



Ein Beitrag zur Renaturierung des Nationalparks Neusiedler See-Seewinkel / Fertő-Hanság mit Hilfe von Laserscanning

Alois Herzig ¹, Doris Horvath ², Karl Kraus ³, Kathleen Naumann ⁴

¹ *Biologische Station Neusiedler See, A-7142 Illmitz*

² *Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, Gußhausstr. 27-29, A-1040 Wien*

³ *Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, Gußhausstr. 27-29, A-1040 Wien*

⁴ *Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, Gußhausstr. 27-29, A-1040 Wien*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **90** (2), S. 34–42

2002

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Herzig_VGI_200204,  
Title = {Ein Beitrag zur Renaturierung des Nationalparks Neusiedler See-  
Seewinkel / Fert{o}-Hans{\'a}g mit Hilfe von Laserscanning},  
Author = {Herzig, Alois and Horvath, Doris and Kraus, Karl and Naumann,  
Kathleen},  
Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {34--42},  
Number = {2},  
Year = {2002},  
Volume = {90}  
}
```





Ein Beitrag zur Renaturierung des Nationalparks Neusiedler See-Seewinkel / Fertő-Hanság mit Hilfe von Laserscanning*

Alois Herzig, Illmitz; Doris Horvath, Karl Kraus, Kathleen Naumann, Wien

Zusammenfassung

Östlich des Neusiedler Sees breitet sich der Seewinkel aus. Wichtige Teile davon sind als Nationalpark geschützt: Wiesen, Reste von Weideland und die einzigartigen, häufig austrocknenden Salzwasser-Lacken mit ihrer unterschiedlichen Salinität sind von besonderer Bedeutung. Im Seewinkel verursachte das Wassermanagement des 20. Jahrhunderts (künstliche Entwässerung, Grundwasser-Übernutzung) ernsthaften Schaden am natürlichen Wasserkreislauf und an den aquatischen Ökosystemen. Weiters wurde die Wasserfläche von 1900 bis heute um 75% reduziert. Der 1992/93 eingerichtete Nationalpark sieht es als seine langfristige Aufgabe, diesen Zustand langsam zu korrigieren und dabei den vielfältigen konfliktreichen Nutzungsansprüchen (Jäger, Fischer, Nationalpark, Weinbauern, Touristen) ausgewogen zu begegnen. Ein Aspekt kann dabei die Renaturierung von Teilen dieser Landschaft sein, speziell der Feuchtgebiete.

Potentielle Feuchtgebiete im Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel / Fertő-Hanság können mit Hilfe von verschiedenen Quellen gefunden werden. Eine Möglichkeit sind historische topographische Karten, um die historische Verteilung und Ausdehnung von Feuchtgebieten/Lacken zu rekonstruieren. Eine moderne und sehr genaue Methode ist die neue Technik des flugzeuggetragenen Laserscannings zur Aufnahme von Geländepunkten, um daraus digitale Geländemodelle zu generieren. Durch die hohe Punktdichte und die hohe Genauigkeit der Laserscannerdaten können sehr flache natürliche Senken gefunden werden.

Nach einer thematischen Einführung in die Belange des Nationalparks und einer kurzen Einführung in die Technik des flugzeuggetragenen Laserscannings, wird auf die höhenmäßige Verbesserung der Georeferenzierung eingegangen. Der Hauptteil des Artikels befasst sich mit der Analyse des Digitalen Geländemodells und der Kombination mit verschiedenen Datenquellen.

Abstract

East of the lake Neusiedler See extends the Seewinkel plain. Important parts of it are conserved as National Park: the meadowlands, the remaining pastureland and the unique, frequently evaporating saltwater pans with their varying salinity levels are areas of particular interest. In the 20th century the water management in the Seewinkel (artificial draining, over-exploitation of groundwater) caused severe damage to the natural hydrological cycle and the aquatic ecosystems, and from 1900 to nowadays the water surface area was reduced by 75%. For the 1992/93 established national park it is a long-term task to slowly alter this state and to handle the variety of conflicting pretensions (huntsmen, fisher, national park, winegrower, tourists) well-balanced. One aspect could be the renaturalization of parts of this landscape, especially the wetlands.

Potential wetlands in the National Park Neusiedler See-Seewinkel/Fertő-Hanság can be detected by the aid of different sources. Historical maps are one possibility to reconstruct earlier positions of wetlands. A more up to date and a very accurate method for locating potential wetlands is the new technology of airborne laser scanning to generate digital terrain models. Due to the very high point density and the high accuracy of laser scanner data, very shallow natural depressions can be determined. After a thematic introduction and a short introduction of airborne laser scanning, the issue of the enhancement of the georeferencing of the flight strips is addressed. The main part deals with the analysis of the digital terrain model and the combination with different data sources.

1. Einleitung

Der Neusiedler See befindet sich am tiefsten Punkt der Kleinen Ungarischen Tiefebene, in einem Becken ohne Abfluss, auf etwa 113 m über Adria und hat eine Oberfläche von ca. 320 km². Östlich des Sees breitet sich der Seewinkel mit einer Fläche von ca. 450 km² aus. Für diesen

Nationalpark sind die Wiesen, welche aus der Nutzung durch traditionelle Heuernte entstanden sind, sowie Reste von Weideland und die einzigartigen, häufig austrocknenden Salzwasser-Lacken mit ihrer unterschiedlichen Salinität von besonderer Bedeutung. Diese Biotope sind international bekannt und geachtet für die zahlreichen brütenden und durchziehenden Wasservö-

* Dieser Beitrag erscheint leicht geändert in englischer Sprache unter dem Titel „Renaturalization of Parts of the National Park Neusiedler See-Seewinkel/Fertő-Hanság by the Aid of Laser Scanning“ in den Proceedings of the International CIPA Symposium in Potsdam, 18.–21.09.2001.

gel, nicht zu vergessen sind auch die vielen Orchideen, salztoleranten Pflanzen, Libellen und Schmetterlinge, Heuschrecken, Käfer und Spinnen.

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts fand eine ausgedehnte künstliche Entwässerung statt, die das Oberflächenwasser dieses Gebietes effektiv abgeleitet hat und außerdem den Grundwasserspiegel in wasserführenden Böden absenkte. Langanhaltende Entnahme von Grundwasser zur Bewässerung überstieg die Grundwasserneubildung, was zu einer regionalen Grundwasser-Übernutzung führte.

Von den ursprünglich über 100 Lacken im Seewinkel, die um das Jahr 1900 dokumentiert sind, wurde ein Großteil zerstört. Ursachen sind die Entwässerung, aber auch die Veränderung des Salzgehaltes durch Schaffung von Verbindungen der Lacken zum Grundwasser oder Pumpen von Grundwasser in die Lacken während des Sommers, eine Zeit in der sie natürlicherweise ausgetrocknet sind.

Heutzutage existieren nur noch 36 Lacken, wovon 20 als gesunde Ökosysteme bezeichnet werden können. Im betroffenen Gebiet wurde im Verlaufe des 20. Jahrhunderts die Wasseroberfläche um 75% reduziert.

Neben der Entwässerung wurde die landwirtschaftlich genutzte Fläche vergrößert und die Intensität der Bewirtschaftung erhöht. Häufig wurden Weingärten bis direkt an die Lackenränder heran angelegt mit der Folge, dass sich der Nährstoffgehalt der Lacken durch Düngemittel-eintrag erhöhte.

Offensichtlich führten sozio-politische und sozio-ökonomische Motive und Entscheidungen zu einer solchen Entwicklung. Eine Kosten-Nutzen-Analyse von Entwässerung und intensiver Landwirtschaft gegenüber Verlust von schützenswerten Lebensräumen sowie Ästhetik und Erholungswerten wurde nie durchgeführt, Naturschutzinteressen sogar überhaupt außer Acht gelassen. Man benötigt ein das gesamte Einzugsgebiet berücksichtigende Wasser-Management, d.h. kontrollierte Grundwasserentnahme und Unterbinden oder zumindest Reduktion des Abflusses von Oberflächenwasser aus dem Gebiet. Das zukünftige Wassermanagement im Seewinkel hat die Landschaftseinheiten zu berücksichtigen und die zu setzenden Maßnahmen haben auf der Grundlage von hydrologischen, physikalisch-chemischen, biologischen und sozio-ökonomischen Bewertungen zu beruhen. Für einen solchen Ansatz muss die Zielsetzung

alle möglichen Nutzungsformen integrieren und dazu werden neue Forschungen benötigt, wie

- multidisziplinäre Datensammlung;
- Monitoring von historischen und aktuellen Zuständen, den Verhaltens- und Funktionsweisen der aquatischen und terrestrischen Ökosysteme;
- Entwicklung von Methoden, um solche komplexen Datensätze optimal zu organisieren, die Beziehungen der gewonnenen Daten zu analysieren und visualisieren; z.B. Nationalpark-GIS, Computer-Simulationen und -Animationen;
- Methodevaluation bezüglich disziplinenübergreifender Synthese.

Der 1992/93 eingerichtete Nationalpark sieht es als seine langfristige Aufgabe, diesen Zustand langsam zu korrigieren und dabei den vielfältigen konfliktreichen Nutzungsansprüchen (Jäger, Fischer, Nationalpark, Weinbauern, Touristen) ausgewogen zu begegnen.

2. Verschiedene Datenquellen zur Dokumentation des historischen und aktuellen Zustandes der Feuchtgebiete und Lacken

Zur Dokumentation und Analyse von Landbedeckungsveränderungen über größere Zeiträume können vielfältige Datenquellen herangezogen werden. Folgende Dokumente standen im Rahmen des Projektes zur Verfügung:

Historische Datenquellen:

- Topographische Karte der 1. Landesaufnahme (Joseph II.) von 1780, mehrfarbig handkoloriert, Maßstab 1:28800; Quelle: Kriegsarchiv des Österreichischen Staatsarchivs.
- Topographische Karte der 3. Landesaufnahme (Franz I.) von 1870, mehrfarbig handkoloriert, Maßstab 1:25000 (siehe Abb. 1); Quelle: Archiv des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen.
Diese Karte weist einen sehr großen Detailreichtum auf und ist besonders geeignet, die historischen Lackenbestände zu dokumentieren.
- Katasterkarten von 1856 mit dem sehr großen Maßstab 1:2800.

Diese historischen Karten ermöglichen eine topo-chronologische Analyse der früheren Landbedeckung, speziell der Feuchtgebiete und Lacken.

Moderne Datenquellen der Landbedeckung:

- Digitale Farbinfrarot-Orthophotos aus dem Jahr 1998 mit einer Auflösung von 0,25 m.

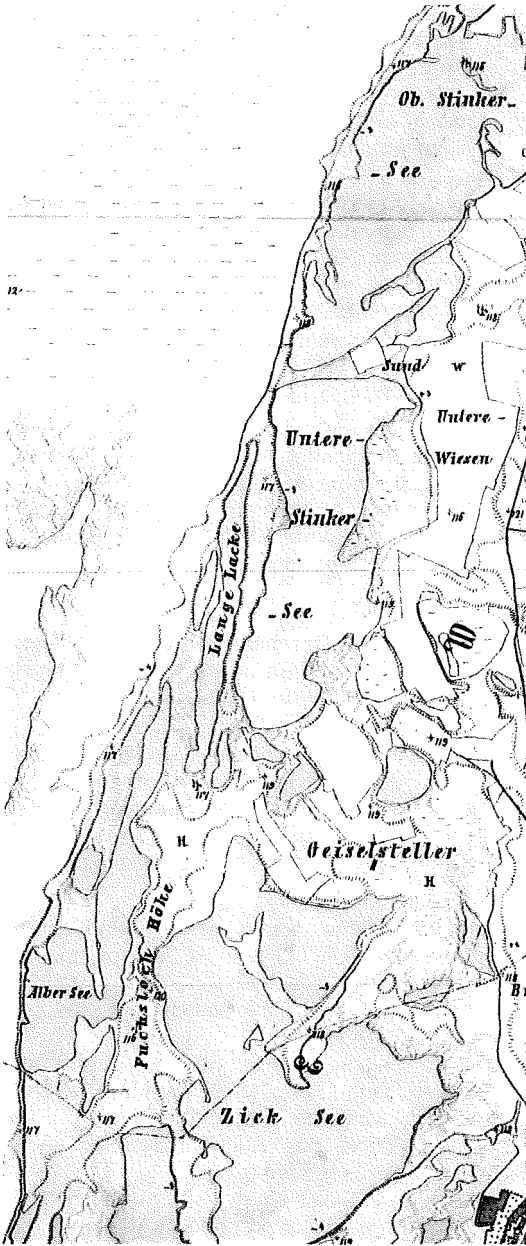


Abb. 1: Ausschnitt aus der topographischen Karte der 3. Landesaufnahme 1870, Originalmaßstab 1:25.000. [Quelle: 4857/4, Archiv des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen]

(Sie wurden uns freundlicherweise vom Amt der Burgenländischen Landesregierung zur Verfügung gestellt und stammen vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen.)

- Digitale Farbinfrarot-Orthophotos aus dem Jahr 1999 (Zeitpunkt der Laserscannerbeflie-

gung!) mit einer Auflösung von 0,4 m (siehe Abb. 4).

(Diese Orthophotos wurden uns freundlicherweise von der Biologischen Station Neusiedler See zur Verfügung gestellt.)

Historische Karten und digitale Orthophotos können jedoch nur unzureichende Aussagen über Geländehöhenverhältnisse treffen; deshalb wurde ein digitales Geländemodell von hoher Qualität mit Hilfe der neuen Technik der flugzeuggestützten Laser-Abtastung der Geländeoberfläche (Airborne Laserscanning) erstellt. Mit einem solchen hochauflösenden und hochgenauen Geländemodell liegt ein Datensatz vor, mit dem es möglich ist, schon geringe Höhenunterschiede zu ermitteln, die in diesem flachen Gebiet von entscheidender Bedeutung für Kleinklima, Flora und Fauna sind. So können die aktuellen Geländehöhenverhältnisse visualisiert werden und direkt in die Management- und Planungsaufgaben des Nationalparks einbezogen werden; es können z.B. Gebiete gefunden werden, wo sich heute natürliche Senken ohne Oberflächenwasser befinden.

3. Flugzeuggetragenes Laserscanning

Laserscanning ist eine neue Technik um hochautomatisiert 3D-Daten der Geländeoberfläche zu erzeugen [5]. Im folgenden Abschnitt sollen die Hauptkomponenten des Laserscanningsystems und die Messmethode kurz beschrieben werden. Näheres zum Laserscannerflug, der im Rahmen dieses Projektes durchgeführt wurde, wird das Thema von Abschnitt 3.2 sein, während Abschnitt 3.3 sich mit der höhenmäßigen Verbesserung der Georeferenzierung befasst.

3.1. Technik des flugzeuggetragenen Laserscannings

Ein flugzeuggetragenes Laserscannersystem besteht i.a. aus zwei Komponenten: dem Laserentfernungsmesser mit Scanningeinheit und einer Positionierungseinheit, bestehend aus einem GPS-Empfänger (Global Positioning System) und einem inertialen Messsystem IMU (Inertial Measuring Unit). Der Laserscanner sendet Lichtimpulse zum Boden, wo diese reflektieren und zum Laserscanner zurückgestrahlt werden. Die Laufzeit des Laserpulses zum Boden und zurück wird bestimmt und über die Lichtgeschwindigkeit kann die Strecke zum gemessenen Punkt berechnet werden. Die Aussenderichtung des Laserimpulses wird aus dem momentanen Auslenkwinkel des Scanningsystems und der Stellung des Flugzeugs im Raum (gemessen

mit IMU) ermittelt. Die Position des Flugzeugs und damit der Ursprung des Scanningsystems wird durch GPS-Messung bestimmt. Aus diesen Positionierungs- und Orientierungsinformationen werden im Postprocessing die 3D-Koordinaten der gemessenen Punkte in einem globalen Referenzsystem berechnet und ins Landeskoordinatensystem transformiert.¹

Eine besonders nützliche Eigenschaft des Laserscannings ist die Möglichkeit, durch Lücken in der Vegetation zum Boden durchzudringen und auch dort Punkte zu messen.

3.2. Laserscannerflug

Die Laserscannerbefliegung wurde von der deutschen Firma TopoSys im August 1999 durchgeführt. Das Befliegungsgebiet (Abb. 2) wurde in Absprache mit Prof. Herzig von der Biologischen Station Neusiedler See ausgewählt. Es umfasst ein 4 x 6 km großes Gebiet nördlich von Illmitz. Die Befliegung erfolgte in 28 sich leicht überlappenden Streifen. Der Punktabstand ist sehr unterschiedlich und beträgt quer zur Flugrichtung 1,9 m und in Flugrichtung nur 11cm. Dies führt zu einer sehr hohen Punktdichte von 9 Punkten/m² und einer Gesamtanzahl von über 200 Mio. Laserpunkten. Von der Firma wurden nicht nur das übliche 1m-Geländehöhenraster, sondern auf ausdrückliches Verlangen auch die oben erwähnten Flugstreifenendaten mit der hohen Punktdichte geliefert.

3.3. Höhenmäßige Verbesserung der Georeferenzierung

Die beim Laserscannerflug verwendeten Positionierungs- und Orientierungssysteme (GPS,

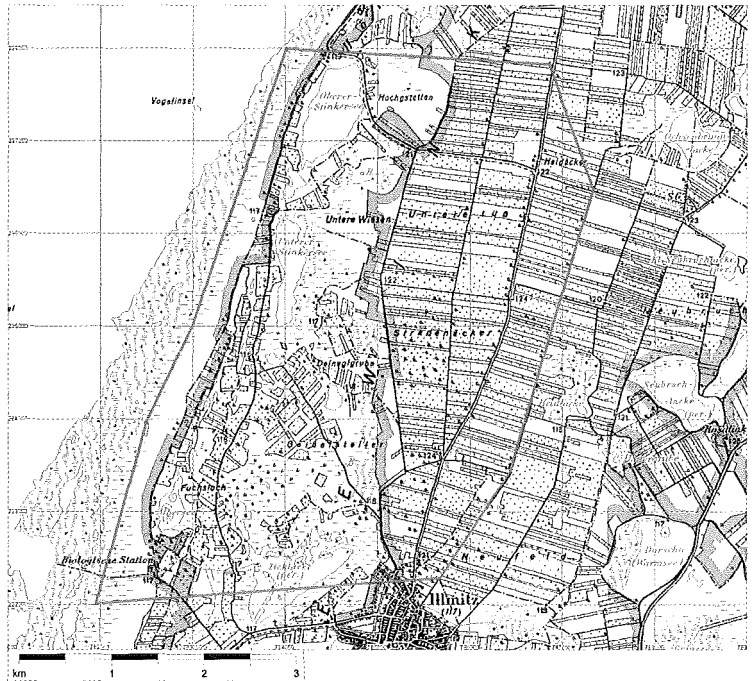


Abb. 2: Befliegungsgebiet in rot über der Österreichischen Karte, Originalmaßstab 1:50000 (ÖK50). [Quelle: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen]

IMU) weisen eine zeitliche Drift auf, die zu unterschiedlichen Geländehöhen in den Überlappungsbereichen der Flugstreifen führen kann. Die Größe dieser Geländehöhenunterschiede beträgt in diesem Projekt einige wenige Dezimeter, d.h. groß genug, um die Qualität der Ergebnisse negativ zu beeinflussen, weil in diesem flachen Gebiet schon geringe Höhenunterschiede von entscheidender Bedeutung sind. Wenn keine Korrekturen dieser Höhendifferenzen durchgeführt werden, wird das aus den Laserpunkten zu berechnende Geländemodell in den betroffenen Gebieten verschoben sein.

Mit Hilfe der Methode der „Blockausgleichung mit unabhängigen Modellen und zusätzlichen Parametern“ aus der Photogrammetrie können diese Höhendifferenzen minimiert werden. Dazu wurde die am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien (I.P.F.) entwickelte Ausgleichungssoftware

¹ Für ein grenzüberschreitendes Nationalpark-Informationssystem (NPIS) wurde als globales Koordinatensystem das *European Terrestrial Reference System 1989* (ETRS 89) gewählt. Ungarische Daten (topographische Karten, Orthophotos, Kataster, etc.), die im Rahmen eines Phare-Projektes unter Leitung von Dr. Márkus entstanden sind, wurden ebenfalls ins ETRS 89 transformiert. Diese Transformation wurde von Prof. Dr. Bácsatyai und Dipl.-Ing. Király durchgeführt. Sie gehören alle der Westungarischen Universität an. Auf österreichischer Seite wurden die entsprechenden Vorbereitungsarbeiten für die Georeferenzierung/Transformation von Dipl.-Ing. Titz (Institut für Geodäsie und Geophysik, Technische Universität Wien), Dr. Erker (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen) und Dipl.-Ing. Mandlbürger (Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien) durchgeführt.

ORIENT angepasst und erweitert. Jeder Laser-Scanner-Streifen wird dabei als unabhängiges Modell des Ausgleichs betrachtet. Als zusätzliche Parameter wurden Korrekturpolynome für jeden einzelnen Streifen eingeführt, um die systematischen GPS und IMU-Fehler zu modellieren. In den Überlappungszonen der Streifen, wobei im Projektgebiet mindestens zweifache, durchaus aber auch mehrfache Überdeckung auftritt, müssten identische Verknüpfungspunkte, die in jedem der überlappenden Streifen vorkommen, bestimmt werden. Allerdings gibt es in den Laser-Punkthaufen keine identischen Punkte. Aus diesem Grund wurden kleine Flächenelemente in der Umgebung des jeweiligen Verknüpfungspunktes festgesetzt und daraus homologe Punkte extrahiert.

Um die Transformation des gesamten Blockes in das Landeskoordinatensystem zu ermöglichen, werden (Höhen-)Passpunkte benötigt. Diese terrestrische Passpunktmessung führte die Vermessungskanzlei Dipl.-Ing. Horvath im Auftrag des I.P.F. im März 2000 durch. Dabei wurden 151 gleichmäßig im Untersuchungsgebiet angeordnete Höhenpasspunkte, die zum großen Teil der Genauigkeitsanalyse dienten, aufgenommen. Diese wurden zum Teil tachymetrisch, größtenteils aber mittels RTK-GPS (Real Time Kinematic-GPS) bestimmt.

Die Höheneinpassung und die Transformation der Laser-Daten in das ETRS89 erfolgte in einem simultanen Ausgleichsschritt. Diese Ausgleichsmethode wird ausführlicher in [4] erläutert.

Nach Durchführung dieser aufwendigen Ausgleichung im Rahmen einer Diplomarbeit [2] konnten die Höhendifferenzen in den Überlappungszonen um mehr als die Hälfte verringert werden: Reduzierung von ± 9.4 cm vor der Ausgleichung auf ± 3.6 cm nach der Ausgleichung (95% Wahrscheinlichkeit).

Weitere Untersuchungen zu verschiedenen Passpunktanordnungen wurden ebenfalls in [2] durchgeführt. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass (für dieses Projekt) eine Stabilisierung des Blocks mit vier Passpunktgruppen in den Blockecken ausreichend ist. Die absolute Höhen Genauigkeit des Lasergeländemodells betrug an 85 Kontrollpunkten ± 23 cm (95% Wahrscheinlichkeit). Darin ist ein großer Anteil von der Geländerauhigkeit enthalten. In den oben erwähnten Höhendifferenzen von ± 9.4 cm bzw. ± 3.6 cm wurde dagegen die Geländerauhigkeit durch Mittelbildung innerhalb der Flächenelemente eliminiert.

4. Analyse der Laserscannerdaten gemeinsam mit anderen Datenquellen

4.1. Analyse des Bodenmodells bezüglich natürlicher Senken

Nach der Feineinpassung der Laserscanner-Flugstreifen war ein Digitales Bodenmodell zu berechnen. Da bei einer Laserscannerbefliegung nicht nur Bodenpunkte, sondern auch Punkte auf anderen Objekten (z.B. auf Vegetation, Häusern usw.) erfasst werden, müssen letztere entfernt werden. Das im Projekt verwendete Klassifikationsverfahren wurde am I.P.F. entwickelt und in das Softwarepaket SCOP (Software zur Berechnung, Visualisierung und Verwaltung von Digitalen Geländemodellen) implementiert. Das im Untersuchungsgebiet vorhandene sehr dichte Schilf und das Getreide wurde mit einem hierarchischen Ansatz, der erst vor kurzem am I.P.F. entstanden ist, eliminiert [6].

Nach der Ermittlung eines Geländemodells mit weitgehender Eliminierung von Vegetationspunkten konnte mit der Analyse des Bodenmodells begonnen werden. Ausgangspunkte für das Auffinden von Bereichen für eine mögliche Renaturierung sind die ursprünglichen Lacken und die natürlichen Senken. Dazu wurden die historischen Karten (Abb. 1) herangezogen, da sie die Lage der früher vorhandenen Lacken bzw. die frühere Ausdehnung noch existierender Lacken darstellen. Die historischen Karten geben gute Hinweise für mögliche Suchbereiche. Ein sehr gutes Mittel für das Auffinden von Senken im Geländemodell ist dessen Visualisierung mit einer farbig abgestuften Höhenkodierung. Dazu wurde SCOP++ [3], welches eine interaktiv festzulegende farbige Höhenkodierung sehr erleichtert, verwendet. Besonders geeignet erweist es sich, mit einer blauen Farbabstufung für Geländehöhen bis zum Wasserspiegelniveau der Lacke zu beginnen und danach fortzufahren mit grünen, gelben bis braunen Tönen für größere Geländehöhen (Abb. 3). Durch das Anheben des virtuellen Wasserspiegels werden auch Gebiete „überflutet“, die in der Natur nicht mehr mit Wasser bedeckt sind. Der aktuelle Zustand der Lacken ist in den Orthophotos zu finden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass diese eine Momentaufnahme darstellen. So zeigt z.B. Abbildung 4 die Situation im Sommer 1999, wo die Wasserflächen kleiner als zu anderen Jahreszeiten sein können.

Die durch virtuelles Überfluten gefundenen Bereiche weisen auf potentielle Lacken hin, die für eine mögliche Renaturierung näher untersucht werden.

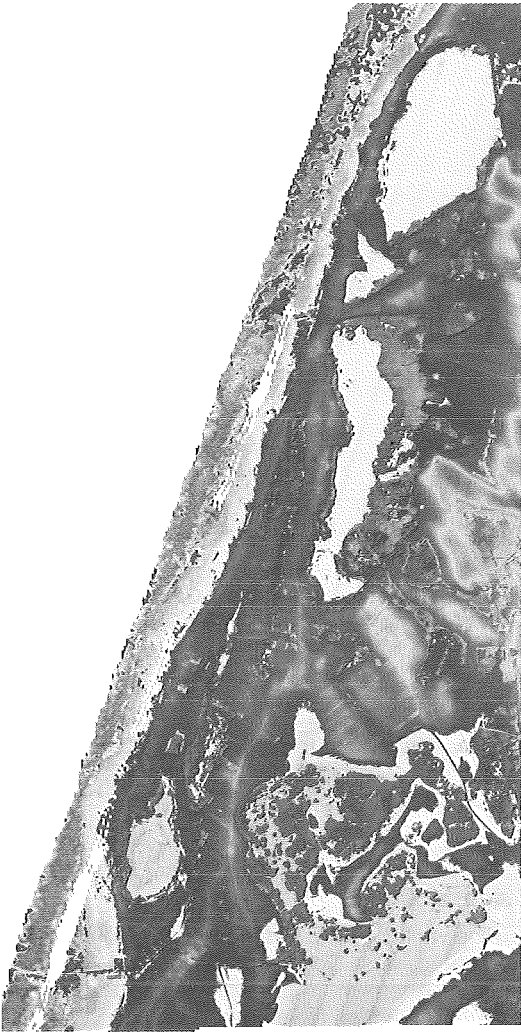


Abb. 3: Farbige Höhenkodierung des digitalen Bodenmodells – blaue Farben bis zu einer Höhe von 116,9 m, Maßstab ca. 1:45.000, Nord-Süd-Ausdehnung: 6 km.

In Abbildung 3 (Nord-Süd-Ausdehnung ca. 6 km) wurden alle Geländehöhen bis zu einem Niveau von 116,9 m in blau dargestellt. Aufgrund der unterschiedlichen Höhenniveaus der Lacken sind die südlichen Lacken bei dem gewählten virtuellen Wasserspiegel bereits zu sehr überflutet, während einige kleinere Lacken in Bildmitte noch gar nicht mit Wasser gefüllt sind. Für eine detaillierte Interpretation und Analyse sind kleinere Gebiete auszuwählen (z.B. Gebiet in Abb. 5) und ein geeignetes virtuelles Wasserniveau für die Höhenkodierung anzusetzen.

Im folgenden werden zwei typische Beispiele von für eine Renaturierung interessanten Gebieten vorgestellt.

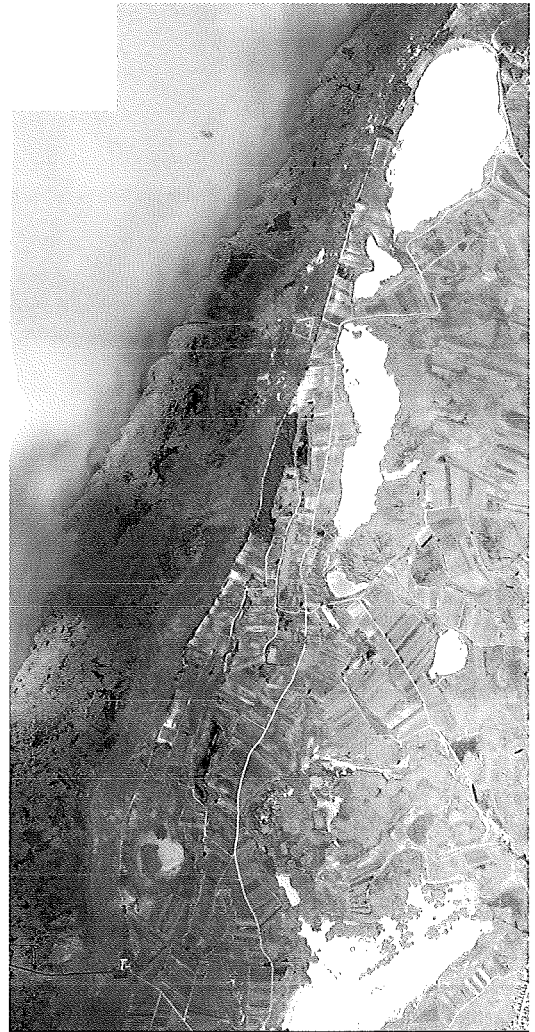


Abb. 4: Farbinfrarot-Orthophoto (Stand August 1999), Maßstab ca. 1:45.000, Nord-Süd-Ausdehnung: 6 km. [Quelle: Biologische Station Neusiedler See]

Die Ausdehnung der sehr schmalen und langen Lacke westlich des Unteren Stinkersee, genannt Lange Lacke (Abb.1, heutiger Name: Silbersee), hat sich im Laufe des letzten Jahrhunderts dramatisch verändert. Die frühere Länge der Lacke, wie sie in der 3. Landesaufnahme dargestellt ist (Abb. 1), betrug ungefähr 1750 m, während sie heute auf 500 m geschrumpft ist, wie man anhand des Orthophotos sehen kann (Abb. 4). Die ursprüngliche Lacke hat ihre Form wesentlich verändert und ist nun in einen größeren und einige kleinere Teile aufgeteilt. Mit Hilfe des Bodenmodells können die aktuellen Lage- und vor allem Höheneigenschaften im Gebiet der Langen Lacke genauer untersucht werden.

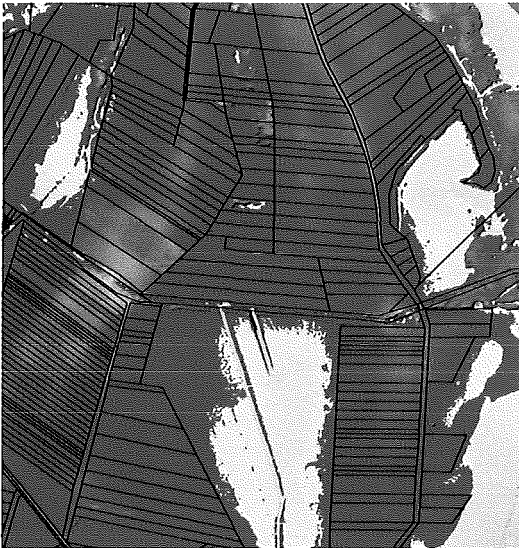


Abb. 5: Ausschnitt aus der farbigen Höhenkodierung des Bodenmodells vom Gebiet der kleinen Lacke (unten Mitte) westlich des Illmitzer Zicksees überlagert mit digitalen Katasterdaten; blaue Färbung bis zu einer Geländehöhe von 116,9 m; 0,8 km x 0,8 km. [Quelle der Katasterdaten: Amt der Burgenländischen Landesregierung]

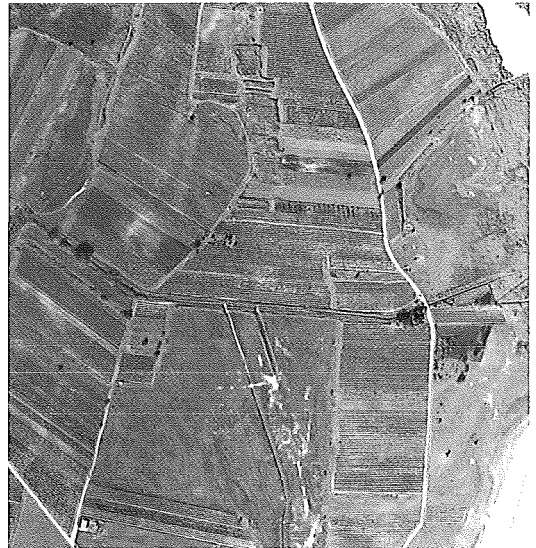


Abb. 6: Ausschnitt aus dem Farbinfrarot-Orthophoto vom Gebiet der kleinen Lacke (unten Mitte) westlich des Illmitzer Zicksees; 0,8 km x 0,8 km.. [Quelle: Biologische Station Neusiedler See]

Das zweite Beispiel konzentriert sich auf eine kleine Lacke westlich des Illmitzer Zicksees (Abb. 1). Im Gegensatz zur Langen Lacke, welche noch immer existiert, wenn auch mit einer kleineren Ausdehnung, ist diese Lacke vollständig verschwunden. In der Karte der 3. Landesaufnahme von 1870 (Abb. 1) beträgt die Größe der Lacke ungefähr 0,2 km². Die farbige Höhenkodierung zeigt die heutige Situation in Lage und Höhe. Durch das Anheben des virtuellen Wasserstandes auf 116,9 m erscheint eine simulierte Wasseroberfläche im Gebiet der früheren Lacke (Abb. 5). Die Orthophotos von 1999 und 1998 können als Beweis für den aktuellen Zustand herangezogen werden: Man kann das Ge-

biet einer nicht mehr mit Wasser gefüllten Lacke erkennen, durch das zwei Drainagekanäle verlaufen (Abb. 6)

4.2. Weitere Anwendungen des Digitalen Geländemodells

Eine wichtige Anwendung der farbigen Höhenkodierung des Geländemodells sind Wasserstands-Szenarien. Mit dem Geländemodell ist es möglich, jeden beliebigen Wasserstand zu visualisieren und die dabei jeweils überfluteten Flächen darzustellen. Dies ist von großer Bedeutung für Planung und Management in der Nationalparkregion, weil dadurch Gefährdungspoten-

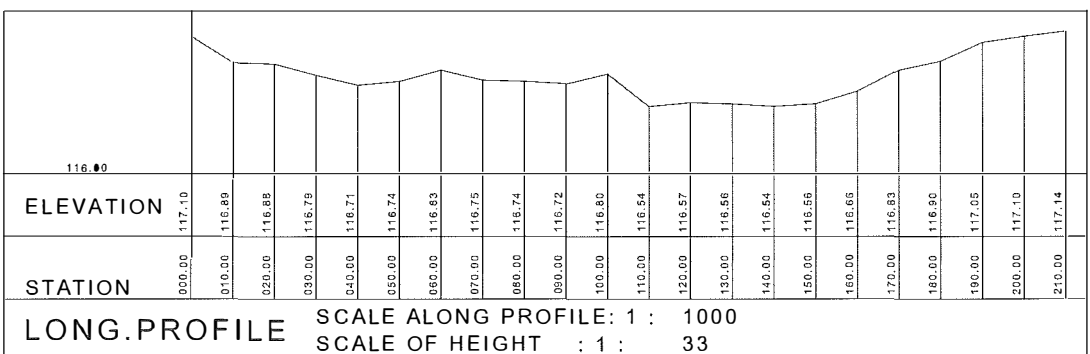


Abb. 7: Profil entlang der in Abb. 8 dargestellten Schnittlinie durch die kleine Lacke westlich des Illmitzer Zicksees.

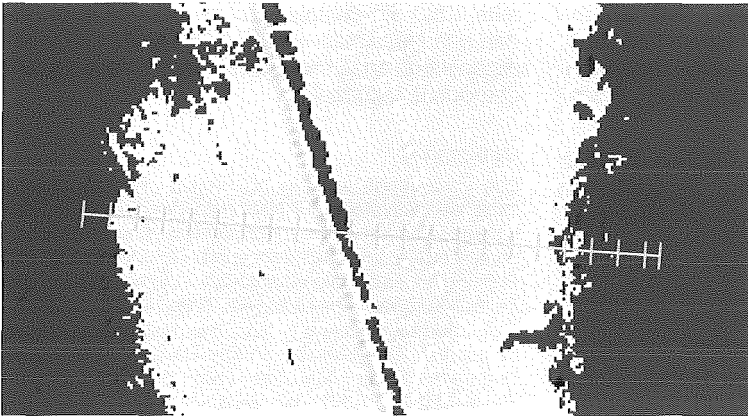


Abb. 8: Lage des Profils aus Abb. 7 im Grundriss durch die kleine Lacke westlich des Illmitzer Zicksees.

tiale durch höheren Wasserstand für die agrarische Nutzung und für die Sicherheit des Menschen räumlich sehr gut eingeschätzt werden können. So zeigt Abb. 3 den Illmitzer Zicksee (im unteren Teil des Bildes) mit einem sehr hohen Wasserstand, wie er z.B. im Frühjahr bei gutem Regen und Schnee im Winter auftritt.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten des Digitalen Geländemodells bestehen in der Berechnung von Profilen, Tiefen, Volumen und Oberflächen.

Neben der Visualisierung als Höhenkodierung besteht ein wichtiges Potential eines Geländemodell in der Möglichkeit, senkrechte Schnitte durch das Gelände zu legen und den Verlauf des Geländes entlang dieser Schnittlinie im Aufriss darzustellen. Abb. 7 zeigt ein solches Profil durch die kleine Lacke neben dem Illmitzer Zicksee; der Verlauf der zugehörigen Schnittlinie ist in Abb. 8 eingezeichnet. Im Profil kann man z.B. erkennen, dass die Lacke im östlichen Teil (rechts im Profil) stetig abfällt, dann ein kleines Plateau bildet und nach dem Sprung am Drainagekanal auf diesem etwas höheren Niveau verbleibt.

Weiterhin kann durch Festlegen einer bestimmten Bezugsfläche, z.B. ein bestimmter Wasserstand, der Abstand von dieser Fläche zum Bodenmodell für jeden beliebigen Punkt berechnet werden. Dadurch kann z.B. die Tiefe der potentiellen Lacke bestimmt werden.

Unter Zuhilfenahme einer solchen Bezugsfläche und einem Begrenzungs-polygon – dies kann z.B. der Verlauf einer bestimmten Höhenlinie sein – ist es möglich, aus dem Geländemodell das potentielle Wasservolumen zu berechnen. Diese Information kann für Überlegungen

zur künstlichen Flutung herangezogen werden. Bei dieser Berechnung wird auch die im Begrenzungs-polygon eingeschlossene Fläche, was die Wasseroberfläche sein könnte, bestimmt. Diese Werte können für eine Abschätzung der zusätzlichen Verdunstung etc. nützlich sein.

Für das Beispiel der kleinen Lacke neben dem Illmitzer Zicksees wurde als Bezugsfläche eine Ebene mit der Höhe 117 m und als Begrenzungs-polygon die Höhenlinie 117 m gewählt. Mit

diesen Parametern wurde das Volumen des virtuellen Wasserkörpers bei einer Flutung bis 117 m und die dadurch entstehende (glatte) Wasseroberfläche mit folgenden Ergebnissen berechnet:

Volumen	14511,42 m ³
„Wasseroberfläche“	58219,42 m ²

4.3. Kombination von Digitalem Geländemodell, Orthophotos und Digitaler Katastralmappe inklusive Landnutzung in einem Geo-Informationssystem

Folgende wichtige Fragen werden sich früher oder später im Rahmen eines Renaturierungsprojektes stellen:

- Welche Grundstücke sind von der potentiellen Renaturierung betroffen?
- Was ist die aktuelle Landnutzung dieser Gebiete?

Diese Fragen müssen beantwortet werden sobald die Entscheidung getroffen wurde, ein bestimmtes Gebiet zu renaturieren und/oder in den Nationalpark zu integrieren. In Gesprächen und Verhandlungen mit dem Eigentümer ist zu klären, ob die Landfläche in Brachland umgewandelt und die landwirtschaftliche Nutzung gegen Entschädigung stillgelegt werden kann. Weiters können durch Pacht von Flächen, auf denen sich potentielle Lacken befinden, die Voraussetzungen für eine ungestörte Neuansiedlung von Tieren und Pflanzen geschaffen werden.

Eine ideale Basis für die Beantwortung solcher Fragen, nicht nur während des Entscheidungsfindungsprozesses, ist ein Geo-Informationssystem (GIS), welches das Verwalten und Analysieren einer großen Vielfalt von Daten ermöglicht. Durch die Integration und gemeinsame Analyse

von Digitalen Geländemodellen, Orthophotos und Digitaler Katastralmappe in einem GIS (Abb. 5) kann z.B. auf einfache Weise eine detaillierte Liste mit den Grundstücken bzw. ihren Eigentümern erstellt werden.

Für die Arrondierung neuer Flächen für den Nationalpark sind insbesondere Brachflächen als Pufferzonen interessant. Durch die Überlagerung des Geländemodells mit den Nationalparkgrenzen und den Polygonen der Landnutzung (wie Brache, Ackerland, Weinbau, Weinbaubrache), die auf der digitalen Katastralmappe basieren, kann eine geeignete Brachfläche anhand ihrer Lage und anhand geeigneter Höhenverhältnisse ausgewählt werden.

Die Integration der genannten Daten stellt aber nur die Basis eines Nationalpark-Informationssystems (NPIS) dar. Für interdisziplinäre Analysen und Forschung müssen weitere aus den unterschiedlichen Fachbereichen (Hydrographie, aquatische und terrestrische Ökologie, Botanik, Ornithologie, etc.) stammende Daten ergänzt werden.

5. Schlussbemerkungen

Es liegen nun (für ein relativ kleines Gebiet im Seewinkel = 24 km²) räumliche Basisdaten in Form eines sehr genauen, mittels Laserscanning ermittelten, digitalen Bodenmodells vor. Ergänzt wird die Datengrundlage des Nationalpark-Informationssystems (NPIS) durch digitale Farbinfrarotaufnahmen und Vektor-Daten des digitalen Katasters.

Die daraus abgeleiteten anschaulichen Visualisierungen haben sich bereits als eine sehr gute Diskussionsbasis für z.B. die Arrondierung der Nationalparkgebiete oder für das Erstellen und Lokalisieren von Managementplänen bewährt. Aus diesem Grund besteht die Absicht, die Basisdatenbeschaffung (Laserscannerflug, etc.) auf den gesamten Seewinkel und – als ungarisches Projekt – sogar auf einen kleinen Teil des ungarischen Nationalparks auszudehnen, nach Möglichkeit wieder im Rahmen eines Europäischen Förderprogramms.

Erwähnt werden sollte an dieser Stelle auch die Kontinuität der Forschungen am Neusiedler See, besonders auch bezüglich der Erstellung von Digitalen Geländemodellen. So wurde be-

reits 1989 ein digitales Geländemodell vom Boden des Neusiedler Sees erstellt und in [1] interdisziplinäre Analysemöglichkeiten dieses Geländemodells aufgezeigt.

Danksagung

Das vorliegende Interreg IIC-Projekt „Raumbezogene Informationssysteme für Nationalparkregionen im Zentraleuropäischen Raum - Homogenisierung und Operationalisierung von GIS-Konzepten für Monitoring und Planung in Nationalparkregionen – Integration in ein Zentral-Europäisches Netzwerk, Teilprojekt 2: Nationalpark-Informationssystem für die Nationalparkregion Neusiedler See-Seewinkel/Ferto-Hanság (Österreich, Ungarn)“ wurde finanziert vom Bundeskanzleramt (EFRE-Mittel, 71,3% der veranschlagten Gesamtkosten); vom Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesamtsdirektion-Stabsstelle Europabüro (21,3%) und vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (7,4%)

Wir danken Herrn Prof. Dr. Csaplovics und seinen Mitarbeitern vom Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Dresden. Dieses Institut war für die Koordination des Gesamtprojektes und des deutsch-tschechischen Teiles (Sächsisch-Böhmische Schweiz) verantwortlich.

Literatur

- [1] *Csaplovics, E., Sindhuber, A., 1998.* Einige interdisziplinäre Aspekte der Interpretation der digitalen Geländemodelle des Neusiedler See-Beckens. VGI Heft 4/98, S. 216–224.
- [2] *Horvath, D., 2001.* Ein Geländemodell aus Laser-Scanner-Daten als Grundlage eines Informationssystems für den Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel, Diplomarbeit, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien.
- [3] Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien, 2002. <http://www.ipf.tuwien.ac.at>.
- [4] *Kager, H., Kraus, K., 2001.* Height discrepancies between overlapping laser strips – simultaneous fitting of aerial laser scanner strips. In Grün/Kahmen (Eds.): Optical 3D-Measurement Techniques V – Applications in manufacturing, quality control, robotics, navigation, mobile mapping, medical imaging and animation. Wichmann, 2001, pp. 103–110.
- [5] *Kraus, K., 2000.* Topographische Informationssysteme. Photogrammetrie Band 3, Dümmler Verlag Bonn.
- [6] *Pfeifer, N., Stadler, P., Briese, C., 2001.* Derivation of Digital Terrain Models in the SCOP++ Environment. Proceedings of OEEPE Workshop on Airborne Laserscanning and Interferometric SAR for Detailed Digital Terrain Models, Stockholm, Sweden.

Anschrift der Autoren:

Univ.-Prof. Dr. Karl Kraus, Dipl.-Ing. Kathleen Naumann und Dipl.-Ing. Doris Horvath, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, Gußhausstr. 27-29, A-1040 Wien, Tel.: +43 1 58801-12201, E-Mail: kk@ipf.tuwien.ac.at
Univ.-Prof. Dr. Alois Hertzog, Biologische Station Neusiedler See, A-7142 Illmitz, E-Mail: biol.stat@aon.at