

## **Schilfkartierung Neusiedler See**

Ausdehnung und Struktur der Schilfbestände des Neusiedler Sees –  
Projektmanagement, Erfassung und Kartierung des österreichischen An-  
teiles durch Luftbildklassifikation



### **Projekt Endbericht**

**Ein Projekt im Rahmen des  
„Österreichischen Programms für die Entwicklung  
des Ländlichen Raumes – Sonstige Maßnahmen“**

# Inhaltsverzeichnis

---

## Schilfkartierung

*Endbericht erstellt von Prof. Dr. habil. Elmar Csaplovics und Dipl.-Ing. Jana Schmidt*

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>DATENERHEBUNG UND QUALITÄTSKONTROLLEN</b> .....	<b>4</b>
<b>VORGEHENSWEISE</b> .....	<b>6</b>
PIXELBASIERTE KLASSIFIKATION .....	6
SEGMENTIERUNG UND KLASSIFIKATION .....	7
<b>KLASSENBSCHREIBUNG</b> .....	<b>9</b>
<b>KLASSIFIKATIONSERGEBNIS</b> .....	<b>13</b>
DETAILS AUS DEM KLASSIFIKATIONSERGEBNIS .....	15
FLÄCHENANTEILE DER SCHILFKLASSEN .....	16
<b>EVALUATION DER KLASSIFIKATIONSERGEBNISSE</b> .....	<b>18</b>
GRENZEN DES UNGARISCHEN INTERPRETATIONSSCHLÜSSELS BEI DER ANWENDUNG AUF DEN ÖSTERREICHISCHEN TEIL DES NEUSIEDLER SEES .....	23
<b>EPILOG</b> .....	<b>26</b>
<b>VERÖFFENTLICHUNGEN</b> .....	<b>32</b>
<b>LITERATUR</b> .....	<b>33</b>
<b>ANHANG</b> .....	<b>34</b>

## ZUSAMMENFASSUNG

Durch das flache Seebecken des Neusiedler Sees sind die Bedingungen für einen stark ausgeprägten Schilfgürtel ideal. Dieser Schilfgürtel formt ein einzigartiges Ökotoptop und bildet den Lebensraum für eine vielfältige Fauna. Dem Schutz dieser wertvollen Habitate dient der seit Anfang der 1990iger Jahre eingerichtete, grenzüberschreitend wirksame Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel / Fertő - Hanság. Aufgrund der sukzessionsbedingten Veränderungen und der heterogenen Einflüsse auf die großen zusammenhängenden Schilfflächen durch Tourismus und Schilfwirtschaft soll eine periodische Inventur von Ausdehnung und Zustand der Schilfgebiete erfolgen. Bereits 1980 wurden die Schilfbestände des österreichischen Teils des Sees kartiert (siehe *Csaplovics (1982)*). Grundlage waren damals speziell entwickelte Struktur- und Altersklassen für die Interpretation von Farbinfrarot-Luftbildreihen. Der ungarische Teil wurde zu einem späteren Zeitpunkt (1986) ebenfalls kartiert.

Die aktuelle Kartierung erfolgte im Rahmen des Projektes „Ausdehnung und Struktur der Schilfbestände des Neusiedler Sees - Erfassung und Kartierung des österreichischen Anteils durch Luftbildklassifikation“ - ein Projekt im Rahmen der Ländlichen Entwicklung - Sonstige Maßnahmen. Um eine Homogenisierung mit dem bereits 2008 klassifizierten ungarischen Teil zu erreichen, wurde der dort angewendete vereinfachte Klassifikationsschlüssel übernommen und adaptiert. Allerdings stoßen die Klassenbeschreibungen des ungarischen Schlüssels bei der Anwendung auf die Gegebenheiten auf österreichischer Seite zum Teil an ihre Grenzen. Anpassungen der Klassenbeschreibungen waren deshalb notwendig.

Die vorliegenden raumbezogenen Informationen zu Alter sowie Struktur und Ausdehnung der Schilfbestände sollen zum einen als Grundlage für die Erarbeitung von Schutzstrategien und zum anderen dem Aufbau eines nachhaltigen Flächenmanagements dienen.

# DATENERHEBUNG UND QUALITÄTSKONTROLLEN

Die Befliegung des österreichischen Teils des Neusiedler Sees und des Seewinkels erfolgt am 7. August 2008.

Die Orthobildkacheln wurden an das Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Dresden Ende Oktober 2008 ausgeliefert. Tabelle 1 enthält einen Überblick über den Lieferumfang. Die im Tif-Format und mit Bezug auf das geodätische Datum MGI (Militärgeographisches Institut) vorliegenden Daten wurden zunächst einer Qualitätskontrolle unterzogen.

Tabelle 1: Zusammenstellung der gelieferten Daten

Nr.	Metadaten	Beschreibung
1	Projektbericht	Abschlussbericht (3 Seiten A4) 20081020Abschlussbericht_Neusiedlersee.pdf
2	Passpunktliste	Liste der vermessenen Passpunkte 20081021_Passpunkte_Neusiedlersee.pdf
3	Übersicht (Blattschnitt)	Übersicht der Blattschnitte Uebersicht_NeusiedlerSee.pdf
4	Orthobild - Kacheln	128 Datensätze TiffWorld, Spektralkombination CIR inklusive *.tif, *.tfw, *.pyr, *.rdx (insgesamt 512 Datensätze)

Die im Leistungsverzeichnis „Leistungsbeschreibung Digitales Orthophoto“ vereinbarten Anforderungen an die Orthophotos wurden überprüft und die Ergebnisse in dem Qualitätsbericht vom 10. März 2009 zusammengefasst. Die wichtigsten Schwerpunkte sind im Folgenden noch mal aufgeführt. Detaillierte Informationen sind dem Bericht selbst zu entnehmen.

Die geforderte Lagegenauigkeit der Bildelemente innerhalb der Orthophotos von  $\pm 0,25$  m oder besser konnte bestätigt werden. Neben den Kontrollen der vereinbarten geometrischen Eigenschaften wurden auch die radiometrischen Eigenschaften der Orthobilder überprüft, sowie auf mögliche Bildfehler hin untersucht. Insgesamt wurden folgende Kontrollen durchgeführt:

- Kontrolle der Gebietsabgrenzung
- Kontrolle der Lagegenauigkeit
- Kontrolle der Bodenauflösung der Luftbilder
- Visuelle Kontrolle der Bilddaten.

Die Kontrolle der mit den Bilddaten erfassten Gebietsabgrenzung hat ergeben, dass der in der Leistungsbeschreibung als Bestandteil der Beauftragung festgelegte Überdeckungsbereich insbesondere im Bereich der österreichisch-ungarischen Staatsgrenze nicht eingehalten wurde. Darüber hinaus fehlten um die Schilfinseln östlich von Mörbisch und entlang der Staatsgrenze westlich der großen Illmitzer Schilfinsel Bereiche des Schilfgürtels auf österreichischem Staatsgebiet. Die gestellten Nachforderungen dieser vermutlich irrtümlich abgeschnittenen Randbereiche der Bilddatensätze in diesem Teil des Projektgebietes wurden erfüllt.

Um die Lagegenauigkeit innerhalb der Orthophotos zu überprüfen, wurde ein Vergleich der gelieferten Daten mit 18 vermessenen Referenzobjekten, wovon 10 innerhalb des mit Bildinformationen versehenen Untersuchungsgebietes lagen, durchgeführt. Diese Referenzobjekte wurden durch Meixner Vermessung ZT GmbH erfasst und zusammen mit den Bilddaten geliefert. Für die 10 Passpunkte wurden jeweils die Root Mean Square-Fehler (RMS-Fehler) berechnet. Der RMS-Fehler für die alle kontrollierbaren Passpunkte beträgt  $\pm 0,19$  m.

Um die angestrebte Größe der Bildelemente in den Orthobildern umsetzen zu können, müssen die Luftbilder eine um den Faktor  $k^1$  reduzierte Auflösung haben. Für die Luftbilder ist eine Auflösung von 0,18 m gefordert.

---

<sup>1</sup>  $k = 1/\sqrt{2}$

Zur Kontrolle der geforderten Bodenauflösung der Luftbilder wurden stichprobenweise Strecken in den Luftbildern sowie in einer gescannten topographischen Karte gemessen. Für die Kontrolle der Bodenauflösung der Luftbilder stand eine Auswahl an Luftbildern aus dem Bereich Ortsrand Illmitz (Biologische Forschungsstation, Seebad) zur Verfügung. Aufgrund der dünnen Bebauung sowie der maßstabsbedingten Darstellungen in der topografischen Karte war es schwierig geeignete Strecken zur Berechnung der Bodenauflösung in den Luftbildern zu finden. Für die Entfernungsmessung müssen markante Punkte, Abzweigungen oder Ähnliches, sowohl in der topografischen Karte als auch in den Luftbildern zu finden sein. Letztendlich konnten nur zwei Strecken gefunden werden, die zuverlässig gemessen werden konnten. Die gemessenen Strecken bzw. die daraus berechneten Pixelgrößen ergeben, dass die Bodenauflösung der Luftbilder um den geforderten Bereich von 0,18 m liegt.

Die Bilddaten wurden anschließend visuell nach typischen Bildfehlern durchsucht. Hierzu zählen fehlerhafte Pixel oder Streifen bzw. geometrische und radiometrische Auffälligkeiten.

Insbesondere wurden folgende Fehler gefunden:

- größere Bereiche innerhalb von Ortschaften mit geometrischen Verzerrungen
- deutliche radiometrische Unterschiede entlang von Schnittkanten
- geometrischer Versatz
- Unschärfe innerhalb verschiedener Überlappungsbereiche
- überlappende / doppelte Abbildung von Objekten.

Radiometrische Unterschiede und die erwähnten Unschärfen innerhalb des Schilfgürtels sowie der Bildversatz beeinflussen die Qualität der Klassifikation. Relevante Stellen innerhalb des Schilfgürtels sowie im Seewinkel wurden markiert. Die Korrektur bzw. Nachbearbeitung der in der gekennzeichneten Mängel ist für eine zweckmäßige Auswertung notwendig und wurde nachgefordert. Von einer Korrektur der geometrischen Verzerrungen innerhalb der Ortschaften wurde abgesehen.

Nachdem die Daten vom Ingenieurbüro Meixner nachbearbeitet wurden, erfolgte die endgültige Abnahme im Oktober 2009.

## VORGEHENSWEISE

Parallel zur Qualitätskontrolle ist bereits an der Erarbeitung eines geeigneten Verfahrens zur Klassifikation der Orthobilder gearbeitet worden. Aus infrastrukturellen Gründen wurde zunächst versucht, die Klassifikation mittels pixelbasierter Methoden vorzunehmen.

### PIXELBASIERTE KLASSIFIKATION

Aufgrund der zu Beginn des Projektes vorhandenen Infrastruktur wurde zunächst der pixelbasierte Klassifikationsansatz verwendet. Hierbei kam das Programm ERDAS Imagine 8.7 mit dem Modul „Expert Classifier“ zum Einsatz. Die Klassifikation erfolgte auf Grundlage eines wissensbasierten Entscheidungsbaums. Dieser enthält Regeln und Bedingungen, die für die einzelnen Klassen festgelegt wurden.

Die Klassifikation erfolgte zunächst an einer ausgewählten Szene. Das Ergebnis war nicht zufriedenstellend. Zum einen blieb ein relativ großer Anteil an Pixel übrig, die keiner Klasse zugeordnet werden konnten und zum anderen war der Anteil an Fehlklassifikationen, trotz eines sehr aufwendigen Entscheidungsbaums, sehr hoch. Der Zeitaufwand für die Nachbearbeitung der Klassifikationsergebnisse ist als sehr hoch einzuschätzen.

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 1) enthält eine Detailansicht des Klassifikationsergebnisses, welche die Problematik nochmals veranschaulichen soll. Man erkennt gut, dass hier in diesem Fall Braunwasserbereiche als offener Boden (braun) klassifiziert wurden, da die spektrale Signatur von Boden und auf dem Wasser treibenden Pflanzenarten (z.B. Wasserschlauch) sehr ähnlich ist. Des Weiteren sieht man auch die unklassifizierten Bereiche (schwarz), die meist im Übergangsbereich zwischen zwei Klassen liegen.

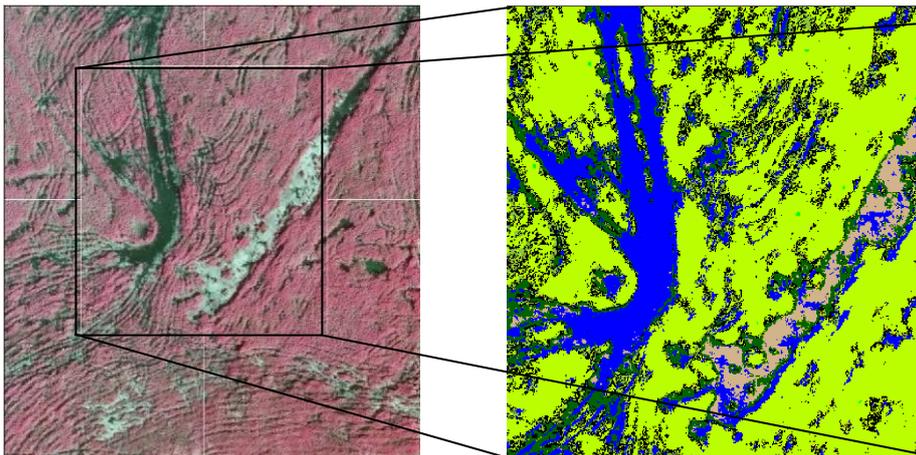


Abb. 1 Detailansicht Klassifikation mittels Expert Classifier

Ein weiteres Problem dieses Verfahrens für die Klassifikation von mehr als 100 Orthophotos ist die Übertragbarkeit des Entscheidungsbaums. Dadurch, dass mit festen Schwellwerten gearbeitet wird und die spektralen Eigenschaften von Objekten der gleichen Klasse in unterschiedlichen Bildern bzw. an unterschiedlichen Stellen im Schilfgürtel durchaus variieren können, wäre eine Anpassung des Entscheidungsbaums vor jeder einzelnen Klassifikation notwendig (hoher Zeitaufwand). Um das Problem besser zu veranschaulichen, sind in der nachfolgenden Abbildung (Abb. 2) drei mögliche Darstellungen der Klasse Braunwasser nebeneinander aufgezeigt. Man sieht deutlich die spektrale Bandbreite von Objekten innerhalb einer Klasse. Die Abbildung von Braunwasser kann in vorliegenden CIR-Bildern, je nach Anteil verschiedener Substanzen im Wasser, von schwarz über blau, grün und sogar rostbraun (hier nicht abgebildet) gehen.

Des Weiteren ist der hohe Detailreichtum an Objekten innerhalb einer Klasse hinderlich. Ein gutes Beispiel hierfür sind die stark variierenden Oberflächen von Objekten innerhalb der Klasse „Stege, Ferienhäuser“. Neben den Stegen aus Holz gehören dazu Aufbauten der Ferienhäuser, deren Dachbedeckung aus unterschiedlichen Materialien besteht.

Aus diesen Gründen wurde von einer Klassifikation auf Pixelbasis abgesehen.



Abb. 2 Beispiel für die spektrale Bandbreite von Objekten einer Klasse anhand der Klasse „Braunwasser“

## SEGMENTIERUNG UND KLASSIFIKATION

Alternativ zu dem pixelbasierten Ansatz wurden verschiedene Orthobilder mit dem objektbasierten Ansatz klassifiziert. Seit November 2009 stand die Software eCognition am Institut zur Umsetzung dieses Ansatzes zur Verfügung.

Bei diesem Ansatz erfolgt vor der eigentlichen Klassifikation zunächst die Segmentierung der Orthobilder. Da zu diesem Zeitpunkt lediglich die Developer Version 7.0 der Software eCognition vorhanden war konnte die Segmentierung des kompletten Datensatzes, mit besonderer Rücksicht auf die Grenzübergänge der Orthobilder, nicht durchgeführt werden. Da keine Stapelverarbeitung möglich war, mussten die Bilder einzeln segmentiert werden, sodass es an den Bildrändern zu Unstetigkeiten kommen kann.

Neben den drei Bändern (Nahes Infrarot, Rot, Grün) ging in die Segmentierung der Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) mit ein. Dieser wurde zunächst in ERDAS Imagine aus dem nahen Infrarot- und Rotkanal berechnet. Auf diese Weise können vorhandene Unterschiede in den Beleuchtungsverhältnissen und auch mögliche Geländeneigungen kompensiert werden.

Die Übertragbarkeit des Prozessbaums für die Segmentierung auf verschiedene Orthobilder ist generell möglich. Da aber die Segmentgrenze nicht immer der Objektgrenze entspricht, müssen die segmentierten Bilder nachbearbeitet werden. Die folgende Abbildung (Abb. 3) zeigt ein Beispiel in dem das Segment durch Zuschneiden an die Objektgrenze angepasst wird.

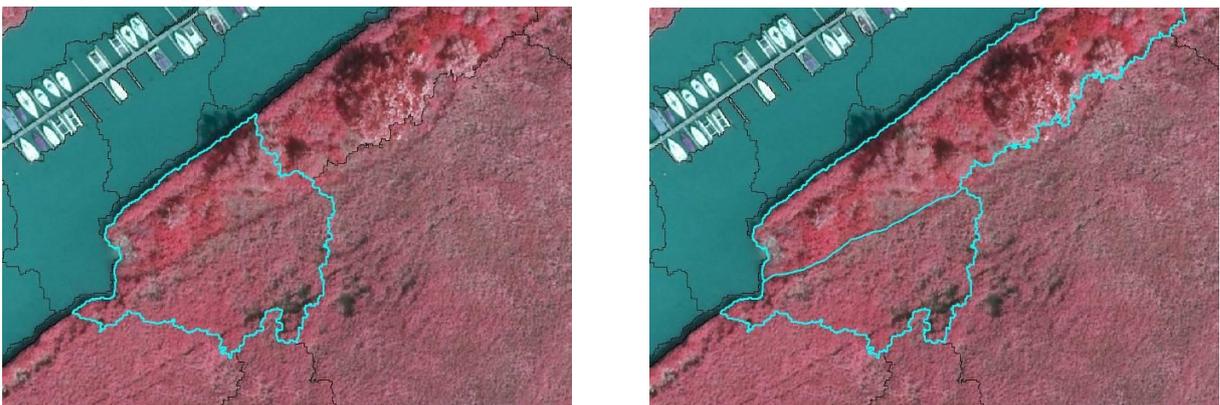


Abb. 3 Beispiel zur Notwendigkeit der Nachbearbeitung der Segmentierung

Die ausgegebene Segmentgröße ist so gewählt, dass auch kleinere Unterschiede in der Landbedeckung (wie z.B. Braunwasserbereiche von wenigen Metern) detektiert werden können. Durch die recht kleine Segmentgröße wird ein Objekt auf der Oberfläche durch mehrere Segmente beschrieben. Diese müssen vor der Klassifikation noch zusammengefasst werden („merging“). Im folgenden Beispiel (Abb. 4) werden die Segmente innerhalb der Wasserfläche sowie innerhalb des Schilfbereiches so zusammengefasst, dass die Segmentgrenzen der Objektgrenzen entsprechen. Dadurch erleichtert sich nicht nur die Klassifikation sondern durch die Reduzierung der Segmente verringert sich auch die Dateigröße. Nach der Nachbearbeitung enthält ein Orthobild zwischen 1.000 und 1.500 Segmente.

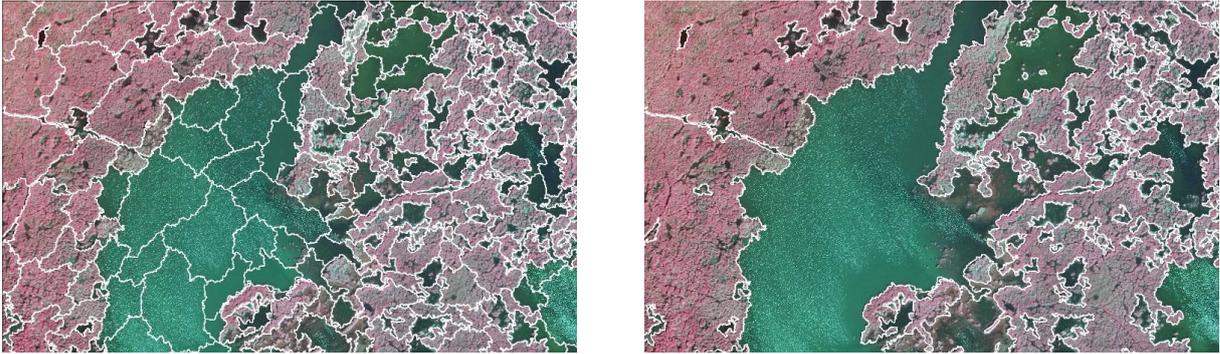


Abb. 4 Nachbearbeitung der Segmentierung durch Zusammenfügen der Segmente

Bei der anschließenden Klassifikation in eCognition traten Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Klassenbeschreibung des ungarischen Interpretationsschlüssels in einen Algorithmus auf, der eine automatisierte Klassifizierung ermöglicht hätte. Der ungarische Schlüssel ist auf die ungarischen Gegebenheiten spezifiziert und kann den österreichischen Teil des Schilfgürtels nicht lückenlos ohne Kompromisse abdecken. Auch ist die Übertragbarkeit des Klassifikationsbaums auf die einzelnen Orthobilder schwierig, da durchaus noch radiometrische Unterschiede innerhalb verschiedenen Klassen im gesamten Untersuchungsbereich vorhanden sind. Auch im Falle einer objektbasierten Klassifikation trat das Problem der Übertragbarkeit und der damit verbundene hohe Zeitaufwand für Vor- und Nachbearbeitung auf.

Aus diesen Gründen wurde schlussendlich eine visuelle on-screen-Klassifikation der Orthobilder durchgeführt. Es zeigte sich jedoch, dass es dennoch günstig ist, die Bilder zunächst zu segmentieren. Durch die Segmente kann die patch-artige Struktur der Schilfflächen besser erhalten bleiben. Zudem können durch die vorangestellte Segmentierung viele Objekte schneller klassifiziert werden, da die Segmentgrenze einer Objektgrenze entspricht. Im Schnitt enthält ein Orthobild nach der Segmentierung zwischen 3.500 und 6.500 Segmente. Die hohe Anzahl an Segmenten stammt oftmals noch aus den angrenzenden Ortschaften oder Feldern, die im Orthobild enthalten sind. Da diese aber in den weiteren Schritten nicht mehr betrachtet werden, reduziert sich die Anzahl der Segmente auf ca. 4.000. Diese Zahl hängt natürlich deutlich vom Bildinhalt ab. Je homogener der Bildinhalt ist, desto kleiner wird auch die Anzahl der Segmente. Die dennoch recht große Zahl an Segmenten wird notwendig, wenn Details (wie z.B. kleinere Braunwasserbereiche) noch dargestellt werden sollen.

## KLASSENDESCHEIBUNG

Um die Vergleichbarkeit des Klassifikationsergebnisses mit dem bereits klassifizierten ungarischen Anteil des Neusiedler Sees zu gewährleisten, wurde der in *Márkus et al. (2009)* vorgestellte Interpretationsschlüssel verwendet.

Der ungarische Interpretationsschlüssel ist darauf ausgelegt sowohl die ökologische als auch ökonomische Aspekte des Schilfgürtels zu erfassen. Die einzelnen Klassen werden durch das Alter, die Dichte und das Vorkommen von anderen Pflanzenarten charakterisiert. Es gibt insgesamt fünf Schilfklassen, welche wiederum Unterklassen haben können. Für den österreichischen Teil des Neusiedler Sees mussten allerdings einige Modifikationen des Schlüssels vorgenommen werden. Die nachfolgende Aufzählung zeigt die modifizierte Klassenbeschreibung nach *Márkus et al. (2009)*. Auf der rechten Seite befindet sich für jede Klasse ein repräsentativer Ausschnitt aus dem österreichischen Orthobild Datensatz des Neusiedler Sees.

### Klasse I.A:

Gesunde, homogene, junge oder reife Schilfbestände mit einem Anteil an begleitenden Pflanzenarten unter 10 %. Die Schilfdecke ist geschlossen und befindet sich zum größten Teil entlang der Schilf-Wasser-Grenze. Durch die hohe Vitalität der Schilfpflanzen erscheinen diese Flächen in den CIR-Daten in einem kräftigen Rot.



### Klasse I.B:

Bestände an Schilf-Großseggen, Schilf-Moorwiesen, Schilf-Sumpfwiesen, die reich an natürlichen Pflanzenarten sind und einen geringen Anteil an weiteren Pflanzenarten („Unkraut“) haben. Der Schilfanteil bleibt unter 20 %. Diese Gebiete befinden sich primär entlang der Schilf-Land-Grenze und erscheinen in den CIR-Bildern lilafarbig.



### Klasse II.A:

Gesunde, vitale und dichte Schilfbestände, in denen es bereits erste Anzeichen von Alterung und Auflockerung gibt. Es kommen auch einige subdominante Pflanzenarten vor. Diese Bestände liegen in gering höheren Bereichen des Schilfgürtels oder auf den Sedimentwällen entlang des seeseitigen Schilfrandes sowie an der Uferzone. Die Flächen weisen zum Teil kammartige Strukturen von den Erntemaschinen auf. Der Großteil des Schilfs ist noch jung, sodass diese Bereiche ebenfalls in einem stärkeren Rot erscheinen.



### Klasse II.Aa:

Hierbei handelt es sich um eine Unterklasse der Klasse II.A, die seewärts wachsende Bereiche im Schilfgürtel beschreiben. Das Schilf an diesen Stellen ist aufgelockert und befindet sich an der eher windarmen Seeseite. Durch die Auflockerung ist das Seewasser in den Orthobildern ebenfalls erkennbar, sodass diese Bereiche in den CIR-Daten in einer Mischung aus Rot und Blau erscheinen.



### Klasse II.Ab

Dies ist ebenfalls eine Unterklasse von Klasse II.A und entspricht im Großen und Ganzen der Klasse II.Aa. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass in dieser Klasse die beschädigten Röhrichte zusammengefasst werden. Die Schädigungen können durch Wind- und Eisdrift entstehen. Dadurch sind vor allem nach Nordwesten exponierte Schilfränder betroffen.



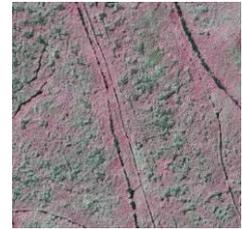
### Klasse II.B:

Hierbei handelt es sich um Schilf-Großseggen Gesellschaften, Schilf-Moorwiesen, Schilf-Sumpfwiesen, die einen geringen Anteil an „Unkraut“ enthalten. Meist handelt es sich um *Cladium mariscus* (Schneidebinse) Bestände, mit einem erhöhten Vorkommen an Schilf und anderen Pflanzenarten. Innerhalb dieser Flächen können auch Spuren von Schilf-Erntemaschinen vorkommen.



### Klasse III.A:

Diese Klasse enthält veraltete und aufgelockerte Schilfbestände, mit einem maximalen Anteil an begleitenden Pflanzenarten von 20-25 %. Die Schilfpflanzen selbst sind niedrig und dünn und kommen vorwiegend im Inneren des Schilfgürtels vor. Es gibt nur wenig Jungschilf. Die Bestandstruktur ist mosaikartig mit größeren Flächen an Braunwasser (bis zu 30 %). Diese Bereiche werden im CIR-Bild aus einer Mischung von Rot und Blau abgebildet.



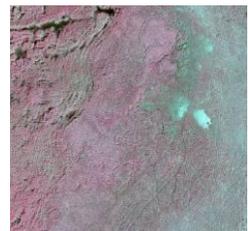
### Klasse III.Aa

Diese Unterklasse von III.A enthält veraltete Schilfbereiche mit einer homogenen Struktur, welche sich hauptsächlich im Inneren des Schilfgürtels befinden. Diese Bereiche werden selten geerntet, wodurch der Anteil an Altschilf deutlich überwiegt. In diese Klasse fallen auch viele Flächen, die in dem geschützten Gebiet (Kernzone) sowie im Bereich des Wulka-Zuflusses liegen. Die vorliegende Definition dieser Gebiete wird noch um Bereiche ergänzt, die ebenfalls einen hohen Anteil an Altschilf aufweisen aber auch Erntespuren enthalten.



### Klasse III.B:

Hierbei handelt es sich wieder um Bestände von Schilf-Großseggen, sowie Schilf-Moorwiesen oder Schilf-Sumpfwiesen. Allerdings mit einem großen Anteil an „Unkraut“. Die sich entlang der Schilf-Land Grenze befindlichen Flächen können von Schilf-Erntemaschinen oder Wild beschädigt worden sein, sodass deutlich Spuren erkennbar sind. Wenn die Kanäle freigeschaufelt werden können auch entlang dieser Fahrtrinnen Bereiche mit „Unkraut“ vorkommen.



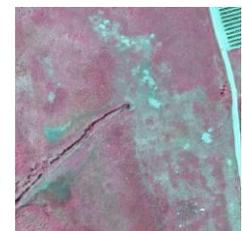
### Klasse IV.A:

Diese Klasse enthält stark aufgelockerte Schilfbestände mit einem Anteil von 30-50 % an offenen Wasserflächen. Das Schilf ist alt und es gibt einen großen Anteil an subdominanten Pflanzenarten. Die Degradation ist bereits fortgeschritten. Zur ungarischen Klassenbeschreibung wurden noch Flächen hinzugefügt, die einen kleineren Anteil an offenen Wasserflächen haben aber das (alte) Schilf durch die Ernte beschädigt wurde.



### Klasse IV.B:

Trocken liegende Bestände an Schilf-Großseggen, Schilf-Moorwiesen, Schilf-Sumpfwiesen, mit einem dominierenden Anteil an „Unkraut“, sowie Aufschüttungen (u. a. entlang der Kanäle), und Schilfdeponien fallen in diese Klasse. Die Vegetation erscheint im CIR Bild wieder rot. Der offene Boden bzw. Schlamm oder Schutt wird weiß abgebildet. Diese Klasse tritt häufig entlang der Schilf-Land-Grenze sowie an den Lacken im Seewinkel auf.



Klasse V.A:

Veraltete, degradierte und absterbende Schilfbestände werden in diese Klasse eingeordnet. Es gibt kein nachwachsendes Jungschilf, da in den tieferen Bereichen des Sees anaerobe Verhältnisse in der Wurzelzone herrschen, sodass das Nachwachsen von Jungschilf nicht mehr erfolgen kann. Der Anteil an offenen, permanenten Wasserflächen ist größer als 50 %. Ergänzend zu dieser Klassenbeschreibung werden noch Bereiche aufgenommen, die totes Schilf bzw. (abgestorbene) Stoppeln enthalten. Der Wasseranteil in diesen Flächen kann auch kleiner als 50% sein. Zusätzlich können auch Erntespuren vorhanden sein.



Klasse V.B:

Hierbei handelt es sich ebenfalls um trocken liegende Flächen von Schilf-Großseggen, Schilf-Moorwiesen, Schilf-Sumpfwiesen, auf denen das „Unkraut“ vorherrscht. Es herrscht eine fortgeschrittene Bewaldung mit Pionierbäumen (z.B. Weide-Pappeln) sowie Strauch- und Gebüscharten vor.



Klasse V.Ba:

Diese Unterklasse enthält speziell Gebiete mit *Salicetum cinereae* Grauweiden-Gebüsch). Die runden Kronen sind im Bild gut zu erkennen.



Die Modifizierung des ungarischen Schlüssels war notwendig, da große Bereiche im österreichischen Teil des Sees beschädigtes Schilf mit Erntespuren aufweisen. Der Wasseranteil ist in diesen Flächen meist gering. Das noch vorhandene Schilf kann auch unterschiedliche Vitalitäten aufweisen. Allein mit dem ungarischen Schlüssel können frische Schnittflächen nicht von Schnittflächen unterschieden werden die deutlich älter sind. Anhand von Dichte und Vitalität des Schilfes sowie des Vorkommen von anderer Vegetation auf der geernteten Fläche erfolgte die Zuordnung in die Klassen III.A, IV.A und V.A. Die Klasse V.A enthält primär Bereiche mit abgestorbenen Stoppeln oder bereits noch stehendes abgestorbenes Schilf.

Zusätzlich zu diesen Anpassungen wurde eine weitere Klasse eingeführt.

Klasse III.Ab:

Diese Klasse umfasst Bereiche innerhalb des Schilfes, die geprägt sind von einem starken (krautigen) Unterwuchs. Das Schilf innerhalb dieser Flächen ist meist schon älter, aber es kann ebenfalls Jungschilf auftreten. Der Anteil an Wasserflächen kann variieren. Zusätzlich können auch Erntespuren vorhanden sein. In CIR-Bildern erscheinen diese Flächen in einen grünlich-rötlichen Ton.



Neben den eben beschriebenen Klassen sind noch folgende Klassen für die Klassifizierung verwendet worden:

- Seewasser
- Braunwasser
- Gewässer
- Stege, Ferienhäuser
- Wege
- Weinanbau
- Sonstiges
- Kanal.

Die Wasserfläche des Neusiedler Sees wird in See- und Braunwasser unterteilt. Mit „Seewasser“ wird die offene Seefläche beschrieben, wohingegen „Braunwasser“ Wasserflächen innerhalb des Schilfgürtels charakterisiert. Die beiden Wasserklassen unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung und damit in der Abbildung in den CIR-Daten. Die offenen Wasserflächen innerhalb des Schilfgürtels haben keinen oder nur geringen Kontakt zum Seewasser, sodass sich in diesen Bereichen Sediment und Schwebstoffe absetzen können (*Csaplovics (1982)*). Das Erscheinungsbild dieser Flächen variiert in den Orthobildern zwischen einen dunklen Blau, Grün und Rost-

braun. Die Seefläche wird hingegen in einem Türkis abgebildet. Eine Spezifizierung der Klasse Braunwasser ist die Klasse „Kanal“. Größere Kanäle wie der „Breitenbrunner Kanal“ werden in der Klasse „Braunwasser“ namentlich genannt. In einem zusätzlichen extra Layer sind etwas breitere (längliche) Braunwasserflächen als Kanal ausgezeichnet. Diese Kanäle können zu Teil mit einem Boot befahren werden. Bereiche mit offenen Wasserflächen innerhalb des Schilfgürtels zählen nicht dazu.

In der Klasse „Wege“ sind alle Wege (inkl. Feld- und Fahrwege) und Strassen zusammengefasst, unabhängig von der Oberfläche bzw. Kategorie. Diese Klasse enthält hauptsächlich die Zufahrtsstrassen zu den Seebädern oder direkt an den Schilfgürtel angrenzende Strassen. Außerhalb des Schilfgürtels wurden keine Verkehrswege erfasst.

Zur Klasse „Stege, Ferienhaeuser“ gehören alle Aufbauten, die sich innerhalb oder am seeseitigen Rand des Schilfgürtels befinden. So zählen z.B. Ferienhäuser, Hütten und Bootsstege dazu. Diese Klasse enthält ebenfalls die Flächen der Seebäder, inklusive deren Parkplätze.

Die Klasse „Sonstiges“ enthält Flächen innerhalb des Schilfgürtels, die nicht im Klassifikationsschlüssel definiert wurden.

Angrenzend an den Schilfgürtel des Neusiedler Sees bzw. im Seewinkel wurden zusätzlich noch die Klassen „Gewaesser“ und „Weinanbau“ verwendet. Zur Klasse „Gewaesser“ zählen alle natürlichen oder künstlich angelegten Wasserflächen außerhalb des Schilfgürtels und des Neusiedler Sees. Insbesondere im Seewinkel befinden sich Lacken, die den Hauptbestand dieser Klasse stellen. Die größeren Lacken werden in der Attributtabelle (Spalte „Klasse“) namentlich aufgeführt.

Die Klasse „Weinanbau“ enthält Bereiche auf denen Wein angebaut wird bzw. angebaut wurde, solange die typische längliche Struktur zu erkennen war. Es wurden lediglich die Gebiete mit Weinanbau erfasst, die sich direkt an den Schilfgürtel bzw. an die Lacken im Seewinkel anschließen.

## KLASSIFIKATIONSERGEBNIS

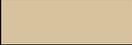
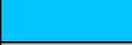
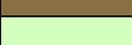
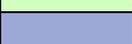
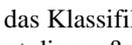
Als Ergebnis der Klassifikation liegen zwei Shape-Dateien („NeusiedlerSee.shp“ und „Kanal.shp“) vor. „NeusiedlerSee.shp“ deckt den Schilfgürtel des österreichischen Teils des Neusiedler See sowie einen Überlappungsbereich entlang der österreichisch-ungarischen Grenze ab. Des Weiteren sind die Lacken östlich des Sees mit in dem Datensatz enthalten. Die Attributtabelle der Shape-Datei enthält folgende Spalten:

- ObjektID
- Schluessel
- Klasse
- Shape\_Length
- Shape\_Area.

In der Spalte „ObjektID“ befindet sich die fortlaufende Nummer der verschiedenen Segmente. „Shape\_Length“ und „Shape\_Area“ enthalten den Umfang bzw. die Fläche des Features. In der Spalte „Klasse“ ist der Klassenname bzw. der Name der Lacke oder eines größeren Kanals enthalten. Spalte „Schluessel“ enthält den für die entsprechenden Klassen verwendeten Schlüssel. Die folgende Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die Klassen und deren Schlüssel: Die Spalte „Legende“ enthält die Farbe, in der die jeweiligen Klassen abgebildet sind.

Die Datei „Kanal.shp“ enthält nur Polyline der Kanäle.

Tabelle 2 verwendete Klassen und deren Schlüssel sowie Farbsignatur

Schilfklassen	Schlüssel	Legende	Sonstige Klassen	Schlüssel	Legende
I.A	110		Seewasser	1100	
I.B	120		Braunwasser	1200	
II.A	210		Gewaesser	1300	
II.Aa	211		Stege, Ferienhaeuser	2000	
II.Ab	212		Weinanbau	3100	
II.Ac	213		Wege	3200	
II.B	220		Sonstiges	3300	
III.A	310		Kanal	extra Layer	
III.Aa	311				
III.Ab	312				
III.B	320				
IV.A	410				
IV.B	420				
V.A	510				
V.B	520				
V.Ba	521				

Die folgende Abbildung (Abb. 5) zeigt das Klassifikationsergebnis für den CIR-Orhobildverband. Im westlichen Teil um den Wulka-Zufluss herum ist gut die große, zusammenhängende Fläche mit älterem Schilf zu erkennen. Auffällig sind ebenfalls dichten Flächen mit großem Anteil an Braunwasser und stark degradierten Schilf in den Bereichen zwischen Rust und Mörbisch sowie nördlich und südlich der Zubringerstrasse zum Seebad Illmitz. Ansonsten ist im Inneren des Schilfgürtels eine Mischung aus den Klassen III.A, III.Aa, IV.A und V.A zu finden.

Entlang des seeseitigen Randes des Schilfgürtels zieht sich ein Band aus jungem, dichtem, vitalem Schilf. Junges Schilf ist aber auch am landseitigen Rand des Schilfgürtels zu finden. Insbesondere in den Bereichen, wo Schilf geerntet wurde und nun das junges Schilf nachwachsen kann.

Am landseitigen Rand sind zudem auch Flächen mit Schilf-Großseggen zu finden. Größere Flächen erstrecken sich am Seebad Weiden Richtung Süden. Der Übergangsbereich zwischen dem Schilfgürtel und den anschließenden Hinterland ist aber primär von den Klassen III.B und IV.B geprägt.

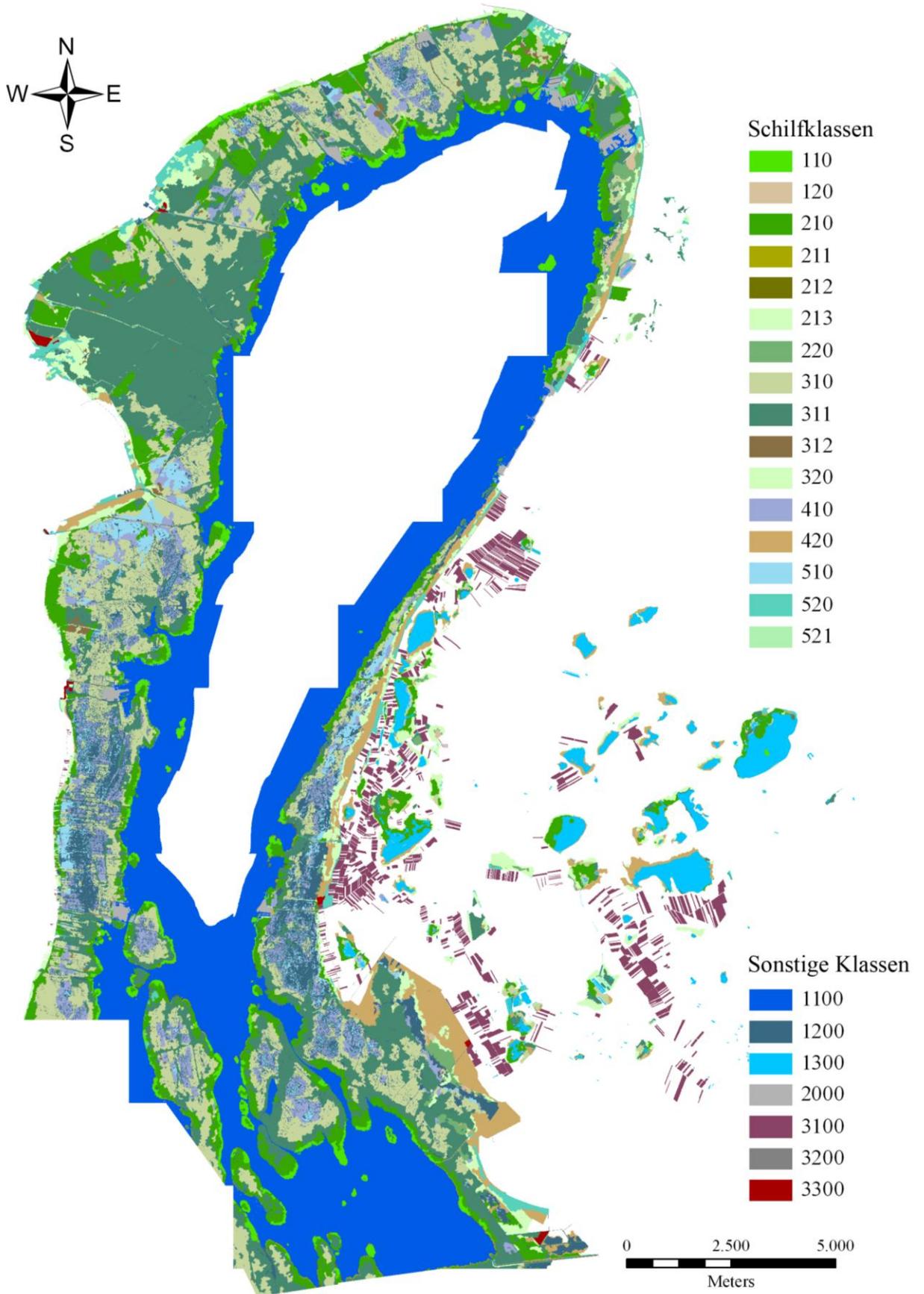


Abb. 5 Schilfkarte des österreichischen Teil des Neusiedler Sees – Seewinkel

## DETAILS AUS DEM KLASSIFIKATIONSERGEBNIS

Im folgenden Abschnitt werden einige Details aus dem Schilfgürtel betrachtet. In der folgende Abbildung (Abb. 6) ist die Ruster Bucht mit ihren typischen Ferienhäusern am seeseitigen Schilfrand zu sehen.

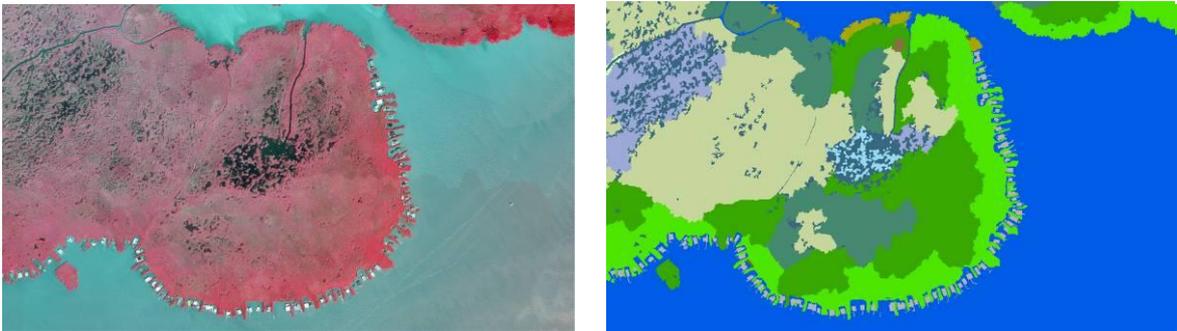


Abb. 6 Ruster Bucht (links: CIR-Orthobild, rechts: Klassifikationsergebnis)

Im CIR-Bild sowie im Klassifikationsergebnis ist gut zu erkennen, dass der seeseitige Rand des Schilfgürtels durch junges, vitales Schilf dominiert wird. Je tiefer man in den Gürtel hineingeht, desto größer wird der Anteil an altem Schilf eben sowie an Braunwasser. Das Schilf wird lichter.

Das nächste Beispiel (Abb. 7) ist aus der Naturzone des Nationalparks. Es zeigt im zentralen Bereich die Große Insel sowie östlich davon die Illmitzer Seeenge. Im Süden schließt sich der Silbersee an. Auch anhand dieses Beispiels zeigt sich, dass die Vitalität des Schilfes vom seeseitigen Rand aus nachlässt. Dies trifft sowohl auf die beiden Inseln als auch auf den eigentlichen Schilfgürtel zu. Des Weiteren ist auffällig, dass sich ein Streifen aus älteren, dichten (homogenem) Schilf von Süd nach Nordost durchzieht.

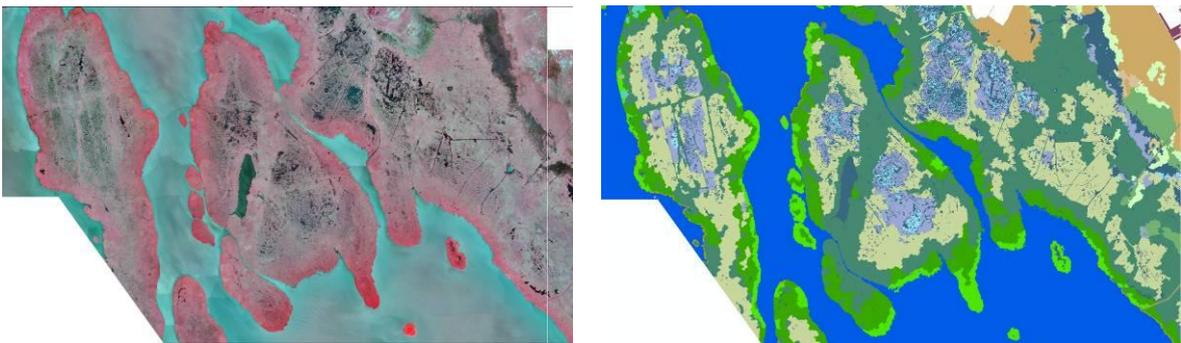


Abb. 7 Große Insel (links: CIR-Orthobild, rechts: Klassifikationsergebnis)

Auch das folgende Beispiel stammt aus der Naturzone des Nationalparks. Es zeigt den Schilfgürtel südlich der Zubringerstrasse zum Seebad Illmitz. In der CIR-Aufnahme sind gut die Strukturen zu erkennen, die bei der früheren Schilfernte hinterlassen wurden. Die großen Flächen an Braunwasser und die vorkommenden alten, degradierten Schilfbestände zeigen, dass große Schädigungen am Schilf erfolgt sind. Deutlich sind auch die alten Kanäle zu erkennen. Am landseitigen Rand sind Flächen zu erkennen, auf denen Wein angebaut wird bzw. wurde.

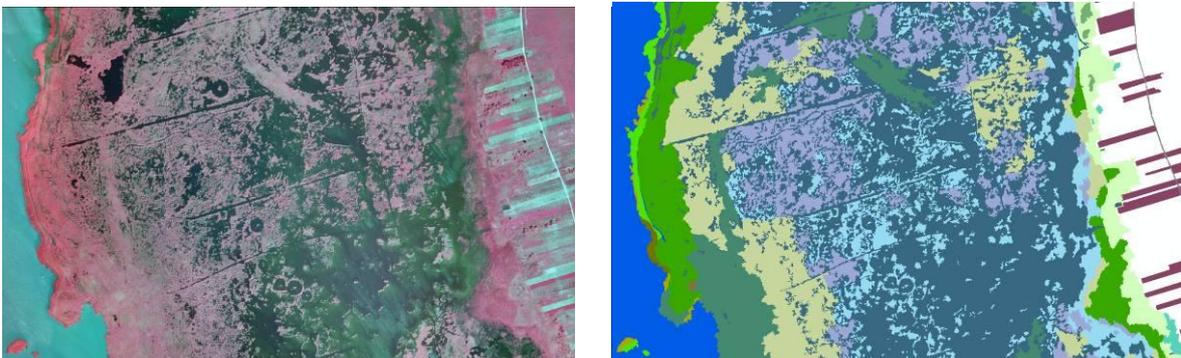


Abb. 8 Schilfgürtel südlich der Zubringerstrasse zum Seebad Illmitz (links: CIR-Orthobild, rechts: Klassifikationsergebnis)

Das nächste Beispiel zeigt einen Teil des Schilfgürtels bei Levardeck. Auf dem Orthobildmosaik sieht man deutlich das abgestorbene Schilf. Nach Rücksprache mit Dr. Erwin Nemeth (Max Planck Institut für Ornithologie) wurde bestätigt, dass dieses Schilf in Folge eines Schilfschnitts beschädigt bzw. abgestorben ist. Es sind auch noch deutlich die Erntespuren zu erkennen. Der Anteil an offenen Wasserflächen ist in diesen Bereich des Schilfgürtels deutlich kleiner als 50%, aber man erkennt, dass sich Bereiche mit offenem Wasser bilden. Die Klassenbeschreibung der Klasse V.A des ungarischen Klassifikationsschlüssels wurde so angepasst, dass trotz des Mangels an offenen Wasserflächen auch diese Bereiche mit in der Klasse V.A erfasst werden können.

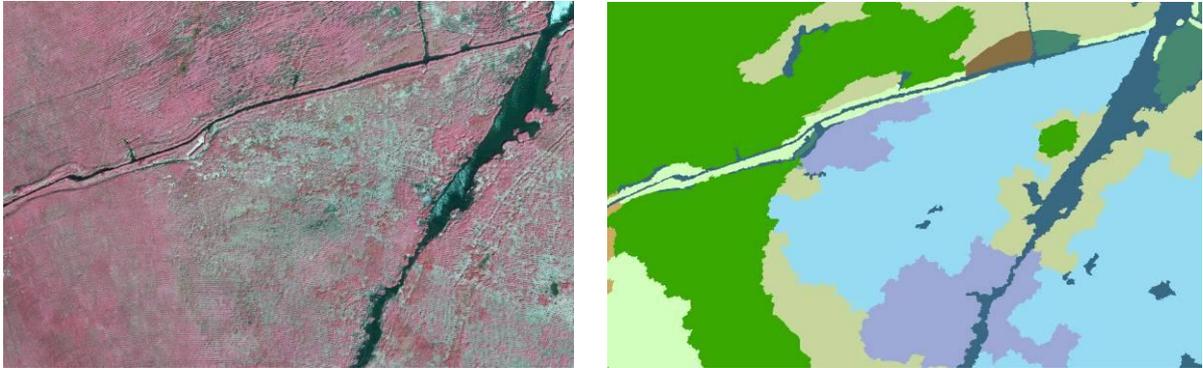


Abb. 9 Fläche mit abgestorbenem Schilf bei Oggau (Levardeck)

#### FLÄCHENANTEILE DER SCHILFKLASSEN

Die folgenden Flächenwerte beziehen sich auf den Schilfgürtel, dessen Abgrenzung in der nächsten Abbildung durch das schwarze Polygon dargestellt wird:

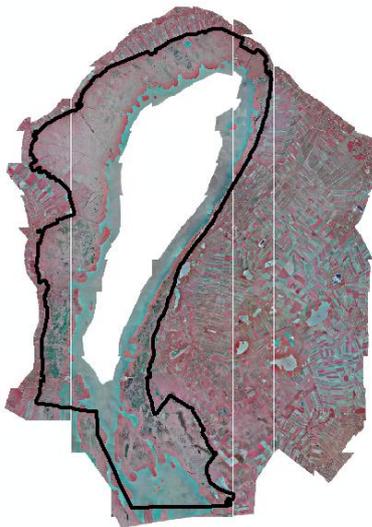


Abb. 10 Umring Schilfgürtel Neusiedler See

Die Grenze verläuft im Westen und Osten primär entlang angrenzender Fahrradwege sowie landwirtschaftlich genutzter Flächen, inklusive Feldwege. Im Norden läuft die Grenze hauptsächlich entlang der Schienen. Die südliche Grenze wird durch die Staatsgrenze definiert, d.h. der Überlappungsbereich nach Ungarn entlang der österreichisch-ungarischen Grenze liegt außerhalb des Polygons. Siedlungsbereiche (z.B. Neusiedl) sind ausgeschlossen worden.

Folgende Flächenverteilung wurde für den österreichischen Teil des Schilfgürtels des Neusiedler Sees aus dem Ergebnis berechnet:

Tabelle 3 Flächenverteilung innerhalb des Schilfgürtels

Klasse	Fläche in km <sup>2</sup>
I.A	3,81
II.A	15,83

Klasse	Fläche in km <sup>2</sup>
I.B	0,37
II.B	1,48

II.Aa	0,38	III.B	5,68
II.Ab	0,16	IV.B	5,55
II.Ac	0,0007	V.B	2,77
III.A	25,24	V.Ba	0,05
III.Aa	32,48	Stege, Ferienhäuser, Seebäder	1,29
III.Ab	0,55	Braunwasser	12,54
IV.A	6,68		
V.A	3,85		

Aus der Tabelle wird sichtbar, dass der Anteil an vitalem Schilf mit knapp 20 km<sup>2</sup> dem Anteil an Altschilf deutlich unterliegt. Was sich visuell schon in Abb. 5 andeutete wird von den Flächenwerten bestätigt. Der größte Teil des Schilfgürtels gehört zu den Klassen III.A und III.Aa. Die Summe der Schilfklassen (A-Klassen) beträgt 88,97 km<sup>2</sup>. Die B-Klassen umfassen vor allem Bereiche in der Schilfgürtelrandzone. Diese Flächen die vor allem von Seggensgesellschaften oder anderer Vegetation dominiert werden umfassen ca. 15,9 km<sup>2</sup>.

Da nicht die komplette offene Seefläche als CIR-Bildverband vorhanden war, wurde die „Lücke“ zur Berechnung der gesamten Seefläche geschlossen (siehe Abb. 11). Allerdings ist dabei zu beachten, dass die Schotterinsel nicht mit auf den CIR-Aufnahmen enthalten ist. Die Fläche der Schotterinsel ist demnach in der Fläche des Seewassers enthalten. Die Fläche des offenen Sees beträgt 130,85 km<sup>2</sup>.

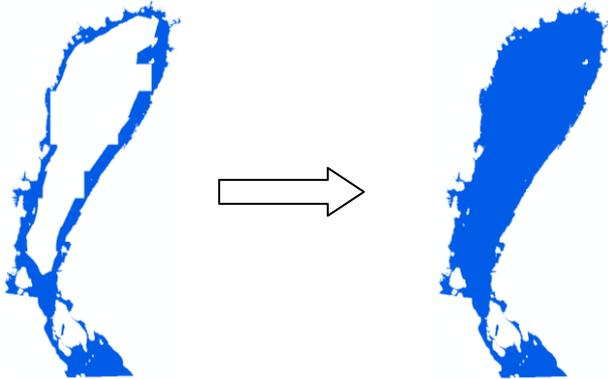


Abb. 11 Seefläche des Neusiedler See (links: aus CIR-Bildern, rechts: geschlossen)

Das folgende Diagramm (Abb. 12) verdeutlicht nochmals grafisch die Flächenverteilung innerhalb des Schilfgürtels. Die Seebäder sowie dazugehörige Infrastruktur wie Parkplätze und Straßen wurden nicht mit einbezogen.

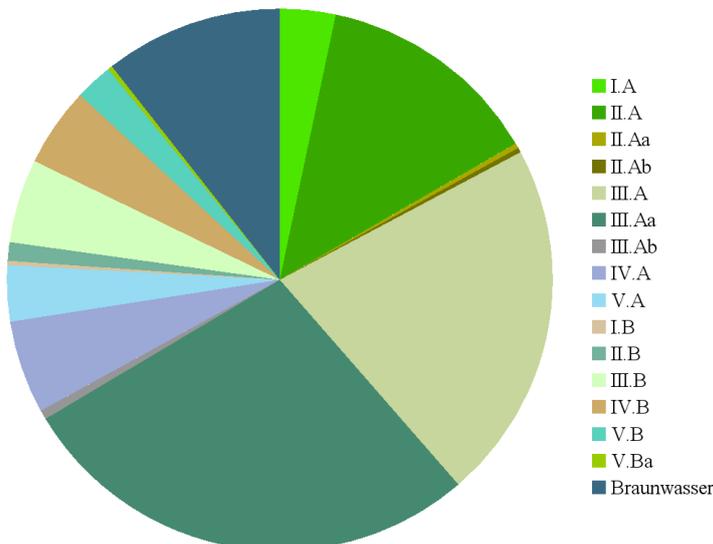


Abb. 12 Flächenverteilung innerhalb des Schilfgürtels

## EVALUATION DER KLASSIFIKATIONSERGEBNISSE

Zeitnah zur Befliegung wurden im September und Oktober 2009 im Schilfgürtel Referenzmessungen durchgeführt. Die Messungen der Schilfstrukturen am Boden wurden unter Leitung von Dr. Nemeth vom ausgeführt.

Insgesamt wurden an 45 zufällig ausgewählten Stellen im gesamten Schilfgürtel verschiedene Parameter wie Vegetationshöhe, Anteil an Alt- und Jungschilf und Anteil an offenem Wasser ermittelt. Die Messungen orientierten sich an früheren Arbeiten, die im Zuge von Untersuchungen zur Habitatwahl von Schilfvögeln durchgeführt wurden (Dvorak et al. 1995; Nemeth et al. 2001). Die Verteilung der Referenzpunkte innerhalb des Schilfgürtels zeigt die folgende Abbildung (Abb. 13). Sie sind durch blaue Punkte gekennzeichnet. Das Originalprotokoll wird mit den übrigen Daten übergeben.

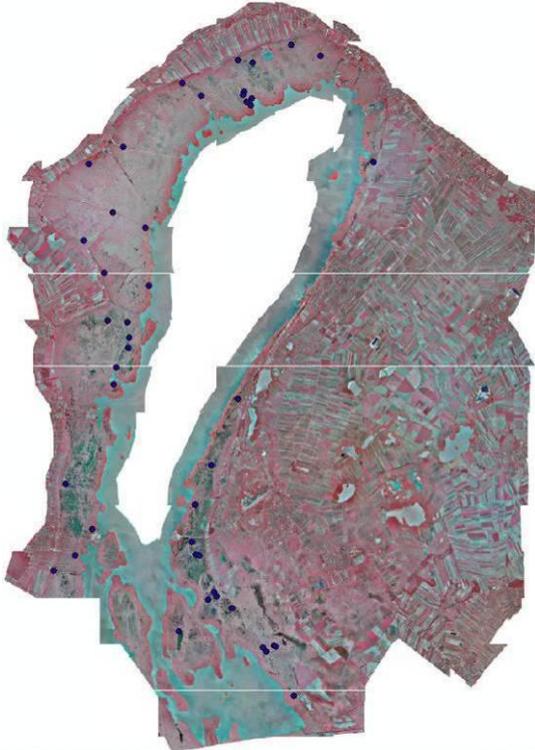


Abb. 13 Verteilung der gemessenen Referenzpunkte

Pro Referenzpunkt wurden neun Messungen vorgenommen. In jedem Referenzpunkt wurden zwei Transekte gelegt. Eine Transekte ist von Nord nach Süd ausgerichtet und die andere verläuft orthogonal dazu, also in Ost-West Richtung. Die Messungen erfolgten im Schnittpunkt der beiden Transekte und dann jeweils entlang der Transekte im Abstand von 5 m und 10 m (siehe Abb. 14).

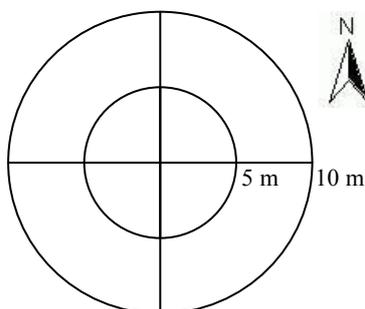


Abb. 14 Messaufbau Referenzmessungen

Gemessen wurden die Vegetationsdichte und -höhe, die Knickschicht, die Halmdicke sowie der Anteil an Jungschilf. Im Falle von offenem Wasser wurde zusätzlich der Wasseranteil sowie -tiefe bestimmt. Der Standort (Schnittpunkt der beiden Transekte) wurde mittels GPS ermittelt, sodass die Koordinaten der Positionen der Referenzpunkte in einen ersten Schritt in das vorliegende österreichische System transformiert wurden.

Mit Hilfe der bereits aufbereiteten Messdaten aus Márkus et al. (2009) sollten die Referenzmessungen in die jeweilige Klasse des ungarischen Klassifikationsschlüssels eingeordnet werden. Eine direkte Ableitung der Klasse war aber aufgrund verschiedener Messmethoden nicht möglich. In der folgenden Tabelle sind zunächst die in 18

Márkus *et al.* (2009) verwendeten Mittelwerte der gemessenen Parameter und die Zuordnung in die entsprechenden Klassen aufgezeigt. Es liegen ausschließlich die Mittelwerte für die verschiedenen Parameter vor.

Tabelle 4 aus Probeentnahmestellen ermittelte quantitative Daten (aus Márkus *et al.* (2009))

Klasse	AD (%)	H (m)	Ø (mm)	A (St)	G (St)	A/G	W (m)	Sch (m)
I.A	96,43	3,34	8,33	92,10	52,55	1,75	0,51	0,97
II.A	84,69	2,64	5,88	90,36	64,20	1,41	0,10	0,56
III.A	76,67	2,47	5,60	123,60	68,40	1,81	0,22	0,62
IV.A	60,00	2,36	5,00	118,67	46,67	2,54	0,31	0,59
V.A	18,75	1,50	~	~	~	~	0,39	0,34

AD = Bedeckung; H = Schilfhöhe, Ø = Durchmesser; A = Altschilf; G = Jungschilf;  
A/G = Altschilf - Jungschilf Anteil; W = Wassertiefe; Sch = Schlammichte

Nach Márkus *et al.* (2009) sind die Bedeckung, die Schilfhöhe und der Durchmesser der Schilfhalme ein guter Indikator für die Vitalität des Bestandes, wohingegen der Anteil an Alt- und Jungschilf Aufschluss über die Veralterung geben. Insbesondere im Inneren des Schilfgürtels ist die Wassertiefe ein geeigneter Indikator für die Degradierung.

Für die Zuordnung der Referenzmessungen in eine der fünf Klassen können allerdings nicht alle der in Ungarn verwendeten Parameter eingesetzt werden. Die Schlammichte (Sch) wurde bei den österreichischen Messungen nicht bestimmt. Andersrum wurde die Knickschicht bei den ungarischen Messungen nicht berücksichtigt. Zudem gibt es auch Abweichungen zwischen den angewandten Methoden zur Erfassung der Messwerte.

Die Bedeckung (AD) wurde nicht direkt gemessen sondern kann mittels der Messungen zur Vegetationsdichte ermittelt werden. Die ungarischen Werte beruhen auf einer Abundanz/Dominanz-Schätzung. Hier wurde die Vegetationsdichte für die Referenzpunkte in einer Höhe von 50 cm, 1 m und 1,5 m bestimmt. Dabei wurde geschätzt wie viel von einer 40 cm x 40 cm großen Fläche durch Schilf bedeckt wurde. Je mehr Blätter vorhanden sind, desto größer ist die Bedeckung. Da die Schätzung an drei verschiedenen Höhen vorgenommen wurde, ist für die Bestimmung der Bedeckung jeweils der maximale Wert verwendet worden. Durch die Draufsicht in den Orthobildern ist der höchste Wert der geeignet, um den Grad der Bedeckung wiederzugeben.

Die durchschnittliche Schilfhöhe variiert zwischen den Klassen II.A und IV.A lediglich um knapp 30 cm und liegt für die drei Klassen zwischen 2,64 m und 2,36 m. Degradierete Schilfflächen haben mit einer durchschnittlichen Höhe von 1,50 m eine deutlich geringere Schilfhöhe. Das vitale Jungschilf der Klasse I.A hat durchschnittlich eine Höhe von 3,34 m.

Für die Ermittlung des Durchmessers bzw. der Halmdicke liegen unterschiedliche Messhöhen zugrunde. Bei der ungarischen Methode wurden die Halmdurchmesser auf Wasserniveau gemessen („Durchmesser der Schilfpflanzen im Wasserpegel“, aus Márkus *et al.* (2009)), wohingegen bei den Messungen im österreichischen Teil die Halmdicke in 1 m Höhe gemessen wurde. Da die Schilfhalme zur Halmspitze hin dünner werden, fallen die Durchmesser im österreichischen Teil deshalb wahrscheinlich geringer aus. Ein absoluter Vergleich ist somit nicht möglich.

Unterschiede in der Methodik gibt es auch bei der Ermittlung von Alt- und Jungschilf. Auf der ungarischen Seite wurde das Alt- und Jungschilf pro m<sup>2</sup> ausgezählt, wohingegen auf der österreichischen Seite nur insgesamt 20 Halme beim Referenzpunkt auf Alt- und Jungschilf ausgezählt wurden. Die beiden Messungen beziehen sich demnach auf verschiedene Grundlagen bzw. Einheiten. Aus diesem Grunde kann lediglich der Mittelwert des Verhältnisses von Alt- und Jungschilf (A/G) zur Unterstützung der Zuordnung der Referenzmessung mit eingehen. Auffällig an den ungarischen Messwerten ist die Zunahme an Jungschilf von der Klasse I.A zu Klasse III.A (siehe Tabelle 4 Spalte G). Das widerspricht jedoch der Klassenbeschreibung, da mit steigender Klassennummer der Anteil an Altschilf ebenfalls zunimmt.

Als Indikator für die Degradierung für Bereiche innerhalb des Schilfgürtels kann noch die Wassertiefe herangezogen werden. Die Werte zeigen, dass der Verlauf der Kurve nicht linear ist. In Bereichen mit jungen, vitalen Schilf sowie in Bereichen mit starker Degradierung ist das Wasser mit Durchschnittswerten zwischen 0,4 m und 0,5 m relativ tief. Für die Klasse II.A wurde eine durchschnittliche Wassertiefe von nur 0,10 m ermittelt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Bedeckung, Schilfhöhe und der Durchmesser mit steigender Klassenzahl abnehmen. Eine lineare Abnahme von Jungschilf bzw. Zunahme an Altschilf über die Klassen erfolgt jedoch nicht.

Die direkte Einordnung in die entsprechenden Klassen anhand der ermittelten Messwerte der österreichischen Referenzflächen ist wie bereits erwähnt nicht ohne weiteres möglich. Nicht nur die eben aufgezeigten Unter-

schiede zwischen der österreichischen und ungarischen Bestimmung der Messwerte erschweren die Klassenbestimmung sondern auch die punktuellen Messungen im Allgemeinen. Die Messungen erfolgen sehr lokal, sodass eine Übertragung auf eine (größere) Fläche nicht immer einfach möglich ist. Deshalb musste für die Klassenzuordnung der Referenzpunkte auch die Umgebung des Messpunktes mittels einer visuellen Begutachtung der Orthobilder mit einbezogen. Zusammen mit Dr. Nemeth wurden die Flächen um die von ihm aufgenommenen Referenzpunkte auf den Orthobildern angesehen und die dazugehörigen Klassifikationsergebnisse kritisch diskutiert und bewertet. Eine kritische Betrachtung des Interpretationsschlüssels findet sich am Ende dieses Abschnittes.

Zur Verdeutlichung sind in den folgenden Abbildungen auszugsweise vier (österreichische) Referenzpunkte mit einem Umring von 5 m und 10 m dargestellt. Die anschließend folgende Tabelle 5 enthält die aus den Messungen gemittelten Werte bzw. die aus den Messungen errechneten Werte.

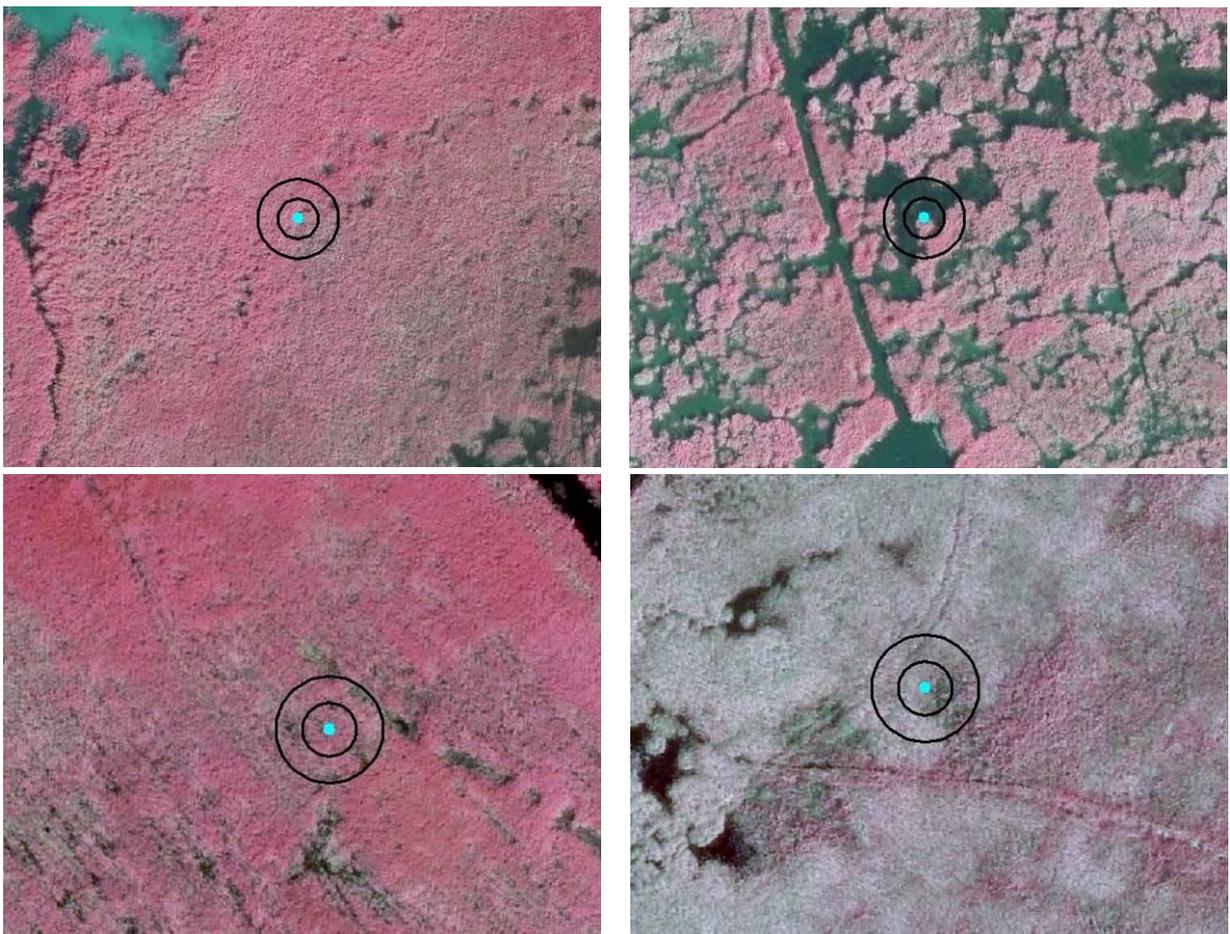


Abb. 15 Auszug Referenzpunkte (oben: links Pktnr. 31, rechts Pktnr. 26; unten: links Pktnr. 78, rechts Pktnr. 44)

Tabelle 5 Auszug aus den Referenzmessungen

Pktnr.	AD (%)	H (m)	Ø (mm)	A (St)	G (St)	A/G	W (m)	Klasse
31	24	3,29	4,42	4,8	15,2	0,31	0,26	II.A
26	35	3,26	4,54	5,80	14,2	0,41	0,19	III.A
78	56	2,38	4,33	0	20,0	0	0,13	II.A
44	78	2,10	4,22	12,3	7,7	1,61	0,25	I.B

Referenzpunkt 31 befindet sich innerhalb einer Fläche, die primär von dichten, vitalen Schilf geprägt ist, bei der aber auch schon erste Anzeichen von Veraltung sichtbar werden. Das Schilf an dieser Stelle ist noch relativ hoch. Allerdings ist die prozentuale Bedeckung durch Schilf recht gering. Im Orthobild sieht man hingegen, dass es sich um einen recht dichten Bereich handelt.

Im Gegensatz dazu ist der Bereich um Referenzpunkt 26 stark aufgelockert mit größeren Wasserflächen. Obwohl die Messungen ergeben haben, dass die Schilfhalme im Vergleich zu den anderen Referenzpunkten noch einen recht dicken Durchmesser haben und auch der Anteil an Jungschilf recht hoch ist, deutet die hellrote Färbung im Orthobild sowie die stärkere Auflockerung eher auf eine Fläche der Klasse III.A hin.

Die Flächen beim Referenzpunkt 78 wurden geschnitten. Junges Schilf beginnt dicht nach zu wachsen. Die Auszählung der Schilfhalme ergab, dass kein Altschilf vorhanden ist (0 Stück). Die Bedeckung ist mit 56 % auch schon relativ dicht (im Vergleich mit den drei anderen hier aufgeführten Referenzpunkten). Durch die Ernte hat das Schilf noch nicht die vergleichbare Größe wie im Referenzpunkt 31 erreicht.

Wie im Messprotokoll vermerkt, kommt beim Referenzpunkt 44 in erster Linie Cladium vor. Die Fläche befindet sich am landseitigen Rand des Schilfgürtels. Diese Flächen werden in den CIR-Bildern in einem schwachen Lila abgebildet, was darauf hindeutet das der Schilfanteil sehr gering ist.

Neben den Referenzmessungen direkt im Schilfgürtel wurde Ende September / Anfang Oktober 2008 relativ nah zum Befliegungszeitpunkt eine Begehung des Untersuchungsgebietes durchgeführt. An 32 Stellen wurden von der Landseite aus Aufnahmen gemacht, um einen besseren Eindruck zu bekommen. Die folgende Tabelle 6 listet die Koordinaten der Aufnahmestellen mit Bezug auf das MGI auf.

Tabelle 6 Koordinaten der Aufnahmestellen (Sep./Okt. 2008)

Pkt-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Pkt-Nr.	Rechtswert	Hochwert
233	32447,13	292319,82	249	25119,03	292483,89
234	32305,93	292303,71	250	24577,95	291275,39
235	32169,66	292297,85	251	26862,16	290500,00
236	32073,69	292295,90	252	26847,41	290366,70
237	31993,46	292315,43	253	27509,00	290563,96
238	31792,07	292376,95	254	27603,55	290386,23
239	31471,77	292463,87	255	24441,79	289441,89
240	31874,85	292355,47	256	32181,32	290634,77
241	32356,87	292347,66	257	32637,23	288418,46
242	39038,50	309662,60	258	33520,99	289535,64
243	38949,07	308866,70	259	34229,47	290421,39
244	30275,26	310193,36	260	40138,58	290795,90
245	30275,26	310193,36	261	39821,27	291125,49
246	30275,26	310193,36	262	30941,63	310408,69
247	31520,38	309794,43	263	31038,82	310390,14
248	25960,46	295429,20	264	31066,60	310349,61

Auf den folgenden Abbildungen wird der Vergleich zwischen den Klassifikationsergebnis und einer Feldbegehung Ende September/Anfang Oktober 2008 anhand einiger Beispiele dargestellt. In dem linken oberen Teil der Abbildung sind jeweils der Ausschnitt im CIR-Bild sowie der gemessene GPS-Punkt vom Aufnahmestandpunkt. Direkt darunter ist das Klassifikationsergebnis und im rechten Teil das aufgenommene Bild zu sehen. Die Legende für das Klassifikationsergebnis kann wieder aus Tabelle 2 entnommen werden.

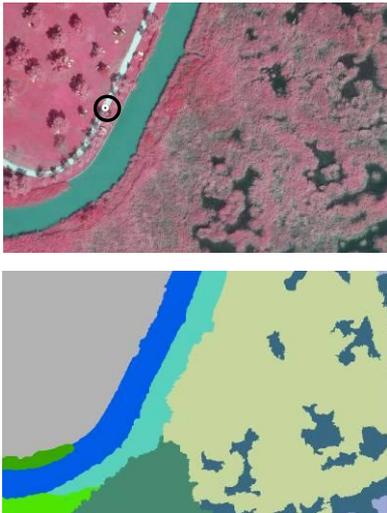


Abb. 16 Blick Richtung Schilfinsel vom Seebad Mörbisch (Pkt.-Nr. 254)

In dem Beispiel aus Abb. 16 sind in der Fotoaufnahme (rechts) gut die Pionierbäume am Schilfrand zu erkennen. Die Aufnahme wurde vom Seebad aus in Richtung Süd-Osten gemacht. Die Wasserfläche im vorderen Teil der Aufnahme gehört zu dem Kanal, der die vorgelagerte Insel vom Strandbad Mörbisch umgibt. Dahinter beginnt der Schilfgürtel. Das Schilf an dieser Stelle ist stärker aufgelockert und bereits etwas älter. Die Liegeflächen wurden als „Sonstiges“ klassifiziert.

Die nächste Abbildung (Abb. 17) zeigt ein Beispiel für das Vorkommen von weiteren (subdominanten) Pflanzenarten im Schilfgürtel. Entlang eines Steges (zwischen GPS-Pkt. 251 und 252, der schwarze Kreis zeigt den Aufnahmeort), der von der Zubringerstrasse zur Seebühne Mörbisch abgeht, vermischt sich andere Vegetation mit dem Schilf. Auch war zu erkennen, dass die Vegetation auf Sand / Boden und nicht im Wasser stand.

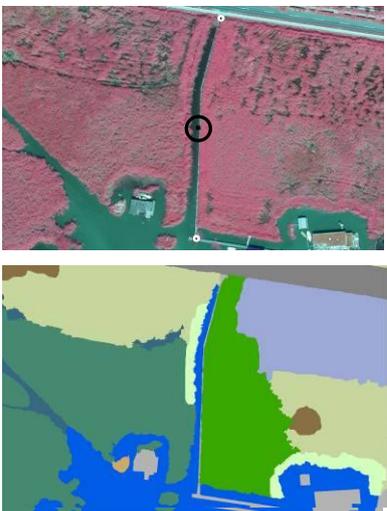


Abb. 17 subdominante Vegetation (zwischen Pkt.-Nr. 251 und 252), Blick Richtung Mörbisch (Westen)

Beim Blick über die Storchenviese bei Rust (Abb. 18) ist der Übergang zwischen Schilfgürtel und den oftmals vorgelagerten Seewiesen abgebildet. Die Wiese in diesem Beispiel wird zum Grasen von Rindern genutzt. Im Übergangsbereich ist noch das stehende Braunwasser erkennbar. In anderen Bereichen des Übergangs ist das Wasser zum Zeitpunkt der Fotoaufnahmen bereits verschwunden. Auch war im August noch offener Boden auf der Wiese erkennbar. Das Schilf wurde in diesen Bereichen geerntet, sodass noch deutlich die Spuren der Erntemaschinen erkennbar sind. Etwas weiter im Schilffinneren gibt es größere Wasserflächen. Dabei kann es sich um offene Wasserflächen oder auch um eine Mischung aus Braunwasser und „Schilfstoppeln“ handeln.

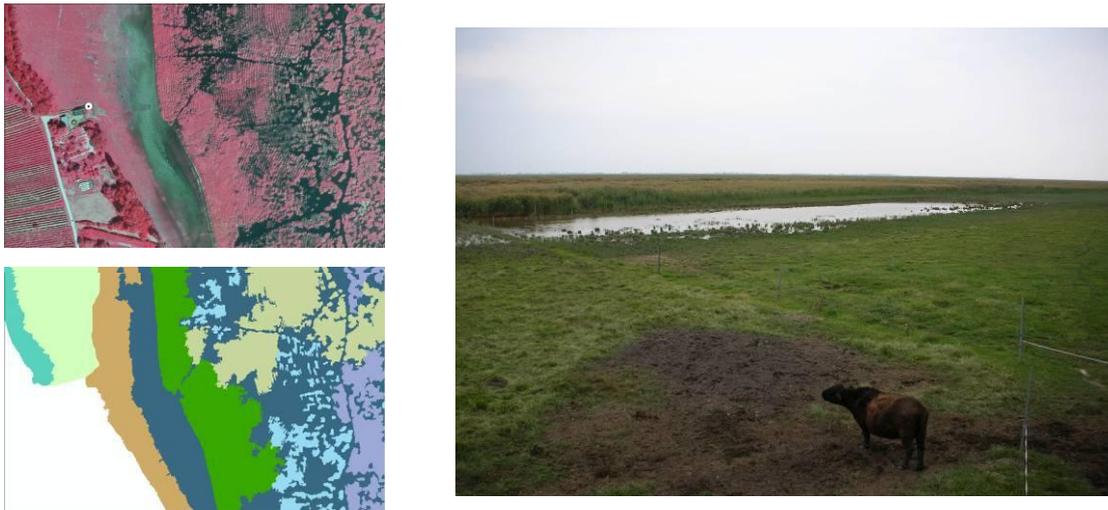


Abb. 18 Blick vom Hochstand an der Storchensee (Blickrichtung: Osten), bei Rust (Pkt.-Nr. 248)

Ein letztes Beispiel (Abb. 19) kommt aus dem Bereich des Seewinkels. Die Aufnahme wurde von einem Aussichtspunkt über die Lange Lacke in nordöstliche Richtung gemacht. Im Vordergrund befindet sich eine Wiesenfläche. In Richtung Lacke ist noch ein kleiner Bereich mit Schilf zu erkennen. Auch entlang des Ufers gibt es noch ein paar Bereiche auf denen Schilf enthalten ist. Der Großteil der Fläche besteht allerdings primär aus Wiesenflächen, die bei der Kartierung nicht mit erfasst wurden. Zum schnelleren Verständnis wurde bei der Abbildung des Klassifikationsergebnisses (Abb. 19 unten links) in diesem Fall das CIR-Bild untergelegt.



Abb. 19 Lange Lacke (Pkt.-Nr. 260) mit Blick Richtung Nordosten

#### GRENZEN DES UNGARISCHEN INTERPRETATIONSSCHLÜSSELS BEI DER ANWENDUNG AUF DEN ÖSTERREICHISCHEN TEIL DES NEUSIEDLER SEES

Problematisch bei diesem Interpretationsschlüssel ist die zum Teil sehr spezifische Klassenbeschreibung. Diese Beschreibung richtet sich vor allem nach den ungarischen Begebenheiten. Dadurch mussten für die Klassifikation des österreichischen Teils Modifikationen der Klassenbeschreibung durchgeführt werden. Zum Teil mussten Kompromisse eingegangen werden, damit eine lückenlose Klassifikation durchgeführt werden konnte.

Ein Beispiel hierfür wäre, dass junge Schnittflächen nicht von alten Schnittflächen unterschieden werden können. So wird in Bereichen des Schilfgürtels die Erntespuren enthalten vitales Schilf mit nur einem kleinen Anteil an Altschilf erwartet (siehe Klassenbeschreibung II.A). Die Schilffläche ist geschlossen und es gibt nur geringe Auflockerungen, sodass der Anteil an offenen Wasserflächen sehr gering ist. Es gibt allerdings viele Bereiche die deutliche Erntespuren aufweisen und das vorhandene Schilf aber nur einen geringeren Anteil an jüngeren bzw. vitalen Schilf aufweist. Dann gibt es auch Flächen, die Erntespuren sowie noch vitales Schilf enthalten, aber bei denen der Anteil an offenem Wasser bzw. an Schilfstoppeln recht hoch ist. Diese Flächen können

Schnittschäden enthalten. Ein Beispiel für solche Flächen findet man im Levardeck bei Oggau (Referenzpunkt 25).



Abb. 20 Schnittfläche mit Schnittschäden

Bereiche mit Schilfstoppeln oder auch bereits abgestorbenen Schilf werden im ungarischen Schlüssel nicht gesondert eingeordnet. Abgestorbenes oder absterbendes Schilf wird zwar in Klasse V.A berücksichtigt, damit einher geht aber ein Wasserflächenanteil von über 50%. Schilfstoppeln werden in der Klassenbeschreibung nicht erwähnt. Deshalb sind Bereiche, die sowohl noch etwas Schilf als auch Schilfstoppeln enthalten, je nach Anteil des vorhandenen (vitalen) Schilfes, in die entsprechenden Klassen eingeordnet. So kann es passieren, dass in einer Fläche der Klasse V.A ein Wasseranteil von unter 50% vorkommt, aber der Anteil an Schilfstoppeln deutlich höher ist als der Anteil an Schilf (linker Bereich in Abb. 20).

In Abb. 20 sieht man deutlich die Erntespuren. Zusätzlich sind die bereits vorhandenen offenen Wasserstellen deutlich zu sehen. Aus dem Protokoll von Dr. Nemeth ist zu entnehmen, dass die Fläche beim Referenzpunkt 25 in den Jahr der Luftbildaufnahme geerntet wurde und das starke Schnittschäden vorliegen. Zusätzlich ist das noch vorhandene Schilf jung und vital und nicht veraltet, sodass sich diese Fläche eigentlich in keine der vorhandenen Klassenbeschreibung richtig einordnen lässt. Da in diesem Fall der Anteil an offenen Wasser bzw. Schilfstoppeln deutlich dem Anteil an Schilf überlegen ist, wurde diese Fläche letztendlich in die Klasse V.A eingeordnet. Durch die Schnittschäden könnte der Anteil an offenem Wasser noch steigen, sodass es sich vielleicht um eine Vorstufe der Klasse V.A handeln könnte. Wenn der Wasseranteil geringer wird, wurden diese Flächen entsprechend in die Klassen IV.A (siehe Abb. 21) oder III.A eingeordnet. Diese Beispiele verdeutlichen, weshalb die ursprünglichen Klassenbeschreibungen des ungarischen Schlüssels etwas modifiziert werden mussten.

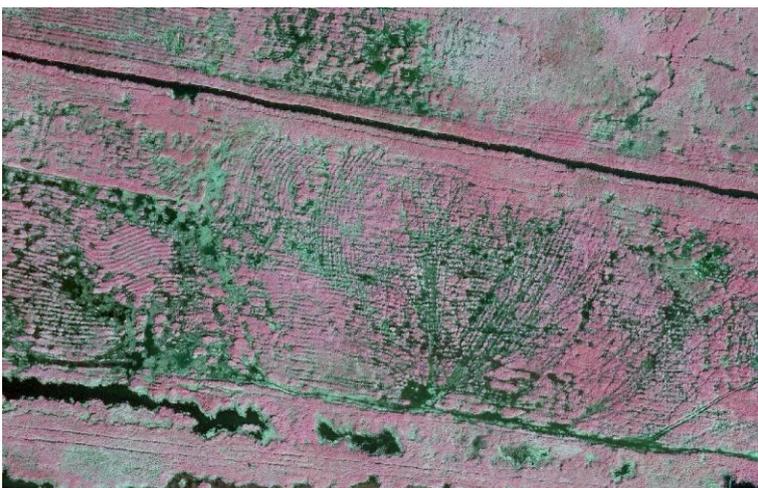


Abb. 21 Schilfbereiche mit Erntespuren und hohem Anteil an offenem Wasser (südlich von Mörbisch an der österreichisch-ungarischen Grenze)

Schwierig bei der Klassenzuordnung wird es zum Teil auch bei Bereichen die einen hohen Anteil an offenem Wasser (über 50%) haben. Laut Klassenbeschreibung (V.A) ist das Schilf innerhalb dieser Flächen veraltet, degradiert oder am Absterben. Die Vitalität des Schilfes ist in diesen Bereiche recht gering. Auf der österreichischen Seite des Schilfgürtels gibt es aber auch Bereiche, die einen hohen Anteil an offenem Wasser haben, das

Schilf aber noch vital ist. Die Zunahme an offenen Wasserflächen muss demnach nicht mit einer sehr starken Abnahme der Vitalität des Schilfes einhergehen. Solche Bereiche sind z.B. nördlich von Mörbisch zu finden (siehe Abb. 22). Im zentralen Teil der Abbildung sieht man deutlich die vereinzelt Schilfflecken innerhalb des offenen Wassers. Die teilweise kräftige Färbung des Schilfes deutet auf eine höhere Vitalität hin, auch wenn das Schilf schon älter ist. Allerdings ist der Wasseranteil recht hoch, sodass eine Einordnung in die Klasse V.A erfolgte, obwohl die Klassenbeschreibung auf sehr altes und degradiertes Schilf hinweist. Die dichteren Bereiche am Bildrand konnten je nach Wasseranteil in die Klassen III.A bzw. IV.A zugeordnet werden.



Abb. 22 vitaleres Schilf mit einem hohen Anteil an offenem Wasser (nördlich von Mörbisch)

Das letzte Beispiel (Abb. 23) zeigt eine Fläche nördlich von Mörbisch. Auf der linken Seite sieht man geerntete Flächen mit einer geschlossenen Schilfdecke. Dieser Bereich entspricht der Klasse II.A. Im rechten Bildbereich fällt die Klassenzuordnung deutlich schwerer, da dieser primär Schilfstoppeln bzw. totes Schilf enthält. Deutlich sind auch hier die Erntespuren zu erkennen. Nach Dr. Nemeth handelt es sich wahrscheinlich um eine Kombination aus Schilfstoppeln und Windbruch. Durch den Windbruch konnte kein junges Schilf nachwachsen. Bei der Einordnung dieses Bereiches in eine Klasse musste wieder ein Kompromiss gefunden werden. Obwohl die Wasserfläche deutlich unter 50% liegt wurde diese Fläche in die Klasse V.A eingeordnet, da der Anteil an (noch) vitalem Schilf sehr gering ist bzw. der Anteil an degradierten bzw. abgestorbenen Schilf sehr hoch.

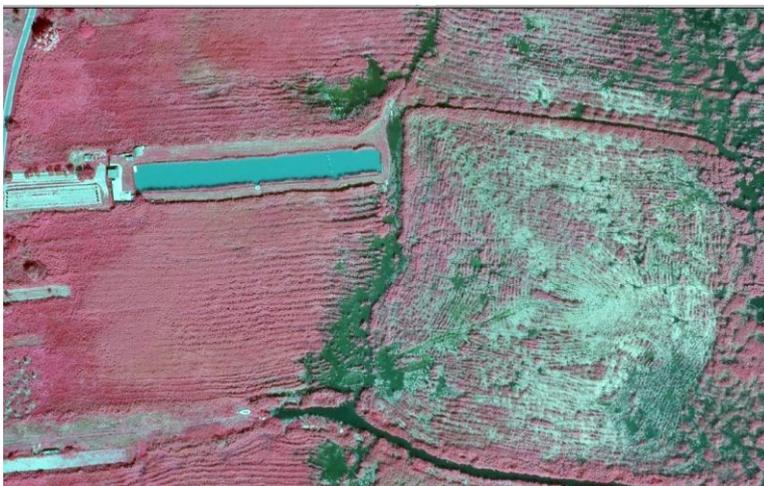


Abb. 23 Schnittfläche nördlich von Mörbisch

Innerhalb des Interpretationsschlüssels wäre es wünschenswert, wenn die verschiedenen Vitalitätsstufen des Schilfes mehr berücksichtigt werden würden. Wie beispielsweise in der Klasse V.A, in der trotz des hohen Wasseranteils Unterscheidungen in verschiedene Vitalitätsstufen wünschenswert gewesen wären. Zusätzlich sollte es weitere Klassen geben, die Bereiche die geerntet wurden, erfassen. Im ungarischen Schlüssel weisen die geernteten Flächen eine geschlossene Schilfdecke auf. Aber wie die Beispiele in Abb. 20 und Abb. 21 zeigen, treten Erntespuren auch in weniger dichten bzw. auch in deutlich älteren Schilfbereichen auf. Mit dem ungarischen Schlüssel ist es nicht möglich, frische Schnittflächen von älteren zu unterscheiden.

## EPILOG

*In dem ungeheuren Rohrgebüsche, das sich an die südliche Spitze des Sees anschließt, wächst so viel langes schönes Rohr, daß damit alle Bauernhäuser dieses Comitates gedeckt werden, und auch an die Auswärtigen eine bedeutende Menge dieses brauchbaren Materials abgegeben werden kann, und außer dem noch ein großer Theil zur Feuerung übrig bleibt. Millionen wilder Gänse, Enten, Rohrhühner, Schnepfen hausen in diesen schwer zugänglichen Morästen und Gebüschen ..*

Csaplovics, J.v. (ed.) (1821) Topographisch-Statistisches Archiv des Königreichs Ungern, 2.Bd. Doll, Wien, p.192 (= Grailich, A. Die Wieselburger Gespanschaft, beschrieben im Jahre 1818. Vaterländische Blätter 1820, Nr.27 ff.)

Erste Berichte über das Vorkommen von Schilf am Neusiedler See stammen aus deskriptiven Quellen des Mittelalters, *annales* oder *chronicae*, die von zeitgenössischen Historiographen verfasst, über Ereignisse und Begebenheiten von politischer und/oder ökonomischer Tragweite bestimmter Zeitabschnitte berichten.

*Quapropter Ungaris, qui cum Salomone ad se transfugerant, viam monstrantibus per quodam harundinetum, praemisit partem exercitus, ... , si ipse cum reliquis posset subsequi. (Deswegen hatte er [Heinrich IV.] einen Teil seines Heeres mit den Ungarn, die sich ihm unter der Führung von Salomon angeschlossen hatten, vorausgesandt, die dadurch einen Weg durch jenes Schilfdickicht zeigten, .. , sodass er unmittelbar danach mit dem Rest seines Heeres nachfolgen konnte.)*

Annales Altahenses maiores, a.1063. Edmund von Hoefele (ed) Hannover 1891, p.63 (= Monumenta Germaniae Historia Scriptorum 3)

Implizit kann auf die Existenz von Schilf auch aus den variierenden Bezeichnungen des Neusiedler Sees als *stagnum* oder *palus* geschlossen werden, wohingegen der Terminus *lacus* nicht unbedingt auf das Vorkommen von Schilfbeständen und/oder Feuchtwiesen mit Mischvorkommen von Schilf, Seggen und Binsen hinweisen muss. Die Annahme, dass die Wahrnehmung des Sees als *lacus* mit einem gewissen Wasserstand und damit einer repräsentativen offenen Wasserfläche verbunden sind, liegt nahe. Dementsprechend deuten die Bezeichnungen *palus* und *stagnum* auf geringen Wasserstand, kaum offene Wasserflächen und dominante Verschilfung des Gebietes hin.

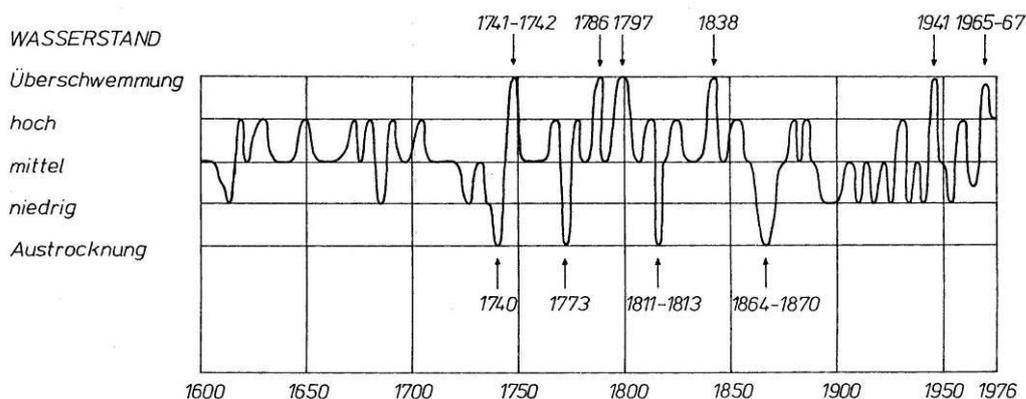


Abb. 24: Wasserstandsschwankungen des Neusiedler Sees von 1600 bis 1976, nach: *Magyar Tudományos Akademia* (1976)

Die gezielte topochronologische Analyse von regionalen Karten, die neben den klassischen Regionalkarten der antiken Welt den Ausgaben der *Geographia* des Ptolemaeus zuerst in handschriftlicher Form (1425 - Nordlandkarte des Claudius Clavus in der Fillastre-Handschrift), dann ab 1477 (Bologna, erste gedruckte Ausgabe der *Geographia* mit 5 Regionalkarten) als *tabulae modernae* oder *tabulae novae* beigegeben waren, später als Einzelblätter und das erste Mal als Länderkarten erschienen (Nicolaus Claudianus, Karte von Böhmen, Nürnberg 1518, Lazarus Secretarius et Georg Collimitius, Karte von Ungarn 1528), erlaubt den Aufbau einer topochronologischen Zeitreihe der Darstellung des Neusiedler Sees nach Form und Größe ab 1490 (Csaplovics 2005).

Rückschlüsse auf entsprechend variierende Wasserstände können nur unter Beachtung der jeweils getrennt zu bewertenden Aktualität des Kartenbildes (vgl. Tradierung des Lazius-Zitates, s.u.) gezogen werden. Gleichwohl tauchen Hinweise auf Schilfvorkommen entlang der Seeufer bis in das 18.Jahrhundert nicht auf. Die Existenz des Sees wie auch seine kartographisch relevanten Charakteristika wurden wohl auch durch detaillierte Bearbeitung von Berichten und eventuell auch durch eigene Anschauung verifiziert, dabei wurde jedoch der Form und

Ausdehnung des Sees das Hauptaugenmerk zugewendet, die thematische Komponente der Beschreibung und Darstellung der dominanten Landnutzung/Landbedeckung vernachlässigt, vgl. die Original-Handskizze des Neusiedler Sees von Wolfgang Lazius (um 1545) und die Beschreibung von Johannes Turmair (Aventinus).

*.. ei lacus Peisoni nomen fecit, qui in longitudinem quinque et quadraginta milia passuum, quindecim in latitudinem patet, ambitu comprahendens mille passus plus centies effundit Arrabonem fluvium ..*

Annalium Boiorum libri septem. Ingolstadt, 1554, Lib.I. cap. 12

Nimmt man die römische Meile (milia passuum) als Grundlage für die Berechnung der Schrittlänge (passus = Doppelschritt, ein halber passus = 73,93 cm), ergibt sich eine Längenausdehnung von 33,3 km, eine maximale Breite von 11,1 km und ein Umfang von 81,3 km. Diese Werte stimmen in auffallender Weise mit den Werten überein, die aus den Daten der topographischen Aufnahme des Beckens des Neusiedler Sees für die begrenzende Höhenlinie 166,20 m ableitbar sind, explizit eine Länge von 34 km, eine maximale Breite von 12,7 km und ein Umfang von 85 km. Diese Höhe über Adria dieser Umfanglinie würde eine direkte Verbindung der Seefläche mit dem Gebiet des Hanság implizieren (Csaplovics et al. 1997).

Gleichzeitig wurden einmal festgelegte Darstellungsweisen oft ohne Verifikation der aktuellen Situation übernommen. Dies führte insbesondere bei bestimmenden Landschaftselementen, die einer ausgeprägten zeitlichen Variation hinsichtlich Form und Ausdehnung unterworfen waren, zur Tradierung von Inhalten, die dem dann aktuellen Stand in keiner Weise entsprachen. Das von Lazius eingeführte Kartenbild des Neusiedler Sees wurde bis in die zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts reproduziert - in der von Blaeu 1662 publizierte *Cosmographia Blaviana* steht eine Karte von Nieder- und Oberösterreich, die als Autor explizit Wolfgang Lazius nennt. Ungarn-Karten mit dem Lazius-Kartenbild des Neusiedler Sees tauchen sogar noch später, z.B. in den Karten von Martin Stier (1664), aber auch von Matthäus Vischer (1685), auf.

Obwohl schriftliche Quellen aus den letzten Jahrzehnten des 16. Jahrhunderts auf offensichtlich ausgedehntes Schilfwachstum hinweisen, zeigt das Bild des Sees in regionalen Karten aus nahezu identen Zeitabschnitten keinerlei Hinweis auf die Existenz von Schilfflächen.

*.. dieweil der See der orthen also verwachsen, das man khain zuefuer haben khan ..*

Urbar der Grafschaft Forchtenstein, 1589 (Breitenbrunn). August Ernst, Siedlungs-, Herrschafts- und Familiengeschichte im Mittelalter und in der Neuzeit - die Grafschaft Forchtenstein, in: Allgemeine Landestopographie des Burgenlandes, 3. Band. Verwaltungsbezirk Mattersburg, Eisenstadt 1989, p.261.



Abb. 25: Johannes Sambucus, *Ungaria Loca Praecipua*, in: *Theatrum Orbis Terrarum*, hg.v. Abraham Ortelius, Antwerpen 1579, Bl.77, Kupferstich (Ausschnitt), Sammlung Csaplovics

Die von Johann von Zsámboky (Sambucus, 1531-1584) entworfene Karte von Ungarn, die in Wien erstmals bereits 1571 erschienen war, weicht in vielen Details von der Lazius-Vorlage ab. Die fehlerhafte Orientierung wurde aus der Lazarus-Tanstetter-Karte übernommen. Das Kartenbild des Sees entspricht im Gegensatz zum Lazius-Zitat niedrigem Wasserstand (vgl. *Urbar der Grafschaft Forchtenstein 1589*, s.o.), da sowohl die Darstellung des Hanság-Sumpfbereiches per se als auch die Darstellung des Sees in Einheit mit diesen Gebieten fehlt.

Niedriger Wasserstand sollte mit signifikanten Schilfvorkommen entlang der nordwestlichen und südöstlichen Uferlinien verbunden sein. Obwohl *Sambucus* einen markanten geschlossenen Schilfbestand am Westrand des Balaton zeigt (Kis-Balaton), fehlen trotz der oben genannten schriftlichen Belege für die Existenz von ausgedehnten Schilfflächen am Neusiedler See vergleichbare kartographische Hinweise.

Kartographische Zitate von Schilfbeständen am Neusiedler See fehlen bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts. Auf der Ungarnkarte von Ignaz Müller (*Mappa .. Regni Hungariae ..*, 1769) fallen mehrere markante große Inseln in Ufernähe zwischen Wulkamündung und Breitenbrunn auf, die mit großer Sicherheit als Schilfinseln zu interpretieren sind. In den relevanten Kartenblättern der Josephinischen Landesaufnahme (1784) sind ausgedehnte Schilfbestände, z.B. westlich und südwestlich von Illmitz und Apetlon, sowie schmale Schilfstreifen, z.B. zwischen Rust und Oggau, dokumentiert. Die hochfrequenten Schwankungen im Wasserstand, die vor allem in den Jahrzehnten zwischen 1740 und 1870 zu mehreren Hochwasserständen und ebenso vielen extremen Niedrigwasserständen bis hin zu Austrocknung weiter Teile des Seebeckens führten, können in den variierenden Kartenbildern der folgenden Franziszeischen (1845) und Franzisko-Josephinischen Landesaufnahmen (1872-1875), aber auch in den Komitatskarten des Görög-Kerekes-Atlas (Wieselburger Komitat, 1796, Ödenburger Komitat, um 1800) nachvollzogen werden (vgl. Abb. 24). Gleichwohl fehlt in den Komitatskarten jede Art von Schilfzitate - dies kann auch in Koinzidenz mit den um die Jahrhundertwende extrem hohen Wasserständen des Sees stehen (*Csaplovics 2011*).

Jedenfalls haben sich nach der nahezu vollkommenen Austrocknung des Sees zwischen 1811 und 1813 relativ schnell ausgedehnte Schilfflächen entwickelt, wie aus der Beschreibung von Grailich aus dem Jahr 1818 in *Csaplovics (1821)* hervorgeht (s.o.).

Mit Einsetzen weitreichender Versuche der Entwässerung und Trockenlegung des Sees und des Hanság, welches letzteres erfolgreich, ersteres erfolglos vonstatten ging, begann auch der Schilfgürtel des Sees sich dem Wort gemäß zu bilden und zu entwickeln. Die Niedrigwasserstände während der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts mögen diese Entwicklung befördert haben. Gleichwohl haben weder die hohen Wasserstände um 1940 oder nach 1965 - nach Anhebung des durchschnittlichen Seepiegels per österreichisch-ungarischer Konvention zur Bedienung der Schleuse am Einserkanal - zu einem Rückzug der Schilfflächen geführt. Hatten sich vor dieser Zeit die Schilfbestände vornehmlich in Richtung des offenen Sees ausgebreitet (Niedrigwasser), erfolgte nach der Seepiegel-Regelung ein teils massiver Fortschritt des Schilfwachstums landeinwärts, sodass es zu großflächiger Deterioration vormaliger Seewiesen kam.

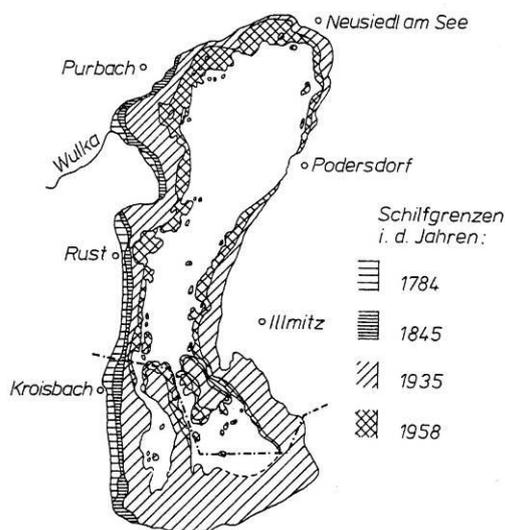


Abb. 26: Ausbreitung des Schilfgürtels des Neusiedler Sees im Zeitraum 1784 bis 1958 (*Csaplovics (1982)* nach *Kopf (1967)*)

Erste flächenrelevante Abschätzungen der Ausdehnung des Schilfgürtels sind auf Grundlage der im Jahre 1901 durchgeführten profilweisen Auslotung des Sees bei ausgeprägtem Niedrigwasserstand, sowie auf Grundlage von SW-Luftbildreihen respektive der damit verbundenen Revisionen der Schilf-Wasser-Grenzlinien in den Ausgaben der Österreichischen Karte 1:50000 mit Stand 1938 und 1958 sowie auf Grundlage der ebenfalls durch extremen Niedrigwasserstand begünstigten profilweisen Nivellements des Seebeckens im Jahre 1963 zu gewinnen. Die aus diesen Daten, insbesondere in Bezug auf die Vermessung des Jahres 1963 interpretierten Prognosen betreffend Schilfwachstum waren weit überzogen, wie in der ersten methodisch fundierten und somit auch das Problem der landseitigen Abgrenzung von Schilfbeständen versus Seewiesen mit dominanten

Seggenvorkommen erfassenden Kartierung auf Grundlage von Farbinfrarot-Luftbildreihen aus dem Jahre 1979 nachgewiesen wurde (Csaplovics 1982).

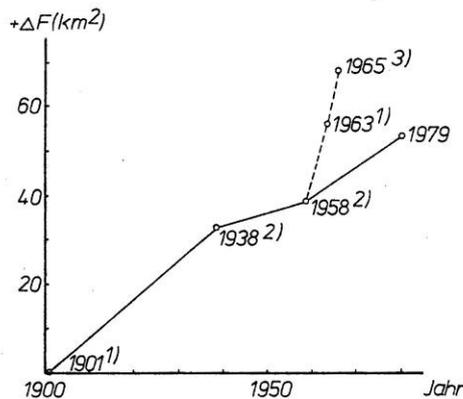


Abb. 27: Zunahme von Schilfflächen am Neusiedler See (österreichischer Anteil) von 1901 bis 1979 (aus Csaplovics 1982, nach Kopf 1967 (1), Riedmüller 1965 (2) und Weisser 1970 (3))

Die Kartierung der Schilfbestände des Neusiedler Sees auf Grundlage der Farbinfrarot-Luftbildreihen aus dem Jahr 1979 (15.8.1979) erfolgte auf Grundlage eines dreiziffrigen Schlüssels, der drei Merkmalsklassen ausweist:

Merkmalsklasse I – Dichte (6 Klassen)

Merkmalsklasse II – Höhe (3 Klassen)

Merkmalsklasse III – Vitalität (3 Klassen)



Abb. 28: Ausschnitt aus Kartenblatt 1 der Schilfkartierung 1979, Bereich Sandeck – Groß Zug, verkleinert. Originalmaßstab 1:10 000 (Csaplovics 1982)

Im Gegensatz zu der vorliegenden Schilfkartierung mit Stand 2008 (07.08.2008) wurde eine durchgehend stereoskopische (visuelle) Interpretation von zugeordneten Luftbildpaaren (Stereopaaren) durchgeführt. Die Vorteile

dieser Methode liegen auf der Hand - Knickschichten und Schilfbereiche mit dominant mittleren Wuchshöhen (land- und seeseitige Pionierzonen) konnten eindeutig von Schilf normaler Wuchshöhe unterschieden werden. Insbesondere die stringente Definition einer schlüssigen Schilf-Land-Grenzlinie war somit trotz der oftmals schwierigen Erkennbarkeit zufolge fließender Übergänge von dominanter/prägender Schilf- zu dominanter Seggenabundanz (*vegetation continua*) durchgehend möglich. Diese Festlegung war sowohl bei den historischen Inventuren (s.o.) als auch bei den vorliegenden originär digital aufgenommenen Bilddaten der Mission 2008 nicht möglich. Der Kompromiss, den auf ungarischer Seite vorab und ohne Abstimmung mit österreichischen ExpertInnen eingesetzten Interpretationsschlüssel zu übernehmen, steht mit Sicherheit auf tönernen Beinen. Für die Übernahme spricht die Perspektive einer nunmehr möglichen Zusammenführung der Schilfbestandskarten zu einem einheitlichen, den gesamten Schilfgürtel des Neusiedler Sees umspannenden Datensatzes. Somit wird es zum ersten Mal in der Geschichte der Inventur und Bewertung der Schilfbestände des Neusiedler Sees möglich sein, grenzüberschreitend sowohl Aussagen über den ökologischen als auch ökonomisch-relevanten Zustand der Schilfbestände zu machen. Andererseits ist die Interpretation/Klassifikation des österreichischen Bildmaterials nach wissenschaftlich fundierten Kriterien der angewandten Fernerkundung angesetzt, sodass in einem zweiten Schritt auf Grundlage der für habitatökologische Fragestellungen mit Sicherheit zu ungenauen und damit nur beschränkt einsetzbaren Kartierungsergebnisse eine erweiterte, vertiefende Analyse des Bildmaterials sowohl nach stereoskopischen als auch nach differenzierten Kriterien der Bestimmung von Dichte und Vitalität, insbesondere in Hinblick auf die Kategorisierung von Sukzessionsflächen in den zentralen Bereichen des Schilfgürtels nach Anteilen von Offenwasser, Schwimmvegetation und deteriorierten Schilfbulden, durchgeführt werden kann und auch durchgeführt werden soll. Kommentare, die den in Bezug auf die Vielfalt von Schilfbestandsklassen im österreichischen Teil des Neusiedler Sees nur ungenügend beschriebenen Schlüssel kritisch ergänzen und somit die Perspektiven für die wissenschaftlich fundierte Erweiterung der Kategorisierung der Bestandsklassen nach heterogenen Vitalitätsmustern und qualitativ variierenden Verhältnissen in lückigen bis mehr oder weniger stark aufgelockerten Schilfbeständen eröffnen, bilden die Grundlage für diese fortzuführenden Untersuchungen.

Erste Vergleiche der Flächenzahlen aus der Kartierung 2008 mit jenen der Kartierung 1979 lassen zumindest für die Ausdehnung des gesamten Schilfgürtels, d.h. für die Summe sämtlicher Flächen innerhalb der seeseitigen und landseitigen Schilfgrenzlinien, erkennen, dass sich eine Stabilisierung des Flächenstandes 1979, der 103,00 km<sup>2</sup> betragen hat, feststellen lässt. Bei ausschließlicher Betrachtung der Schilfbestände ergibt sich jedoch eine signifikante Reduktion der 1979 mit 99,33 km<sup>2</sup> ausgewiesenen Flächen auf 88,97 km<sup>2</sup>. Diese Reduktion wird hauptsächlich durch einen markanten Anstieg der offenen Wasserflächen im Schilf (meist Braunwasser) von 2,42 km<sup>2</sup> im Jahre 1979 auf 12,54 km<sup>2</sup> im Jahre 2008 verursacht. Bereits die an dieser Stelle angedeutete überblicksartige zeitreihenorientierte Inventur lässt das immense Informationspotential erahnen, das eine detaillierte komparative Analyse der Veränderungen im Zeitraum 1979 bis 2008 nach einzelnen Klassengruppen, z.B. nach verschiedenen Dichte- oder Vitalitätsgruppen, erschließen könnte. Weder die begrenzten Zeit- und Budgetmittel im aktuellen Projekt, noch die stark eingeschränkte Transparenz des aus Gründen des oben erwähnten Kompromisses von der ungarischen Seite übernommenen und adaptierten Interpretationsschlüssels gestatten eine spontane Untersuchung nach obgenannten Kriterien. Es muss einem dringend notwendigen Folgeprojekt überlassen werden, diese Aspekte der zeitreihenbezogenen Analyse der einzelnen Schilfbestandsarten flächendeckend durchzuführen und zu bewerten. Dazu wird es notwendig sein, den für die Schilfkartierung 2008 übernommenen Schlüssel so weit wie möglich transparent zu machen, um größtmögliche Vergleichbarkeit mit dem nach den drei Merkmalsklassen Dichte, Höhe und Vitalität strukturierten Schlüssel der Schilfkartierung 1979 zu erreichen.

Der limitierten finanziellen und zeitlich begrenzten Projektstruktur ist es geschuldet, dass die iterative Integration von habitatökologischem Wissen nur bruchstückhaft erfolgen konnte. Integration und Bewertung der über das Projektgebiet verteilten Feldmessungen an ausgewählten Flächen, die gleichsam nach einem Prinzip des *selective random sampling* ausgewählt und physiologisch sowie habitatökologisch vor allem in Hinsicht auf ornithologische Aspekte genau erfasst wurden, dienen einerseits der Abschätzung der Relevanz der vorliegenden Kartierung von mehr als 100 km<sup>2</sup> Schilfflächen aus Sicht des Detailanspruches des Habitatökologen und öffnen andererseits ebenso den Weg für notwendige vertiefende und detailreichere Analysen der Bildinhalte. Das weitreichende bildinterpretatorische Potential des Datenmaterials liegt auf der Hand. Auf Grundlage der umfassend erprobten und wissenschaftlich fundierten Arbeiten für den Aufbau eines offenen Detailschlüssels der Farbinfrarot-Luftbildinterpretation, die auf mehr als 30 Jahren Expertise in der forschungsorientierten, aber und vor allem anwendungsorientierten Untersuchung und Umsetzung von Farbinfrarot-Luftbildanalysen von heterogenen Schilfbeständen des Neusiedler Sees in transdisziplinärer und bilateraler Interaktion beruhen, liegen somit exakte, dem bilateral abgestimmten Kartierungsziel entsprechende Ergebnisse vor, die gleichermaßen die Grundlage für weiterführende Untersuchungen in Bezug auf habitatökologisch nachhaltiges Management, aber auch für angepasste sanfte wirtschaftliche Nutzung selektiver Gebiete des Schilfgürtels bilden können und bilden sollen. Die entsprechenden Stellen in Verwaltung und Politik sind somit aufgerufen, die für die nachhaltige Entwicklung dieses europaweit singulären Raumes im allgemeinen und des riesigen Schilfgürtels als zweitgrößter geschlossener Schilfbestand in Europa im speziellen dringend notwendigen, wissenschaftlich abgesicherten Aktivitäten trotz oder gerade wegen der Pluralität der diversen Interessenslagen aus Sicht des Naturschutzes, des dy-

namischen ökologischen Managements, der wirtschaftlichen Nutzungspotentiale und aus Sicht der immensen Wertigkeit des vorhandenen und sorgsam zu bewahrenden Natur- und Kulturerbes bewusst zu fördern und zu unterstützen.

## VERÖFFENTLICHUNGEN

Schmidt, J.; Csaplovics, E.

Mapping the Austrian Reed Bed of Lake Neusiedl by Means of Airborne Optical Scanner Imagery; in Csaplovics, E., Schmidt, J. (eds.) "Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe", Technische Universität Dresden (= Schriftenreihe Fernerkundung und Angewandte Geoinformatik 9) 2011 (in Vorbereitung).

Csaplovics, E.; Schmidt, J.

Schilfkartierung Neusiedler See - Teil 1; Natur und Umwelt im Pannonischen Raum, Ausgabe September 2010 (Heft 3/2010)

Csaplovics, E.; Schmidt, J.

Schilfkartierung Neusiedler See - Teil 2; Natur und Umwelt im Pannonischen Raum, Ausgabe Dezember 2010 (Heft 4/2010)

Schmidt, J.; Csaplovics, E.

Erfassung und Kartierung des österreichischen Anteils des Neusiedler Sees durch Luftbildklassifikation AGIT 2010, Salzburg, 2010 (Poster)

Schmidt, J.; Csaplovics, E.; Wessollek, Chr.

Erfassung und Kartierung der Schilfbestände des Neusiedler Sees durch Luftbildklassifikation, AGIT - Angewandte Geoinformatik 2009, Salzburg (Poster)

Schmidt, J.; Csaplovics, E.

Klassifikation von Luftbildern zum Erfassen der Schilfbestände am Neusiedler See, Deutscher Geographentag 2009, Wien (Poster)

## LITERATUR

Annales Altaenses maiores, a.1063. Edmund von Hoefele (ed) Hannover 1891, p.63 (= Monumenta Germaniae Historica Scriptores 3).

Aventinus (= Georg Collimitus), Annalium Boiorum libri septem, Ingolstadt 1554.

[Csaplovics 1821]: Csaplovics, J.v. (ed.) „Topographisch-Statistisches Archiv des Königreichs Ungern“, 2.Bd. Doll, Wien, p.192, 1821 (= Grailich, A. Die Wieselburger Gespanschaft, beschrieben im Jahre 1818. Vaterländische Blätter 1820, Nr.27 ff.).

[Csaplovics 1982]: Csaplovics, E.: „Interpretation von Farbinfrarotbildern – Kartierung von Vegetationsschäden in Brixlegg – Schilfkartierung Neusiedler See“, TU Wien (= Geowissenschaftliche Mitteilungen 23) 1982.

[Csaplovics 2005] Csaplovics, E.: „Zur Topochronologie der Landschaft um den Neusiedler See bis zum Ende des 16.Jahrhunderts“, Burgenländisches Landesarchiv, Eisenstadt (= Burgenländische Forschungen 91) 2005.

[Csaplovics 2011] Csaplovics, E.: „Some Aspects of a topochronology of the reed belt of Lake Fertő / Neusiedler See“, in: Csaplovics, E., Schmidt, J. (eds.) „Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe“, Dresden (= Schriftenreihe Fernerkundung und Angewandte Geoinformatik 9) 2011 (in Vorbereitung).

[Csaplovics et al. 1997] Csaplovics, E., Bacsatyai, L., Márkus, I., Sindhuber, A.: „Digitale Geländemodelle des Neusiedler Sees“, Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt (= Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 97) 1997.

[Dvorak et al. 1995]: Dvorak M., Nemeth E., Tebbich S., Rössler M., Busse K.: „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) Illmitz: Biologische Station Illmitz 1995.

[Ernst 1989] Ernst, A.: „Siedlungs-, Herrschafts- und Familiengeschichte im Mittelalter und in der Neuzeit - die Grafschaft Forchtenstein“, in: Allgemeine Landestopographie des Burgenlandes, 3. Band. Verwaltungsbezirk Mattersburg. Burgenländisches Landesarchiv, Eisenstadt 1989.

[Kopf 1967] Kopf, F.: „Die Rettung des Neusiedler Sees“, Österreichische Wasserwirtschaft 19 (7/8), pp.139-151, 1967.

[Magyar Tudományos Akademia 1976] Magyar Tudományos Akademia (ed.) „A Fertő-táj hidroszférajá és vizgazdálkodása“, 2 Bde. Budapest 1976.

[Nemeth et al. 2001]: Nemeth E., Dvorak M., Busse K., Rössler M.: „Estimating distribution and density of reed birds by aerial infrared photography“ In: Wildlife, Land, and People: priorities for the 21st century (Field R, Warren RJ, Okarma H, Siewert PR, eds). Bethesda 2001: The Wildlife Society; 397- 399.

[Márkus et al. 2009]: István Márkus, Géza Király, Zoltán Böröcsök: „Qualifikation und Klassifikation des Schilfgürtels des Neusiedler Sees (ungarischer Anteil)“, Sopron 2009.

[Riedmüller 1965] Riedmüller, G.: „Der Schilfgürtel des österreichischen Anteils des Neusiedler Sees 1938-1958“, Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt, p.58f. (= Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 32) 1965.

[Sambucus 1579] Sambucus, J.: „Ungaria Loca Praecipua“, in: Theatrum Orbis Terrarum, hg.v. Abraham Ortelius, Antwerpen, Bl.77, Kupferstich 1579.

[Weisser 1970] Weisser, P.: „Die Vegetationsverhältnisse des Neusiedler Sees – pflanzensoziologische und ökologische Studien“, Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt (= Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 45) 1970.

# ANHANG

## Inhaltsverzeichnis der übergebenen Festplatte

### Ordner „Bericht“

Abschlussbericht in Word-Format: Abschlussbericht.doc

Abschlussbericht in PDF-Format: Abschlussbericht.pdf

### Ordner „Meixner\_Vermessung“

Abschlussbericht: 20081020Abschlussbericht\_Neusiedlersee.pdf

Liste der vermessenen Passpunkte: 20081021\_Passpunkte\_Neusiedlersee.pdf

### Ordner „Klassifikation“

Shape-Datei Klassifikationsergebnis: NeusiedlerSee.shp

Shape-Datei Kanal: Kanal.shp

### Ordner „Orthobilder“

Ordner „CIR\_Neusiedler\_See“

CIR – Orthobilder (\*.tif)

Übersicht der Blattschnitt von Meixner: Uebersicht\_Neusiedler\_See.pdf

### Ordner „Protokoll\_Refmessung“

Protokoll der Referenzmessungen von Dr. Nemeth: PunktkoordinatenundDaten1.xls

Erläuterungen zum Protokoll von Dr. Nemeth: Erklärungen zu Messung.doc