm, Johannes G Kohl (eds), Ökologie und Schutz von Seen. Facultas UTB, Wien 2001, pp 401–415
- Krisztián Homoródi, Tamás Krámer, János Józsa, Szél keltette hullámvész mérese és becslése a Fertő-tó példáján. Hidrológiai Közöny 87(5), Budapest 2007, pp 1-9
- Hullámvonal Mérnökszolgálati Kft. (ed), Keretterv a magyarországi Fertő-tó és környezete ökológiai potenciáljának megőrzésére, fenntartható fejlődésére. III. Összefoglaló megállapítások a Fertő-tó nádközi és nyílt vízének minőségéről, a kapcsolódó áramlástan vizsgálatokról és beavatkozásokról. Alapozó tanulmányok, Győr 2002

- Hullámvonal Mérnökszolgálati Kft. (ed), Keretterv a magyarországi Fertő-tó és környezete ökológiai potenciáljának megőrzésére, fenntartható fejlődésére. V. A Fertő-tó nádasainak többszemponútú, többcélú kezelése. Alapozó tanulmányok, Győr 2002
- Oskar Irlweck, Das Problem des Neusiedler Sees. Mitteilungen Bgld. Heimat- und Naturschutzverein 4(4), Eisenstadt 1930, pp 32-39
- János Józsa, Juha Sarkkula, Tamás Krámer, Wind induced flow in the pelagic zones of Lake Neusiedl. Proc. XXVIII IAHR Congress, Graz 1999 (CD-ROM)
- János Józsa, Tamás Krámer, A Fertő-tó fejlődése az utóbbi évszázadokban. Milleniumi TDK, BME Építőmérnöki Kar, Budapest 2000
- János Józsa, Tamás Krámer, Krisztián Homoródi, Enrico Napoli, Juha Sarkkula (2008): Wind-induced hydrodynamics and sediment transport of Lake Neusiedl – Hungarian-Austrian-Finnish research cooperation from lake-wide to bay-wide scale. Research report, Budapest University of Technology and Economics, Department of Hydraulic and Water Resources Engineering, Budapest 2008
- Mathias Jungwirth, Ein Beitrag zur Beziehung Strömung - Sedimentbeschaffenheit - Bodenfauna des Neusiedlersees.. BFB-Bericht 29, Illmitz 1977, pp 52-57
- Mathias Jungwirth, Currents, in: Heinz Löffler (ed), Neusiedlersee. Limnology of a shallow lake in central Europe. Junk, The Hague Boston London 1979, pp 85-88
- Zoltán Károlyi, A Fertő és Hanság vízügyi kérdéseinek mai állása. Soproni Szemle, XI.évfolyam, 1-2. szám, pp 29-40 (Literatur, pp 38-40) (sopszem.sopron.hu/sopszem/1957-XI-1-2.pdf)
- Zoltán Kárpáti, Die Florengrenzen in der Umgebung von Sopron und des Florendistriktes Laitaikum. Acta Botanica Acad Scient Hung 2, Bd.3/4. Budapest 1956, pp 281-307
- Géza Király, István Márkus, Remote sensing of the Hungarian reed belt of the Lake Fertő/Neusiedl - an overview of our past and current remote sensing activities in the Fertő/Neusiedl region, in: Elmar Csaplovics, Jana Schmidt (eds) International Symposium on Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe. Rhombos, Berlin 2011, pp 43-54
- Kis Magyar Térképtörténet a XVIII.Század Elejéig, Térkép Tudományi és Geoinformatikai Tanszék, Eötvös Lorand Tudományegyetem. Budapest 2004
- Andrea Kiss (ed), Climate variability of the past millenium in Hungary. Időjárás 113(4), OMSZ, Budapest 2009, pp 245-339
- Andrea Kiss, Historical climatology in Hungary - the role of documentary evidence in the study of past climates and hydrometeorological extremes. Időjárás 113(4), OMSZ, Budapest 2009, pp 315-339
- Fritz Kopf, Wasserwirtschaftliche Probleme des Neusiedler Sees und des Seewinkels. Österreichische Wasserwirtschaft 15 (9/10), Wien 1963, pp 190-203
- Fritz Kopf, Höhenaufnahme des Neusiedler Sees (österreichischer Teil), Projektbericht. Neusiedler See Planungsgesellschaft Wien 1964
- Fritz Kopf, Die Auswertung der Seevermessung des Jahres 1901 und Vergleich mit der Seevermessung 1963. Wien 1965 (unveröff.)
- Fritz Kopf, Strömungsmessungen im Neusiedlersee. Wien 1966 (unveröff.)
- Fritz Kopf, Die Rettung des Neusiedler Sees. Österreichische Wasserwirtschaft 19 (7/8), Wien 1967
- Fritz Kopf, Der Schilffortschritt im Neusiedler See. Techn. Bericht, Manuskript. Wien 1968 (unveröff.)
- Andreas Kornhuber, Botanische Ausflüge in die Sumpfniederung des „Wasen“ (magyar. „Hanság). Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, Bd.XXXV. Wien 1885, pp 619-656
- Tivadar Kotsis, A Fertő tó iszapjáról. Soproni Szemle 23(3), Sopron 1969, pp 240-241

- Tivadar Kotsis, A Fertő-tó üledékeiről. *Hidrológiai Közlöny* 51(2), Budapest 1971, pp 94-96
- Lajos Kovács, A Fertő-tó földtani kialakulása. *Hidrológiai Tájékoztató* 2(3), Budapest 1962, pp 122-127
- Zoltan Kovács, Erzsébet Kozmáné Tóth (eds) A Fertő Tó természeti adottságai (Naturverhältnisse des Neusiedler Sees). Országos Meteorológiai Szolgálat – Északdunántúli Vízügyi Igazgatóság, Budapest 1982, 170p (ungarisch mit deutschsprachigen Zusammenfassungen)
- (Beiträge von Zoltán Kovács (A Fertő tó mederveviszonyai), Emánuel Antal et al. (A Fertő tó éghajlata), István Kalmár (A Fertő tó vízrajza), Miklós Pannonhalmi (A Fertő tó vízminősége))
- Zoltan Kovács, A Fertő tó mederveviszonyai (Das Seebecken des Neusiedler Sees), in: Zoltan Kovács, Erzsébet Kozmáné Tóth (eds) A Fertő-tó természeti adottságai (Naturverhältnisse des Neusiedler Sees). Országos Meteorológiai Szolgálat - Északdunántúli Vízügyi Igazgatóság, Budapest 1982, pp 14-43 (ungarisch mit deutschsprachiger Zusammenfassung)
- Tamás Krámer, János Józsa, An adaptively refined, finite-volume model of wind-induced currents in Lake Neusiedl. *Periodica Polytechnica Civil Engineering* 49(2), Budapest 2005, pp 111-136
- Tamás Krámer, János Józsa, Krisztián Homoródi, Enrico Napoli, Juha Sarkkula, Wind-induced hydrodynamics and sediment transport of Lake Neusiedl: Hungarian-Austrian-Finnish research cooperation from lake-wide to bay-wide scale. *BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tsz., Tsz.: 35038-30*, Budapest 2008
- Tamás Krámer, János Józsa, Péter Torma, Large-scale mixing of water imported into a shallow lake. In: *Proc 3rd International Symposium on Shallow Flows*. IIHR University of Iowa, Iowa City 2012
- Anton Krickel, Wanderungen zu den Umgebungen des Neusiedler Sees, mit besonderer Rücksicht auf Eisenstadt, Esterháza, Forchtenstein und Neustadt im Jahre 1829, wiederholt im Juli 1830. Wien, 1831
- Michael Kuttner, Christa Hainz-Renetzeder, Anna Hermann, Thomas Wrbka, Borders without barriers - structural functionality and green infrastructure in the Austrian-Hungarian transboundary region of Lake Neusiedl. *Ecological Indicators* 2012 (in press)
- Woldemár Lászlóffy, A Fertő-táj bibliográfiája. Győr-Sopron Megye Tanácsa, Győr 1972, 294p.
- Heinz Löffler, *Der Neusiedler See – Naturgeschichte eines Steppensees*. Wien 1974
- Heinz Löffler (ed), *Neusiedlersee. Limnology of a shallow lake in central Europe*. Junk, The Hague Boston London 1979
- Heinz Löffler, Origin and geohistorical evolution, in: *Neusiedler See. Limnology of a shallow lake in central Europe*, hg. v. Heinz Löffler, Junk, The Hague Boston London 1979, pp.33-39
- Heinz Löffler, *Der Seewinkel – die fast verlorene Landschaft*, St.Pölten 1982
- J.M., *A Fertő tava. Der Neusiedlersee von 1862 – 1884*. Raab, 1884
- Magyar Tudományos Akadémia (ed), *A Fertő-táj hidroszférája és vízgazdálkodása*, 2 Bde. Budapest 1976
- Managementplan Welterbe Kulturlandschaft Fertő / Neusiedlersee. Wien, Budapest, Eisenstadt, Fertőd 2003, pp 143-150 (vornehmlich ungar.Literatur) (www.welterbe.org/fakten/de)
- István Márkus, Die Fernerkundung mittels Photointerpretation im Dienste der umweltbiologischen Forschung im Neusiedler See-Biosphärenreservat. *BFB-Bericht* 61, Illmitz 1986, pp 5-13
- István Márkus (ed), *A Fertő-tavi Nemzeti Park biotóp térképe. – kutatási jelentés – Erdészeti és Faipari Egyetem, Földméréstani Tanszék, Sopron* 1995
- István Márkus, A fertői nádas állomány biológiai és állomány szerkezeti használata. *Acta Biologica Debrecina, Supplementum Oecologica Hungarica Fasc. 9*, Debrecen 1999, pp 143-160

- István Márkus, Fertő tavi Nemzeti Park biotóp térképe. Magyar Vízivad Közlemények, No 6, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási Intézet, Magyar Vízivad Kutató Csoport, Sopron 2000, pp 113-155
- István Márkus, Keretterv a magyarországi Fertő tó és környezete ökológiai potenciáljának megőrzésére, fenntartható fejlesztésére. Hullámvonal Mérnökszolgálati Kft 46/2001. sz. szakértői jelentés. EcoMap BT Sopron 2001
- István Márkus, A fertői nádasok biológiai és használati állapotának jellemzése, történeti fejlődésének elemzése. MTA ÖBKI 3.442/2003. sz. szakértői jelentés. EcoMap BT Sopron 2003, 98 p
- István Márkus, István Csapody, Tamás Takáts, Zsolt Pirger, A Fertő-tó Bioszféra Rezervátum vizsgálata a fotóértelmezés módszerével. I. A Fertő-tó nádasainak vizsgálata, nádvegetációs térkép készítése. Kutatási jelentés. EFE, Sopron 1984
- István Márkus, László Bácsatyai, Dénes Bartha, Éva Konkolyiné Gyuró, Géza Király, Kornél Czimber, Development of GIS of Fertő-Hanság National Park and Szigetköz Land Protection District. Final Report. Trilaterális Phare CBC Ausztria-Magyarország Szlovákia 1995 Program. Sopron 1999, 32 p
- István Márkus, Maria Dinka, Géza Király, András Márkus, A Fertő tavi nádasok felmérése és minősítése. ÉDU-VIZIG. Kutatási Jelentés, Sopron 1999, pp 1-44
- István Márkus, Géza Király, András Márkus, A Fertő tó 2000/2001. évi nádaratása felmérésének és értékelésének előkészítése. Kutatási Jelentés, Sopron 2000
- István Márkus, Maria Dinka, Géza Király, András Márkus, A Fertő nádasainak 1999. évi térképe. In Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Konferenciájának előadásai, NyME-EMK 2000. december, Sopron 2000, pp 119-122
- István Márkus, Géza Király, A Fertő tó öblözeteinek hínárállomány-térképezése. KöM KAC 027855-01/2001, sz. kutatási jelentés, Sopron 2001
- István Márkus, Géza Király, Zsolt Magyar, A Fertő tó-meder és nádas állomány vizsgálata az áramlástan vizsgálatok szempontjából. EDU-VIZIG 62.276/2001. sz. kutatási jelentés, EcoMap BT Sopron 2001
- István Márkus, Géza Királyi, Digitális domborzatmodell előállítás légi lézerskenner felvételekből tájökölógiai és természetvédelmi kutatások céljára. Geomatikai Közlemények VIII, MTA GGKI, Sopron 2005, pp 247-256
- István Márkus, Géza Király, Land use and land use changes in the Fertő-Hanság National Park, in: Elmar Csaplovics, Stefan Wagenknecht, Ulrike Seiler (eds) Spatial information systems for environmental management of protected areas and regions in CADSES - selected results outputs of the EU INTERREG IIIB project SISTEMaPARC. Rhombos, Berlin 2008, pp 67-79
- István Márkus, Géza Király, Zoltán Böröcsök, A fertő tó magyarországi nádasainak minősítése és osztályozása. Kutatási jelentés, EcoMap BT. Sopron, 2008. 52 p
- István Márkus, Géza Király, Zoltán Böröcsök, A fertő tó magyarországi nádasainak minősítése és osztályozása. In Magyar Vízivad Közlemények 11. Sopron 2008
- István Márkus, Géza Király, The evolution of the Hungarian reed classification systems, in: Elmar Csaplovics, Jana Schmidt (eds) International Symposium on Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe. Rhombos, Berlin, 2011. pp 131-144
- Ignaz Moser, Der abgetrocknete Boden des Neusiedler Sees, in: Jahrbuch der k.u.k. Geologischen Reichsanstalt, Bd.16, Wien 1866, pp.338-345
- Erwin Nemeth, Michael Dworak, K Busse, M Rössler, Estimating distribution and density of reed birds by aerial infrared photography, in: Rebecca Field, Robert J Warren, Henryk Okarma, Paul R Siewert (eds) Wildlife, land and people - priorities for the 21st century. The Wildlife Society, Bethesda 2001, pp 397-399

- Miklós Pannonhami, László Süttheó, A Fertő tó múltja, jelene és jövője, ÉDUKÖVIZIG Győr 2007, 53p
- Rosemarie Parz-Gollner, István Márkus, M Grinner, Biotopkartierung und GIS Auswertung des Landschaftsschutzgebietes / Nationalpark Neusiedler See (ungarischer Anteil). Inst. f. Wildbiologie u. Jagdwirtschaft, BOKU Wien, 1996, 26 p
- János Pichler (ed) A Fertő-tó Tudományos Bizottság tanulmányai. Hidrológiai tájékoztató 2(3), Budapest 1962, pp 97-164 (Beiträge von János Pichler, Miklós Vendel, Lajos Kovács, Lajos Varga, László Tóth, József Cziráky, István Csapody, Ernő Szabó, Ferenc Mika, László Vaskuti, József Zatykó und László Staár) (www.matarka.hu/cikk_list.php?fusz=13035)
- János Pichler, A Fertő-tó Tudományos Bizottság programja. Hidrológiai tájékoztató 2(3), Budapest 1962, pp 97-100
- János Pichler (ed) A Fertő-táj tudományos kutatási terve. Vízügyi Dokumentáció és Továbbképző Intézet (VIZDOK), Magyar Tudományos Akadémia Fertő-táj Bizottság, Budapest, Győr-Sopron Megye Tanácsa, Győr 1979 (Plan der wiss Forschung in der Landschaft Neusiedlersee), 419p
- Peter Pintarelli, Landsat-TM-gestützte Landnutzungsanalyse in ausgewählten Problembereichen des burgenländischen Seewinkels. Diplomarbeit IPF TU Wien 1989
- Barbara Pippich, Aufbau eines geographischen Informationssystems für den Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel. Diplomarbeit Aufbaustudium Technischer Umweltschutz, TU Wien 1995
- László Rákóczi, János Józsa, On the sediment dynamics in the Hungarian part of Lake Neusiedl. Proc. XXVIII. IAHR Congress TU Graz, Graz 1999 (CD-ROM)
- Hans-Gerd Ramming, The dynamics of a shallow lake subject to wind – an application to Lake Neusiedl, Austria, in: Hydrodynamics of lakes, ed.by Walter H Graf and Clifford H Mortimer, Elsevier, Amsterdam 1979, pp 65-75 (Developments in Water Sciences 11)
- G Riedmüller, Des Schilfgürtel des österreichischen Anteiles des Neusiedler Sees 1938-1958, in: Burgenländisches Landesmuseum (ed) Naturwissenschaften 1963-1964, Eisenstadt 1965, pp 58f. (WAB 32)
- Gabriele Roth-Fuchs, Beiträge zum Problem „Der Neusiedlersee“. Mitt Geogr Gesellschaft in Wien 72, Hölzel, Wien 1929, pp 47-56
- Gabriele Roth-Fuchs, Beobachtungen über Wasserschwankungen am Neusiedlersee. Mitt Geogr Gesellschaft in Wien 76, Lechner, Wien 1933, pp 195-204
- Uwe Röthig, Stefan Wagenknecht, Elmar Csaplovics, GIS-gestützte Analyse der Verlandungsdynamik von Teichgruppen im Biosphärenreservat Oberlausitzer Teich- und Heidelandschaft auf Basis von CIR-Luftbildern und CIR-Orthophotos. In Strobl J, Blaschke T, Griesebner G (eds) Angewandte geographische Informationsverarbeitung 14, Wichmann, Heidelberg 2002, pp 459-464
- András Ruttkay, Sándor Tilesch, Béla Veszprémi, Nádgazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1964
- Franz Sauerzopf, Das Werden des Neusiedler Sees. Burgenl Heimatblätter 18(1), Eisenstadt 1956, pp 1-6
- Franz Sauerzopf (ed) Landschaft Neusiedler See. Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt 1959 (= Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 23)
- Franz Sauerzopf, Die Wasserstandschwankungen des Sees, in: Franz Sauerzopf (ed) Landschaft Neusiedler See, Eisenstadt 1959, pp 92-101 (Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 23)
- Theodor Schmid, Der Neusiedler See im Altertum und Mittelalter und das Rätsel des Lacus Peiso, in: Burgenländische Heimatblätter, Jg.1, Eisenstadt 1932, pp.85-91
- Jana Schmidt, Elmar Csaplovics, Mapping the Austrian reed bed of Lake Neusiedl by means of Airborne Optical Scanner imagery, in Csaplovics E, Schmidt J (eds) International Symposium on Ad-

- vanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe, 25-26 November 2010, Illmitz (Fernerkundung und angewandte Geoinformatik 9 (2012)), pp 55-62
- F Schuster, Das Regulierungsproblem des Neusiedler Sees. Dissertation TH München 1943
- Karl Semmelweis, Fürst Giletus und die untergegangenen Orte des Neusiedler Sees., in: Burgenländische Forschungen (Sonderheft), Eisenstadt 1951 (Festschrift Josef K. Homma), pp.37-43
- Tibor, Seregélyes, Ágnes Csomós, Attila Pellingner, Gábor Takács, András Ambrus, A Fertő-Hanság Nemzeti Park területére vonatkozó fontosabb tudományos közlemények (Literaturliste Neusiedler See). FHNP Sarród 2000 (?) (www.ferto-hansag.hu/_user/browser/File/Dokumentumok/FHNP_publikacio_lista.pdf)
- Adele Sindhuber, Der Beitrag hochauflösender kosmischer Photoaufnahmen mit der Kamera KFA-1000 zur Landnutzungsanalyse in sensiblen Naturräumen – Fallstudie Nationalpark Neusiedler See. Diplomarbeit IPF TU Wien 1993
- Wolfgang Stalzer, Gerhard Spatzierer, Zusammenhang zwischen Feststoff- und Nährstoffbelastung des Neusiedler Sees durch Sedimentverfrachtung. AGN-Forschungsbericht 1985-1986, Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 77, Eisenstadt 1987, pp. 93-226
- I Szabó, István Márkus, Vegetation Structure of the Lake Fertő Reed Stands. Reed News, Netherlands Institute of Ecology, Heteren, The Netherlands, 1993, pp 2-10
- Béla Széchenyi, Funde aus der Steinzeit im Neusiedler Seebecken mit einigen Mittheilungen aus dessen Vergangenheit, Budapest 1876
- T Szilágyi, Néhány fenometriai adat a Fertő tó feltöltődéséhez. OMSZ Beszámolók 43, Budapest 1973, pp 150-155
- Thomas von (Tamás) Szontagh, Untersuchungsbericht der Gemischten Fertő-Kommission. Budapest 1902
- Thomas von (Tamás) Szontagh, Hendrik Horusitzky, Pál Marosy, Béla Asbóth, A Fertő tó geológiai és mezőgazdasági viszonyainak tanulmányozására kiküldött bizottság jelentése. F. M. kiadás, Pallas Rt., Budapest 1903
- Thomas von (Tamás) Szontagh, A Fertő-tó geológiai tanulmányozása (Geologische Untersuchungen des Neusiedler Sees) Jahrbuch der Ungarischen Geologischen Reichsanstalt, Budapest 1903, pp 181-184 (Anm.: Th.v.Sz., Vicedirektor der Königl Ungar Geol Anstalt)
- Thomas von (Tamás) Szontagh, Geologisches Studium des Fertő-Sees. Jahresbericht der königl ungar geolog Anstalt für 1902, Budapest 1904, pp 206-211
- Marco Trommler, Elmar Csaplovics, Raumbezogene Informationssysteme für grenzüberschreitende Nationalparkregionen im Zentraleuropäischen Raum - ein Pilotprojekt in den Modellregionen Sächsisch-Böhmische Schweiz (Tschechien, Deutschland) und Neusiedler See - Hanság (Ungarn, Österreich). In: Strobl J, Blaschke T, Griesebner G (eds) Angewandte Geographische Informationsverarbeitung 13, Wichmann, Heidelberg 2001, pp 399-405
- Lajos Varga, A Fertő-tó lecsapolásának kerdesé (Zur Trockenlegung des Neusiedler Sees). A Földgömb IV, évf. 10, Budapest 1933
- Lajos Varga, Die jüngsten Katastrophen des Neusiedler Sees. Archiv für Hydrobiologie 31, Schweizerbarth, Stuttgart 1937, pp 527-546
- Lajos Varga, Katastrophen in der Biocönose des Fertő- (Neusiedler-) Sees. Internat Revue d gesamten Hydrobiologie und Hydrographie 27(1-3), Klinkhardt, Leipzig 1932, pp 130-150
- Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ (ed) Fertő Tó. Budapest 1981 (Vízrajzi Atlasz Sorozat 24)

- Stefan Wagenknecht, Elmar Csaplovics, Ecological Landscapes. *Geoconnexion International Magazine* (2006) 5(10): 59-61
- Pablo Weisser, Die Vegetationsverhältnisse des Neusiedler Sees, pflanzenphysiologische und ökologische Studien. Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt 1970 (WAB 45)
- Pablo Weisser, Die Verschilfungsdynamik (*Phragmites communis* Trin.) des Neusiedlersees. Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt 1977 (Naturwissenschaften 1976, WAB 58) pp 101-114
- Gustav Wendelberger, Das naturwissenschaftliche Schrifttum über das Gebiet des Neusiedler Sees. *Burgenl Heimatblätter* 11(3), Eisenstadt 1949, pp 122-134
- Gustav Wendelberger. Die Wasserstandsschwankungen des Neusiedler Sees. *Natur und Land* 37(6), Eisenstadt 1951
- Gustav Wendelberger, Die Restwälder der Parndorfer Platte im Nordburgenland. *Burgenländische Forschungen* 29, Eisenstadt 1955
- Thomas Wrбка, Katharina Zmelik, Franz M Grünweis (eds) *Das grüne Band Europas - Grenze, Wildnis, Zukunft*. Kataloge des OÖ. Landesmuseums, Neue Serie 88. Weitra 2009
- Katharina Zmelik, Stefan Schindler, Thomas Wrбка, The European Green Belt: International collaboration in biodiversity research and nature conservation along the former Iron Curtain. *Innovation: The European Journal of Social Sciences* 24(9): 273-294, Wien, 2011

(Inter)nationale Projekte

ESPAN – Energiestrategie Pannonien (www.espan.at) (2010-2013) [B. Dillinger, A. Reiter, G. Wind, T. Zechmeister, Potenzialberechnung der Biomassenutzungsmöglichkeiten im Nationalpark Neusiedler See, OeNB-Burgenland. Enbericht, Eisenstadt 2012]

ENEREED – sustainable energy conversion from reed biomass (www.fh-burgenland.at) (2009-2013)

EuLakes – European lakes under environmental stressors (www.eulakes.eu) (2010-2013)

HABIT-CHANGE – adaptive management for protected areas (www.habit-change.eu) (2010-2013)

GeNeSee – Geodätische Neuerfassung des Systems Neusiedler See - Hanságkanal (gene-see@boku.ac.at) (2011-2014)

GreenNet (www.greennet-project.eu) (2011-2014)

NPIS - National park information systems (1999-2001) (vide: Projektdokumentation IPF-TUD)

SISTEMaParc – Spatial information systems for environmental management of protected areas and regions in CADSES (2004-2007) [Elmar Csaplovics (ed), Fernerkundung und angewandte Geoinformatik, Bd 4. Csaplovics E, Wagenknecht S, Seiler U (eds) (2008) Spatial information systems for transnational management of protected areas and regions in the Central European Space - selected results and outputs of the EU Interreg IIIB project SISTEMaPARC. Rhombos, Berlin 2008]

TransEcoNet – Transnational ecological networks in Central Europe (www.transeconet.eu) (2009-2013) [Elmar Csaplovics (ed), Fernerkundung und angewandte Geoinformatik, Bd 11. Csaplovics E, Schoeps S (eds) Transnational Ecological Networks in Central Europe (TransEcoNet), Rhombos, Berlin 2013 (in print)]

Datenvorhaltung

Schilfkartierung 1979 (Biologische Station Illmitz)

Schilfkartierung 2008 (IPF-TUD, Dresden, OeNB – Burgenland, Eisenstadt)

Seevermessung 1985ff. (IPF-TUW, Wien, IPF-TUD, Dresden)

Kartenregister

Allgemeine Bibliographie des Burgenlandes, hg. v. Burgenländischen Landesarchiv, VIII. Teil, Karten und Pläne, 2 Bde., bearbeitet von Karl Ulbrich, Eisenstadt 1970 bzw. 1972

Elmar Csaplovics, Zur Topochronologie der Landschaft um den Neusiedler See bis zum Ende des 16. Jahrhunderts. Landesarchiv, Eisenstadt 2005 (= Burgenländische Forschungen 91)

Elmar Csaplovics, Die geodätische Aufnahme des Bodens des Neusiedler Sees. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 84, Eisenstadt 1989

Elmar Csaplovics, László Bácsatyai, István Márkus, Adele Sindhuber, Digitale Geländemodelle des Neusiedler Seebeckens. Wiss Arb Bgld 97, Bgld Landesmuseum, Eisenstadt 1997

Schriftenreihen

Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland, hg. v. Burgenländischen Landesmuseum, Eisenstadt, 1954ff.

Burgenländische Forschungen, hg. v. Burgenländischen Landesarchiv, Eisenstadt, 1947ff.

Burgenländische Heimatblätter, hg. v. Burgenländischen Landesarchiv, Eisenstadt, 1932-1938, 1946ff.

BFB-Berichte, hg. v. Biologischen Forschungsinstitut Burgenland (Biologische Station Neusiedlersee Illmitz), Illmitz 1975-2006(?)

Regionalplanung Neusiedler See, hg. v. Österr. Inst. F. Raumplanung, im Auftrag d. Neusiedlersee-Planungsgesellschaft, Wien 1962-1970(?)

Raumplanung Burgenland, hg. v. Amt der Bgld. Landesregierung, LAD – Raumplanungsstelle, Eisenstadt, 1979-1985(?)

Tagungsreihen

Neusiedler See Tagungen, veranstaltet von der Biologischen Station Illmitz, Illmitz 1975-1992(?) (publ. als BFB-Berichte, s.o.)

Weiterführende Websites

Informationssystem zur Hydroökologie am Neusiedler See
www.ferto-neusiedlersee.hu

Wasserwirtschaftsdirektion Nord-Transdanubien www.eduvizig.hu

Direktion des Nationalparks Fertő-Hanság www.ferto-hansag.hu

Ungarische Hydrologische Gesellschaft www.hidrologia.hu/mht/

