

REBEN

Reed Belt Neusiedler See/Fertő

Interreg-Projekt AT-HU 2014-20

Angewandte hydrologische und
limnologische Basisuntersuchungen

Bericht 2

Schilfstruktur und Morphologie



Titel: Schilfstruktur und Morphologie. Teilbericht im Rahmen der angewandten hydrologischen und limnologischen Basisuntersuchungen zum Projekt REBEN – Reed Belt Neusiedler See/Fertő (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20)

Auftraggeber: Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion
Europaplatz 1
7000 Eisenstadt

Ansprechpartner: DI Christian Sailer

Auftragnehmer: ARGE „DWS Hydro-Ökologie - TU Wien“

DWS Hydro-Ökologie GmbH
Technisches Büro für Gewässerökologie und Landschaftsplanung
Zentagasse 47, 1050 Wien
Tel. 01 / 548 23 10, Fax DW 18
Email: office@dws-hydro-oekologie.at

Technische Universität Wien
Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft
Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie
Karlsplatz 13/222, 1040 Wien

Projektleitung: Mag. Dr. Georg Wolfram

Verfasser: Univ.-Prof. Dr. Elmar Csaplovics (Zeitreihe Sediment-Profile), Mag. Dr. Georg Wolfram (Allgemeine Charakterisierung der Testgebiete, Schilf- und Sedimentbewirtschaftung), Mag. Dr. Georg Kum MAS (Neue Vermessungen in der Testgebieten), Mag. Patricia Riedler (Schilf- und Sedimentbewirtschaftung)

Auftrag: A5/GEW.EUF-10003-11-2017

Seitenanzahl: 123

Interne Berichts-Nr.: 15/078-B02

Zitierweise: Csaplovics, E., G. Wolfram, G. Kum & P. Riedler (2020). Schilfstruktur und Morphologie. Teilbericht im Rahmen der angewandten hydrologischen und limnologischen Basisuntersuchungen zum Projekt REBEN – Reed Belt Neusiedler See/Fertő (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20). Studie im Auftrag des Amtes der Burgenländischen Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion, Wien.

Csaplovics, E. (2020). Zeitreihe Sediment-Profile (1996 vs. 2014). Kap. 3 des Teilberichts „Schilfstruktur und Morphologie“ im Rahmen der angewandten hydrologischen und limnologischen Basisuntersuchungen zum Projekt REBEN – Reed Belt Neusiedler See/Fertő (Interreg-Projekt AT-HU 2014-20). Studie im Auftrag des Amtes der Burgenländischen Landesregierung, Abt. 5 – Baudirektion, Wien.

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	1
Executive summary	6
1 Einleitung	10
2 Allgemeine Charakterisierung der Testgebiete	11
2.1 Einleitung	11
2.2 Bereich Wulka-Mündung	11
2.3 Bereich Mörbisch	14
2.4 Bereich Illmitz	15
3 Zeitreihe Sediment-Profile (1996 vs. 2014)	18
3.1 Ausgangslage	18
3.2 Messmethoden zur topographischen Sedimentkartierung in GeNeSee	20
3.3 Grundlagen	25
3.4 Zur Problematik der Messung von Sediment- strukturen im Seebecken	27
3.5 Résumé	46
3.6 Danksagung	49
4 Neue Vermessungen in den Testgebieten	50
4.1 Zielsetzung und Methodik	50
4.2 Ergebnisse	50
5 Schilf- und Sedimentbewirtschaftung	54
5.1 Einleitung	54
5.2 Schilfschnitt und Schilfernte	55
5.3 Brandmanagement	59
5.4 Ertüchtigung von Schilfkanälen	62
5.5 Schlammabaggerungen	66
6 Literatur	73
7 Anhang	77
7.1 Fotodokumentation	77
7.2 Sedimentprofile	97
7.3 Schlammabaggerungen laut Wasserbuch	123

ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Bericht widmet sich verschiedenen Aspekten der Schilfstruktur und bildet nach dem hydrologischen Bericht 2 gewissermaßen den morphologischen Teil der allgemeinen hydro-morphologischen Beschreibung. Er gliedert sich in vier Teile:

- a) Allgemeine Beschreibung der Testgebiete in Österreich
- b) Auswertungen von Sediment-Profilen Zeitreihe 1996 vs 2014
- c) Ergänzende Echolot-Vermessungen im Schilfgürtel
- d) Schilfbewirtschaftung

Allgemeine Beschreibung der Testgebiete (Kap. 2)

Aufgrund der Größe des Schilfgürtels des Neusiedler Sees war es notwendig, die Untersuchungen im Projekt REBEN auf ausgewählte Gebiete beschränken. In Abstimmung mit dem Auftraggeber und unter Berücksichtigung der hydrologischen und ökologischen Eigenheiten des Schilfgürtels wurden drei Testareale ausgewählt: die Wulka-Mündung, der Schilfgürtel Höhe Mörbisch und der Schilfgürtel Höhe Illmitz.

Die drei Gebiete werden anhand von Karten und Fotos dargestellt und beschrieben. Der Anhang zu diesem Bericht beinhaltet eine Fotodokumentation der Messstellen für die physikalisch-chemischen und biologischen Aufnahmen. Grundsätzlich präsentiert sich der Schilfgürtel im Bereich der Wulka-Mündung als sehr dicht. Einige Kanäle sorgen für eine lineare Durchströmung, es gibt aber auch diffus durchströmte Bereiche (siehe dazu Kap. 3.2 in Bericht 3). Die beiden Gebiete Höhe Mörbisch und Illmitz sind durch große, flache Wasserflächen im inneren Schilfgürtel gekennzeichnet, die durch Kanäle unterschiedlich gut an den offenen See angebunden sind.

Auswertungen von Sediment-Profilen 1996 vs 2014 (Kap. 3)

Die Auswertungen bauen auf der Inventur des gesamten Seebeckens in den Jahren 1985–1987 (Österreich) bzw. 1994–1995 (Ungarn) auf, womit erstmals in der Geschichte raumbezogener Forschung am Neusiedler See ein grenzüberschreitend homogener Datenbestand und in der Folge digitale Oberflächenmodelle für Sedimentoberkante und Sedimentunterkante für das Seebecken tiefer als 116,50 m berechnet werden konnten.

Das Projekt GeNeSee erweiterte den Ansatz auf Grundlage hochaktueller technologischer Entwicklungen in Bezug auf Mess- und Auswertemethoden. Innovativ war darüber hinaus

die Aufnahme der Daten in einem Zug, das heißt grenzüberschreitend. Es kamen drei verschiedene Messmethoden zum Einsatz: multi-frequente Echolot-Messungen im offenen Seebereich, Punktmessungen zur Bestimmung der Sedimentoberkante und Sedimentunterkante mittels CSPA sowie ALS Messungen (in Österreich bereits vorhanden, für Ungarn im Projekt GeNeSee neu erfasst).

Leider haben die Datenaufnahmen im Projekt GeNeSee nicht jene Ergebnisse gebracht, die für das Projekt REBEN erforderlich gewesen wären. Die Messergebnisse wurden in den Schilfbereichen in hohem Maße durch organisatorische Drawbacks deterioriert. Dies führte dazu, dass im Bereich des Schilfgürtels zu wenig Messungen vorlagen, als dass eine ausreichend genaue Interpolation von Rasterdaten möglich gewesen wäre. Dadurch konnte im Rahmen des Projektes GeNeSee und im Gegensatz zum Vorgängerprojekt nur für den Offenwasserbereich, nicht aber für den Schilfgürtel des Neusiedler Sees ein digitales Oberflächenmodell erstellt werden. Es war also wider Erwarten nicht möglich geworden, ein zeitreihenspezifisches Monitoring des Oberflächenreliefs des gesamten Seebeckens (Sedimentoberkante und Sedimentunterkante) *einschließlich des Schilfgürtels* bereitzustellen.

Mit den Auswertungen im vorliegenden Bericht wurde versucht, dieses schwerwiegende Defizit durch ergänzende Auswertungen der Originaldaten zu kompensieren. Die extrahierten Zeitreihenprofile sind im Anhang grafisch dargestellt und erlauben folgende Rückschlüsse:

Der Vergleich der Vermessung mit Stand 1996 und der Aufnahme der Offenwasserbereiche mit Stand 2014 zeigt für einige Profillagen einen klaren Trend zu einer Vertiefung des Seebeckens um ca. 30 cm während der letzten 20 Jahre, für andere kaum eine Veränderung.

Laterale Tendenzen der Ausdehnung von Schilfbeständen sind seewärts kaum und auch im Übergangsbereich landwärts durch Verschilfung von Seewiesen nur marginal feststellbar. Dies steht in Einklang mit der aus den entsprechenden Flächenanalysen gewonnenen Erkenntnis, dass die Gesamtfläche des Schilfgürtels nur marginal zugenommen hat. Gleichwohl haben sich dramatische Veränderungen in der Struktur der Schilfbestände manifestiert, die durch signifikante Zunahme von degradierten Schilfflächen und Braunwasserflächen im zentralen Bereich des Schilfgürtels erkennbar sind.

Der Seewall im äußeren, seeseitigen Bereich des Schilfgürtels ist unverändert vorhanden, was zwar unmittelbar nicht anhand der Daten aus dem Projekt GeNeSee durchgehend verifiziert werden kann, aber durch entsprechende Auswertungen von akribisch aus dem Originaldatenbestand 2012–2014 extrahierten Pseudo-Profilen anhand

ähnlicher Verlaufsmuster ableitbar ist. Für eine laterale Verschiebung des Seewalls gibt es keine gesicherten Hinweise.

Detailliertere Auswertungen der Pseudo-Profile konnten zufolge der Datenlage (s.o.) für den Aufnahmezeitraum 2012–2014 nur für den Nordwesten des Schilfgürtels durchgeführt werden. Teils unerklärbare Differenzen der Aufnahmen von 1985–1995 und 2012–2014 deuten auf Fehler hin, die aller Wahrscheinlichkeit nach auf die markant unterschiedlichen Messmethoden zurückzuführen sind.

Im Einklang mit den in der Strategiestudie 2014 formulierten Zielen für ein ernstzunehmendes raumbezogenes 4D-Monitoring (Flächen, Volumina, Zeit) von Dynamismen des Schilfwachstums, der Veränderungen der Schilfstrukturen sowie der Sedimentablagerung und -abtragung ist auch für die vorliegenden Themenschwerpunkte eine vorausblickende Abstimmung und Homogenisierung der Methoden der Datenaufnahme und der Datenanalyse das unveränderte Ziel zukünftiger einschlägiger Initiativen – dies sowohl strukturbezogen (Schilfgürtel versus Offenwasser-Bereich) als auch zeitreihenbezogen (Vergleichbarkeit der Ergebnisse) und die grenzüberschreitende Dimension betreffend (Harmonisierung der Methoden bei Datenaufnahme in einem grenzüberschreitenden „Guss“).

Ergänzende Echolot-Vermessungen (Kap. 4)

Es wird hier nur auf die Methodik eingegangen. Die Ergebnisse fließen in die hydraulische Modellierung ein (siehe Bericht 1).

Die ergänzenden Messungen waren erforderlich, nachdem zu Beginn des Projekts erkannt worden war, dass die im Projekt GeNeSee durchgeführten morphologischen Aufnahmen für die Fragestellungen des Projekts Reben nicht ausreichend waren und wesentliche Aspekte unberücksichtigt ließen. Mit den Messungen innerhalb der drei Testgebiete wurde versucht, die Lücke zumindest ansatzweise zu schließen.

Schilf- und Sedimentbewirtschaftung (Kap. 5)

Die Schilf- und Sedimentbewirtschaftung umfasst ein weites Feld unterschiedlicher anthropogener Eingriffe im Schilfgürtel, in größeren Buchten, aber auch Hafenanlagen. Allen gemeinsam ist der Zweck der wirtschaftlichen Nutzung oder der Nutzbarmachung für menschliche Aktivitäten. Unter dieser Klammer werden die verschiedenen Bewirtschaftungsformen in diesem Bericht zusammengefasst. Die Zusammenfassung des Status quo und die Darstellung der aktuellen Nutzungen stellt einen wesentlichen Ausgangspunkt für die Erstellung des Managementplans dar.

Schilfschnitt und Schilfernte: Der Schilfschnitt hat am Neusiedler See eine lange Tradition. Die Ernte erfolgte entweder Mitte Juni bis Ende Juli (grünes Schilf) oder im Winter (trockene Schilfhalme). Genutzt wurde das Schilf teilweise als Einstreu in Ställen, auch als Futter für das Vieh, teilweise als Baustoff und für Dächer von Scheunen und Häusern. Mit dem Rückgang der Viehwirtschaft und der zunehmenden Verwendung alternativer Baumaterialien ging die Schilfernte in den 1960er und 1970er Jahren deutlich zurück. Auf österreichischer Seite wurden 2004/05 – 2012/13 rund 10–25% aller Schilfflächen (ca. 102 km²) geschnitten, somit rund 10–25 km². Die Flächen, die zumindest einmal innerhalb dieses Zeitraums geschnitten wurden, umfassten ca. 53% der Flächen außerhalb des Nationalparks (nur Österreich). In den letzten Jahren hatte die Schilfwirtschaft mit milden Winter und einer zunehmenden Konkurrenz durch billige Auslandskonkurrenz zu kämpfen. Aus naturschutzfachlicher wie auch wasserwirtschaftlicher Sicht wird die derzeitige Form der Schilfernte mit schweren Maschinen kritisch gesehen, da sie zu einer Zerstörung des Schilfrhizoms und damit langfristig zu einer Ausdünnung der Schilfbestände führt und zudem als schwer kalkulierbarer Eingriff in die Nährstoffbilanz zu sehen ist.

Brandmanagement: Früher wurde das Schilf am Neusiedler See regelmäßig von Schilfschneidern abgebrannt, um im kommenden Jahr junges und damit qualitativ hochwertiges Schilf ernten zu können. Vor allem in Hinblick auf die erhöhte Feinstaubbelastung ist das Abbrennen von Schilf heute jedoch untersagt und in den letzten 20 Jahren auch nicht mehr durchgeführt. Durch Blitzschlag kommt es jedoch immer wieder zu Bränden im Schilfgürtel, zuletzt im Februar 2020 auf einer Fläche von rund 7 km². Grundsätzlich wird ein kontrolliertes Brandmanagement sowohl aus Sicht des Naturschutzes als auch der Wasserwirtschaft positiv gesehen.

Ertüchtigung von Schilfkanälen: Schilfkanäle wurden über Jahrzehnte hinweg vor allem von Seiten der Fischerei regelmäßig freigehalten. Seit den späten 1990er Jahren werden die Kanäle auch von der Wasserwirtschaftsbehörde im Rahmen der laufenden Instandhaltungsmaßnahmen regelmäßig ertüchtigt. Diese Arbeiten werden mit einem 35 t schweren Amphibienfahrzeug durchgeführt und sind auf die kalte Jahreszeit (Oktober bis Ende Februar) beschränkt. In der derzeitigen Form erfolgt die Ablagerung der ausgebaggerten Sedimente entlang der Kanäle in Form von Dämmen, welche keinen Wasseraustausch zwischen dem Schilfkanal und allenfalls angrenzenden Wasserflächen ermöglichen. Seit der Wintersaison 2004/2005 wurden über 230 km Schilfkanäle ertüchtigt. Im Mittel betrug die Länge der pro Jahr ausgebaggerten Kanäle 16,6 km.

Schlammabaggerungen: Im Gegensatz zur Ertüchtigung von Kanälen wird bei Schlammabaggerungen am Neusiedler See effektiv Sediment aus dem Gewässer entnommen. Ein Großteil der Schlammabaggerungen der letzten 15 Jahre wird von der Wasserrechtsbehörde erhoben (Bewilligungsbescheide im Wasserbuch). Hier liegen Daten aus sieben Gemeinden auf. Schlammabaggerungen finden am See in Form von Saugabaggerungen statt

und ist bislang auf Häfen und Yachtanlagen beschränkt. Das Sediment wird abgepumpt und gelangt in Absetzbecken, von wo aus der getrocknete Schlamm entweder auf landwirtschaftliche Flächen aufgebracht oder deponiert werden kann. Eine Abschätzung der Kubatur der seit 2005 ausgebaggerten Sedimente ergibt ein Volumen von knapp 300 000 m³, im Schnitt 20 000 m³ pro Jahr. Dies ist im Vergleich zur Gesamtsedimentmenge im See verschwindend wenig (0,04% nur der Sedimentmenge im offenen See ohne Schilfgürtel). Der Bericht beinhaltet Überlegungen zum Feststoffhaushalt, so z.B. mit Vergleichswerten zum Sedimenteintrag über die Wulka und die Kalkschlamm-Bildung. Im Detail wird die Feststoffbilanz aber im Bericht 7 Synthese diskutiert.

EXECUTIVE SUMMARY

This report includes various aspects concerning the structure of the reed belt. Continuing the report No. 2 on hydrology, the report forms the morphological counterpart of the general hydro-morphological description. It is divided into four parts:

- a) General description of the test areas in Austria
- b) Evaluation of time series sediment profiles
- c) Additional echo-sounding surveys in the reed belt
- d) reed management

General description of the test areas (chapter 2)

Due to the size of the reed belt of Lake Neusiedl it was necessary to limit the investigations of the project REBEN to selected areas. In consultation with the client and considering the hydrological and ecological characteristics of the reed belt, three test areas were selected: the mouth of the river Wulka, the reed belt near Mörbisch and the reed belt near Illmitz.

The three areas are presented and described using maps and photos. The appendix to this report contains a photo documentation of the sampling sites for the physico-chemical and biological surveys. Generally, the reed belt in the area of the Wulka mouth is very dense. Some channels provide a linear flow, but there are also diffuse flow areas (see chapter 3.2 in report 3). The two areas near Mörbisch and Illmitz are characterised by large, shallow open water zones in the inner reed belt, which are connected to the open lake to varying degrees by channels.

Evaluation of time series sediment profiles 1996 vs 2014 (chapter 3)

The analyses are based on the inventory of the entire lake basin in the years 1985–1987 (Austria) and 1994–1995 (Hungary). For the first time in the history of spatial research on Lake Neusiedl, a cross-border homogeneous data set was created and subsequently digital surface models for the upper and lower boundary layers of sediment of the lake basin deeper than 116.50 m could be calculated.

The GeNeSee project extended the approach on the basis of highly topical technological developments in terms of measurement and evaluation methods. Another innovative feature was the survey in one go, i.e. across borders. Three different measurement methods were used: multi-frequent echo-sounding in the open lake area, point measurements to determine the sediment upper and lower edge using CSPA, and ALS measurements (already available in Austria, newly recorded for Hungary in the GeNeSee project).

Unfortunately, the data recordings in the GeNeSee project did not yield the results that would have been necessary for the REBEN project. The results of the measurements in the reed areas were deteriorated to a high degree by organizational draw-backs. As a result, too few measurements were available in the area of the reed belt for a sufficiently accurate interpolation of raster data. Thus, within the GeNeSee project and in contrast to the previous project, a digital surface model could only be created for the open water area, but not for the reed belt of Lake Neusiedl. Contrary to expectations, it was not possible to provide a time-series-specific monitoring of the surface relief of the entire lake basin (upper and lower sedimentary edges) *including the reed belt*.

The present report has attempted to compensate for this serious deficit by supplementary analyses of the original data. The extracted time series profiles are shown graphically in the appendix and allow the following conclusions:

The comparison of the survey with the status 1996 and the recording of the open water areas with the status 2014 shows a clear trend towards a deepening of the lake basin by about 30 cm during the last 20 years for some profile layers, for others hardly any change.

Lateral trends in the expansion of reed beds are hardly noticeable seawards and only marginally evident by spreading of reed growth on the meadows in the transition area landwards. This is in accordance with the insight gained from the corresponding area analyses that the total area of the reed belt has only marginally increased. Nevertheless, dramatic changes in the structure of the reed beds have become apparent, which can be recognized by a significant increase of degraded reed beds and brown water areas in the central part of the reed belt.

The sediment wall seawards, at the lake-side fringe of the reed belt remains unchanged, which cannot be directly verified by the data from the GeNeSee project, but can be deduced by corresponding analyses of pseudo-profiles meticulously extracted from similar patterns in the original data stock 2012–2014. There is no reliable evidence for lateral displacement of the lake wall.

Due to aforementioned limitations of data collection detailed analyses of pseudo-profiles were carried out only for the north-western part of the reed belt. Partly inex-

plicable differences of measurements of 1985–1995 versus 2012–2014 point towards errors which are caused by the application of significantly different measuring methods.

In accordance with the goals formulated in the 2014 strategy study for a serious spatial 4D monitoring (areas, volumes, time) of reed growth dynamics, of the changes in the reed structures as well as sediment deposition and removal, a prospective coordination and homogenisation of the methods of data acquisition and data analysis is the unchanged goal of future relevant initiatives – both structure-related (reed belt versus open water area) and time-series-related (comparability of the results) and concerning the cross-border dimension (harmonisation of the methods for data acquisition in one cross-border pour).

Additional echo-sounding surveys (chapter 4)

Only the methodology is discussed here. The results are incorporated into the hydraulic modelling (see Report 1).

The supplementary measurements were necessary after it was recognized at the beginning of the project that the morphological surveys carried out in the GeNeSee project were not sufficient for the questions of the project “REBEN” and did not take essential aspects into account. With the measurements in the three test areas an attempt was made to close the gap at least to some extent.

Reed management (chapter 5)

Reed and sediment management covers a wide range of different anthropogenic interventions in the reed belt, in larger bays, but also in port facilities. What they all have in common is the purpose of economic use or utilization for human activities. The various forms of management are summarised under this umbrella in this report. The summary of the status quo and the presentation of the current uses is an essential starting point for the preparation of the management plan.

Reed cutting and harvesting: Reed cutting has a long tradition on Lake Neusiedl. Harvesting took place either from mid-June to the end of July (green reed) or in winter (dry reed). The reed was partly used as bedding in stables, also as fodder for the cattle, partly as building material and for roofs of barns and houses. With the decline of cattle farming and the increasing use of alternative building materials the reed harvest decreased significantly in the 1960s and 1970s. On the Austrian side about 10–25% of all reed areas (about 102 km²) were cut between 2004/05 and 2012/13, thus about 10–25 km². The areas that

were cut at least once within this period covered about 53% of the areas outside the National Park (Austria only). In the last years, the reed industry had to struggle with mild winters and an increasing competition by cheap imports from abroad. From the point of view of nature conservation and water management the current form of reed harvesting with heavy machinery is viewed critically, as it leads to a destruction of the reed rhizome and thus to a thinning of the reed stocks in the long run.

Fire management: In the past, the reed on Lake Neusiedl were regularly burned down by reed cutters in order to be able to harvest young and thus high-quality reed in the coming year. However, especially in view of the increased fine dust pollution, reed burning is prohibited today and has not been carried out for the last 20 years. However, lightning repeatedly causes fires in the reed belt, most recently in February 2020 on an area of about 7 km². In principle, controlled fire management is seen positively from the point of view of both nature conservation and water management.

Restoration of reed channels: For decades, reed channels were regularly kept clear, especially by fishermen. Since the late 1990s the channels have also been regularly restored by the water management authority as part of ongoing maintenance measures. This work is carried out with a 35-t amphibious vessel and is limited to the cold season (October to the end of February). In its present form, the dredged sediments are deposited along the channels in the form of dams, which do not allow water exchange between the reed channel and any adjacent water surfaces. Since the winter season 2004/2005 more than 230 km of reed channels have been restored. The average length of the channels dredged annually was 16.6 km.

Sediment dredging: In contrast to the restoration of channels, mud dredging on Lake Neusiedl effectively removes sediment from the water body. A large part of the mud dredging activities carried out in the last 15 years is collected by the water rights authority (approval decisions in the water book). Data from seven municipalities are available here. Mud dredging takes place on the lake in the form of suction dredging and has so far been limited to harbours and yachting facilities. The sediment is pumped out and enters sedimentation basins, from where the dried sediment can either be applied to agricultural land or is landfilled. An estimate of the cubature of the sediments dredged since 2005 results in a volume of almost 300,000 m³, on average 20,000 m³ per year. Compared to the total sediment volume in the lake, this is negligible (0.04% only of the sediment volume in the open lake without the reed belt). The report includes monitoring of the sediment budget, e.g. with comparative values for sediment input via the Wulka and calcite mud formation. In detail, the sediment balance is discussed in Report 7 Synthesis.

1 EINLEITUNG

INTRODUCTION

Der vorliegende Bericht widmet sich verschiedenen Aspekten der Schilfstruktur und bildet nach dem hydrologischen Bericht 2 gewissermaßen den morphologischen Teil der allgemeinen hydro-morphologischen Beschreibung.

Der Bericht gliedert sich in vier Teile:

- a) Allgemeine Beschreibung der drei Testgebiete in Österreich hinsichtlich der Schilfstruktur. Dazu wird beinhaltet der Anhang eine Fotodokumentation aller Standard-Messstellen zu den fünf Untersuchungskampagnen (Näheres dazu siehe Bericht 3).
- b) Auswertungen von Sediment-Profilen in der Zeitreihe 1996 versus 2014
- c) Beschreibung von ergänzenden Vermessungen im Schilfgürtel. Es wird hier nur auf die Methodik eingegangen. Die Ergebnisse fließen in die hydraulische Modellierung ein (siehe Bericht 1).
- d) Charakterisierung der derzeitigen Form der Schilfbewirtschaftung unter Berücksichtigung von Schilfmahd, Kanalertüchtigungen und Baggerungen

Die ergänzenden Messungen (Punkt c) waren erforderlich, nachdem zu Beginn des Projekts erkannt worden war, dass die im Projekt GeNeSee durchgeführten morphologischen Aufnahmen für die Fragestellungen des Projekts Reben nicht ausreichend waren und wesentliche Aspekte unberücksichtigt ließen. Mit den Messungen innerhalb der drei Testgebiete wurde versucht, die Lücke zumindest ansatzweise zu schließen. Ähnliches wird auch mit den Auswertungen der Sedimentprofile in der Zeitreihe 1996 vs 2014 angestrebt. Der Bericht beinhaltet also teilweise eigene Messungen, Auswertungen von Daten aus anderen Projekten sowie eine Zusammenstellung vorhandener Informationen. Aufgrund der unterschiedlichen und nur lose untereinander verknüpften Beiträge zu diesem Bericht wurde für diese kein abschließendes Resümee verfasst. Ein solches beinhaltet aber das Kap. 3.

Der Bericht deckt die Inhalte des Arbeitspakets T1.4.1 ab. Die Messungen zur Sedimentstruktur und -zusammensetzung wurden im Bericht 3 berücksichtigt, da sie dort eine thematische Einheit mit den übrigen chemischen Messungen bilden.

2 ALLGEMEINE CHARAKTERISIERUNG DER TESTGEBIETE

GENERAL DESCRIPTION OF THE TEST AREA

2.1 Einleitung

Introduction

Aufgrund der Größe des Schilfgürtels des Neusiedler Sees war es notwendig, die Untersuchungen auf ausgewählte Gebiete beschränken. In Abstimmung mit dem Auftraggeber und unter Berücksichtigung der hydrologischen und ökologischen Eigenheiten des Schilfgürtels wurden drei Testareale ausgewählt:

- Der im Nordwesten des Sees gelegene Bereich der **Wulka**-Mündung
- Ein Gebiet am Westufer des Sees nördlich von **Mörbisch**
- Ein Areal Höhe **Illmitz**

Die drei Gebiete werden im Folgenden kurz vorgestellt und in ihrer strukturellen Charakteristik skizziert. Die einzelnen Messstellen werden in diesem Bericht im Anhang (Kap. 7.1) als Fotodokumentation gezeigt und in den weiteren Berichten näher beschrieben.

2.2 Bereich Wulka-Mündung

Area of the mouth of the river Wulka

Die Wulka ist der bedeutendste Zubringer zum Neusiedler See und für den Nährstoffeintrag und damit für die Wasserqualität des Sees von maßgeblicher Bedeutung. Im Testgebiet Wulka wurde eine Messstelle vor Eintritt des Flusses in den Schilfgürtel beprobt (WU4). Sie entspricht weit gehend der offiziellen GZÜV-Messstelle Seehof. Drei weitere Messstellen (WU1–WU3) liegen in zwei größeren Kanälen, durch die – nach der Annahme zu Beginn des Projektes – der Großteil der Wulka durch den Schilfgürtel fließt. Für eine gesonderte Sedimentprobenahme wurde eine weitere Messstelle (WU6) im unmittelbaren Grenzbereich Fluss – Schilfgürtel in das Programm aufgenommen.

Der Standort WU4 repräsentiert eine reiner Fließgewässermessstelle. Bei der Straßenbrücke nach Oggau wurde auch einer der beiden Online-Messstellen im Bereich Wulka eingerichtet (siehe Bericht 5).

Der Schilfgürtel selbst ist im Bereich der Mündung außerordentlich dicht und weist im Gegensatz zu anderen Bereichen weiter südlich keine größeren offenen Wasserflächen auf. Die Kanäle vergangenen Jahren mehrmals ausgebaggert (siehe dazu weiter unten, Abb. 27 in Kap. 5.4) und sind heute von Längsdämmen begleitet, die einen Wasseraustausch zwischen Kanal und den kleinstrukturierten angrenzenden Blänken weitgehend verunmöglicht. Ausnahmen finden sich unmittelbar im Anschluss an den zur Messstelle WU2 führenden Querkanal (vermutlich zu Jagdzwecken freigehalten). Seit Winter 2019 besteht eine direkte Verbindung des westlichen Wulka-Einmündungsbereichs mit einem der größeren Kanäle (siehe dazu Ausführungen in Bericht 3).

Nach Beobachtungen im Zuge einer Befahrung im April 2019 ist der Bereich westlich des Querkanals zur Messstelle WU2 diffus durchströmt. In den Dämmen entlang der Kanäle gibt es hier nur sehr wenige Durchlässe, durch die das nunmehr klare Wulkawasser strömen kann. Sie sind teilweise mit einer Vielzahl an Sumpfpflanzen, auch Gehölzen bewachsen.

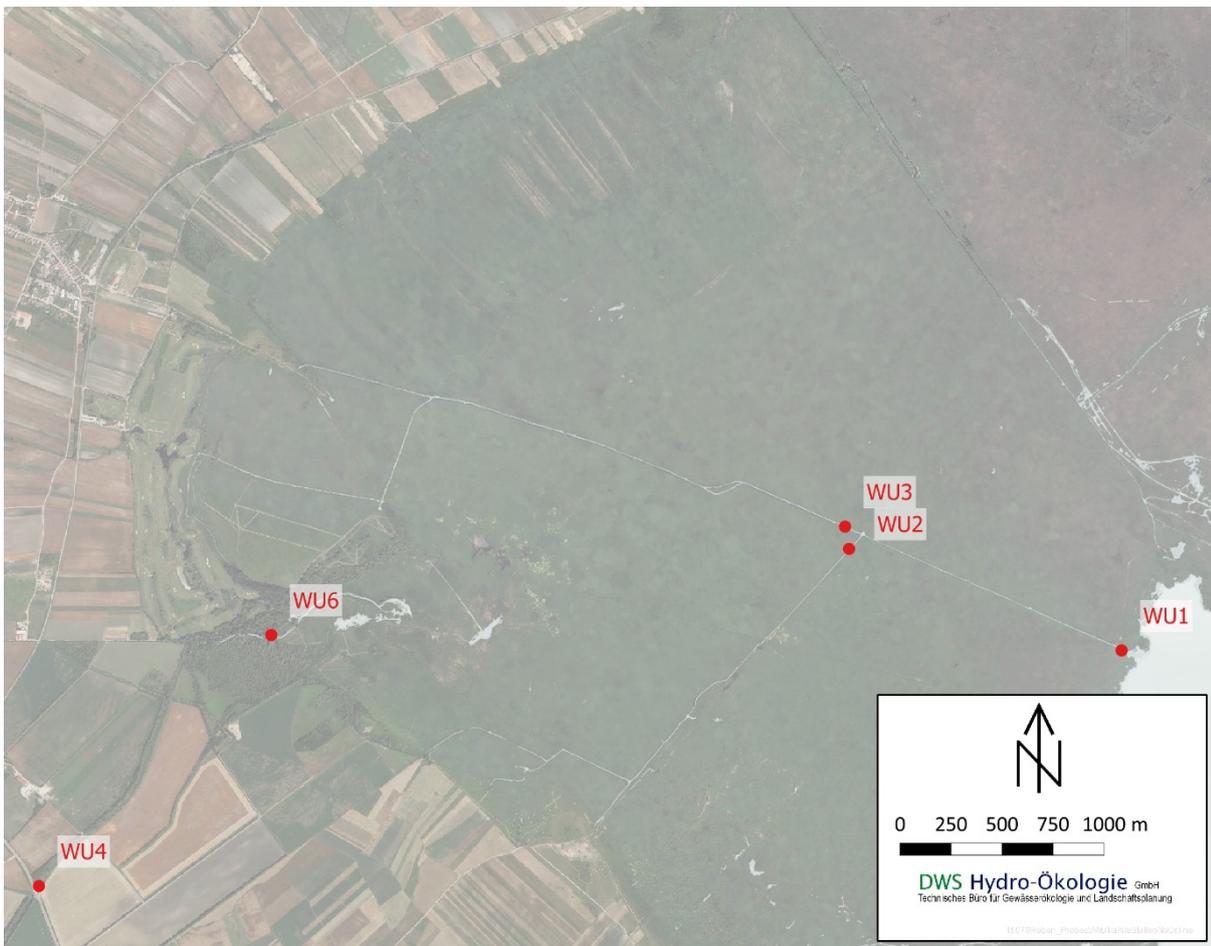


Abb. 1. Testgebiet Wulka-Mündung mit den Standard-Messstellen im chemisch-biologischen Monitoring (siehe Bericht 3). © Normalfarbennorthofoto GeoDaten Burgenland (<https://geodaten.bgl.d.gv.at>)

Figure 1. Test area mouth of the river Wulka with the standard sampling sites for the chemical-biological monitoring (see report 3). © ortho image GeoDaten Burgenland (<https://geodaten.bgl.d.gv.at>)



Abb. 2. Links oben: Absturzartiger Übergang von einem neugestalteten Kanal und einen älteren, seewärts gerichteten Kanal, rechts oben: diffus durchströmtes, dichtes Schilf, Mitte links: Sedi- mentaufschüttung am Damm längs zu einem Kanal mit leeren Großmuschelschalen, Mitte rechts: offene Blänke (möglicherweise für Jagdzwecke freigehalten), unten links: glasklares Wulkawasser nach diffuser Durchströmung (Unterwasserbild, im Bild ein Mediterraner Medizi- nischer Blutegel *Hirudo verbana*).

Figure 2. Top left: fall-like transition between a newly restored and an old, lakeward-directed channel, top right: diffusely flowing part with dense reed stands, mid left: sediment deposit on a dam alongside of a channel with empty unionid mussels, mid right: open pool (maybe kept open for hunting), bottom left: crystal-clear water from the river Wulka after diffuse flowing (underwater photo with a Mediterranean medical bloodsucker *Hirudo verbana*).

2.3 Bereich Mörbisch

Area of Mörbisch

Der Bereich Mörbisch repräsentiert das windgeschützte Westufer des Neusiedler Sees. Er unterscheidet sich grundlegend von dem dichten Schilfgebiet im Bereich der Wulka Mündung. Auffällig sind die ausgedienten offenen Wasserflächen im inneren Bereich dieses Testareals. Es ist vom freien See durch ein einheitlich breites, rund 200 m Band mit sehr dichten Schilf getrennt, dass bei niedrigen und mittleren Wasserständen abschnittsweise trockenen Fußes begangen werden kann. Dieses Band entspricht dem „Seedamm“ in früheren Arbeiten und ist heute durch Kanalertüchtigungen aus dem Jahr 2011/12 mehrfach durchbrochen (siehe dazu weiter unten, Abb. 27 in Kap. 5.4).

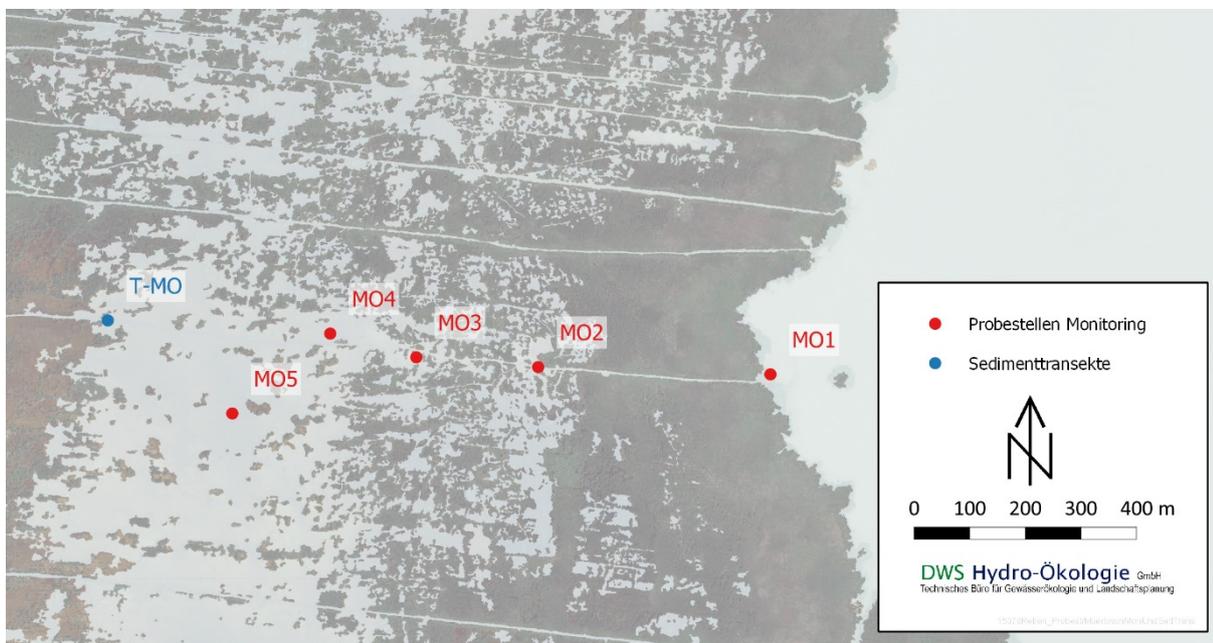


Abb. 3. Testgebiet Mörbisch. Die roten Punkte entsprechen den Standard-Messstellen im chemisch-biologischen Monitoring, die blauen Punkte sind zwei Zusatzmessstellen zur Sediment-Probenahme (siehe Bericht 3). © Normalfarbennorthofoto GeoDaten Burgenland (<https://geodaten.bglid.gv.at>)

Figure 3. Test area Mörbisch. The red points show the standard sampling sites for the chemical-biological monitoring, the blue point is an additional site for sediment sampling (see report 3). © ortho image GeoDaten Burgenland (<https://geodaten.bglid.gv.at>)



Abb. 4. Links oben: Weitgehend „dichte“ Schilfkante entlang eines Kanals im Gebiet Mörbisch, rechts: Land-Wasser-Übergangszone, links unten: Wasserflächen im inneren Schilfgürtel.

Figure 4. Top left: Largely „impenetrable“ reed fringe along a channel in the test area of Mörbisch, right: land-water transition zone, bottom left: open water zone in the inner reed belt.

2.4 Bereich Illmitz

Area of Illmitz

Der Bereich wurde gewählt, um neben Mörbisch ein Testgebiet am windexponierten Ostufer zu erfassen. Es ist ähnlich strukturiert wie der Bereich Mörbisch, weist allerdings weniger Ost-West-orientierte Kanäle auf. Es gibt zudem einige kleinere Kanäle, welche zwar nicht befahrbar sind, jedoch für einen gewissen Austausch zwischen dem offenen See und den Schilfblänken sorgen, teilweise auch Zirkulationsströmungen ermöglichen (z.B. über den Stationskanal Richtung IL2 und IL3). Die landseitigen Wasserflächen sind sehr seicht bei niederen Wasserständen vollständig trocken. Hervorzuheben ist der sog. Ruster Poschn (zwischen den Messstellen IL7 und IL8), der mit 50–80 cm deutlich tiefer ist die übrigen, größeren Wasserflächen in diesem Bereich. Unter den Kanälen nimmt jener zur Biologischen Station eine Sonderrolle ein, weil er regelmäßig gefahren und damit offengehalten wird. Zudem besteht (über einen Absturz) eine Verbindung zum östlich in

den Seewinkel führenden Grabensystem, aus dem im Frühjahr bei hohen Wasserständen ein sehr schwacher Zufluss gegeben ist.

Unter den in **Abb. 5.** eingezeichneten Messstellen unterscheidet sich IL9 insofern von allen anderen, als dieser Bereich vom offenen See völlig abgetrennt ist und keinerlei Wasseraustausch erfährt.

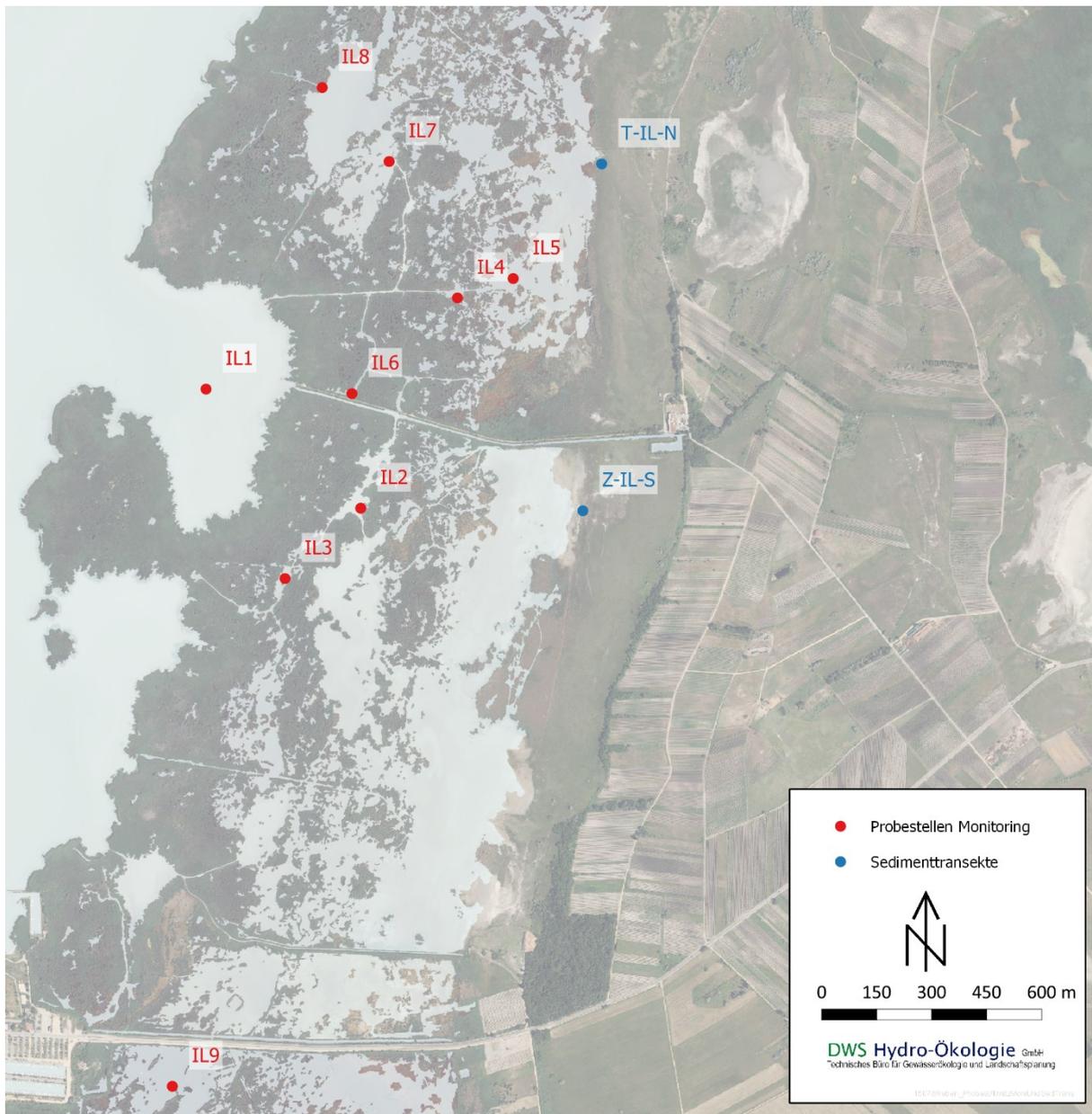


Abb. 5. Testgebiet Illmitz. Die roten Punkte entsprechen den Standard-Messstellen im chemisch-biologischen Monitoring, die blauen Punkte sind zwei Zusatzmessstellen zur Sediment-Probenahme (siehe Bericht 3). © Normalfarbennorthofoto GeoDaten Burgenland (<https://geodaten.bgl.d.gv.at>)

Figure 5. Test area Illmitz. The red points show the standard sampling sites for the chemical-biological monitoring, the blue points are two additional sites for sediment sampling (see report 3). © ortho image GeoDaten Burgenland (<https://geodaten.bgl.d.gv.at>)



Abb. 6. Links oben: Ruster Poschn bei Illmitz, rechts oben: verlandeter Kanal vom Ruster Poschn Richtung See, links unten: Sichttiefenmessung mittels Secchi-Scheibe an der seenahen trüben Messstelle IL2 am 09.04.2018, rechts unten: Sichttiefenmessung an der landseitigen Messstelle IL5 am 09.04.2018.

Figure 6. Top left: Ruster Poschn near Illmitz, top right: channel silted-up from Ruster Poschn towards the lake, bottom left: measurement of transparency by using a Secchi disk at the near-lake sampling site IL2 on 9th April 2018, bottom right: measurement of transparency at the near-land sampling site IL5 on 9th April 2018.

3 ZEITREIHE SEDIMENT-PROFILE (1996 vs. 2014)

TIME SERIES SEDIMENT PROFILES (1996 vs. 2014)

von *Elmar CSAPLOVICS*

3.1 Ausgangslage

Background situation

Der Neusiedler See ist ein ausgeprägt windexponierter, extrem flacher Steppensee und stellt einen Sondertypus in Europa dar (Herzig & Dokulil 2001). Die Hydromorphologie des Sees wird durch Sedimentlagen bestimmt, die einer signifikanten raum-zeitlichen Variation unterliegen. Sedimenteintrag erfolgt über einige wenige natürliche Zuflüsse wie die Wulka und periodisch wasserführende Gräben entlang des West-, des Nordwest- und des Süd-Ufers, über künstliche Zuleitungen wie den Golser Kanal und über diffusen atmosphärischen Eintrag sowie Sedimentation von Pflanzenmaterial im Schilfgürtel (Altschilf). Die flächendeckende Ermittlung der Verteilung und Mächtigkeit des Sediments im Seebecken ist zufolge der spezifischen Terrainverhältnisse – ca. 140 km² offene Wasserflächen und ca. 180 km² Schilfflächen – nur durch speziell zu adaptierende geodätische Messmethoden möglich. Eine auf diesen Grundlagen für das gesamte Seebecken durchgeführte Inventur wurde auf österreichischer Seite in den Jahren 1985–1987 und auf ungarischer Seite in den Jahren 1994–1995 durchgeführt. Darauf aufbauend konnten das erste Mal in der Geschichte raumbezogener Forschung am Neusiedler See ein grenzüberschreitend homogener Datenbestand und in Folge digitale Oberflächenmodelle für Sedimentoberkante und Sedimentunterkante für das Seebecken tiefer als 116,50 m berechnet werden (Csaplovics 1989; Csaplovics *et al.* 1997). Dieser Datenbestand repräsentierte bis zur Fertigstellung des Projektes GeNeSee die einzige grenzüberschreitend existierende raumbezogene Informationsgrundlage betreffend Höhenverhältnisse des Seebodens und Mächtigkeit der Sedimentlagen im Seebecken (Csaplovics *et al.* 2014b).

Das in den Jahren 2011–2014 bearbeitete EU-Interreg-IVA-Projekt zur Geodätischen Neuerfassung des Seebodens des Neusiedler Sees (GeNeSee) baute auf diesem Vorgängerprojekt auf und erweiterte den Ansatz auf Grundlage hochaktueller technologischer Entwicklungen sowohl in Bezug auf die Messmethoden als auch in Bezug auf die Auswertemethoden. Innovativ war darüber hinaus die Aufnahme der Daten in einem Zug, das heißt grenzüberschreitend. In einem hybriden Projektansatz kamen drei verschiedene, an die Terrainbedingungen angepasste Messmethoden zum Einsatz. Die Sedimentstrukturen im

offenen Seebereich wurden mittels multi-frequenter Echolot-Verfahren in dichten Profilen (100 m Profilabstand) erfasst (2011–2012). Profilweise Messungen in den teils nur schwer zugänglichen Gebieten des Schilfgürtels, der mit Stand 2008 eine Fläche von 181 km² – davon 117 km² auf österreichischer und 64 km² auf ungarischer Seite – einnahm (Csaplovics *et al.* 2014a), sind naturgemäß in wesentlich geringerer, von den außergewöhnlichen Terrainspezifikationen abhängiger Dichte möglich. Die Datenerfassung beruhte auf geodätisch-bodenmechanischen Punktmessverfahren (Bodensonden und DGPS) entlang unregelmäßig verteilter Profile, wobei die Befahrung des Geländes entweder durch Raupenfahrzeuge oder – in den befahrbaren Kanälen – mittels Zille bewerkstelligt wurde (2012–2014). Der Layer der Schilf-See-Grenzlinie und der Lage der offenen Wasserflächen im Schilf stammt aus dem Ergebnis-Datenbestand des auf Grundlage von CIR-Luftbildserien aus dem Jahr 2008 durchgeführten Projektes zur Schilfkartierung des (österreichischen Anteils des) Neusiedler Sees (Csaplovics & Schmidt 2011a; Csaplovics & Schmidt 2011b).

Die Messungen in den Schilfbereichen wurden zudem in hohem Maße durch organisatorische Drawbacks deterioriert. Diese Drawbacks führten leider dazu, dass im Zuge der Generierung der digitalen Rastermodelle für den Schilfbereich und vor allem für den kritischen Bereich der Schilf-Offenwasser-Randzone zu wenig Punkt- respektive Profil-Messungen vorlagen, als dass eine ausreichend genaue Interpolation von Rasterdaten möglich gewesen wäre. Dies hat zu dem beklagenswerten Missstand geführt, dass im Gegensatz zum Vorgängerprojekt (vgl. Csaplovics *et al.* (1997)) schlussendlich im Rahmen des Projektes GeNeSee digitale Oberflächenmodelle des Seebeckens „nur“ für den Offenwasserbereich erstellt werden konnten. Auf diese Problematik und die damit verbundenen Limitationen beim Aufbau relevanter Datensätze für den Vergleich der Sedimenttopografie und der Sedimentdynamik vor allem im sensiblen Bereich der Schilfbereiche des Sees wird an späterer Stelle *en détail* eingegangen werden. Flugzeuggestützte Laserscanner-Daten (airborne laser scanning, ALS) standen für den österreichischen Anteil des Seebeckens zur Verfügung und konnten auf ungarischer Seite im Rahmen des Projektes ergänzend aufgenommen werden (2010 - AT, 2011 - HU). Dadurch war eine hochgenaue Datenerfassung der Höhenverhältnisse in den Schilf-Festland-Zonen und teilweise auch in den inneren Schilfbereichen – in Abhängigkeit der Wuchsdichte – möglich. Darüber hinaus waren die ALS-Daten Grundlage einer exakten Höhenaufnahme in einem Geländestreifen entlang des Einser-Kanals, dessen Längs-Profil und Quer-Profile gleichzeitig mittels terrestrisch-geodätischer Messungen kartiert werden konnten.

Die Projektergebnisse stellen somit eine wichtige Grundlage für aktuelle Untersuchungen der Sedimentverteilung und Sedimentmächtigkeit, darüber hinaus aber auch für Analysen der Dynamik von Sedimentierung einerseits und Sedimentverfrachtung andererseits für den Zeitraum 1987/95 – 2011/14 bereit. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass

diese Dynamik ganz entscheidend durch die Strömungssysteme im Wasserkörper des offenen Sees, die signifikant wind-abhängig sind, beeinflusst wird (Jungwirth 1979; Krámer & Józsa 2005). Ausmaß und Dynamik des Austausches von Wasser und Sediment zwischen dem offenen See und den angrenzenden Schilfgebieten und damit verbunden der Eintrag und die Absetzung von Sediment bewirken die bereits in den Aufnahmen der 1980er und 1990er-Jahre kartierten Wallbildungen in den seeseitigen Randbereichen des Schilfgürtels. Raumbezogene Modellierung von Eintrag, Ablagerung und potentieller Rückverfrachtung von Sediment und damit von Nährstoffen in Richtung des offenen Sees (siehe Berichte 3 & 5) auf Grundlage digitaler Oberflächenmodelle der Sedimentlagen unterstützt die Evaluierung von resultierenden Szenarien ökologischer Destabilisierung (Stalzer & Spatzierer 1987). Der Einfluss periodischer Wasserstandsschwankungen (Seiche), die windinduziert sind, beeinflusst diese Austauschmechanismen in hohem Maße (Józsa 2014; Józsa et al. 2008).

3.2 Messmethoden zur topographischen Sedimentkartierung in GeNeSee

Methods for the topographic sediment mapping in GeNeSee

Die hydrographische Vermessung basierend auf Echolot-Messungen mit Einzelstrahl-Echolot, Sub-Bottom-Profilier und Seitensichtsonar liefert die Basisdaten für die Generierung der Seeboden- und Schlammoberflächenmodelle im Bereich des Schilfgürtels. Vertikalprofile der Wasser-Schlamm-Seebodensediment-Schichtung basierend auf Einzelpunktmessungen mit einem adaptierten bodenphysikalischen Messsystem (CSPS - Combination of Soil Physical Sensors) dienen zur Validierung der Echolot-Schallausbreitungswerte für Schlamm, zur Erfassung der Seichtwasserflächen sowie zur Beschreibung des Schlammkörpers im Schilfgürtel (Heine et al. 2016).

3.2.1 Sonar

Um die Topographie des Seebodens auch für vergleichende Untersuchungen mit historischen Daten zu erfassen, wurden die Hauptmesslinien – wie auch schon in den vorangegangenen Seevermessungen – quer zur Seemittelachse definiert. Der Abstand der Querprofile wurde mit 100 m festgelegt. Längsprofile im 500 m Abstand, Umfahrungslinien der Inselgebiete sowie uferparallele Umfahrungslinien inkl. der Hafenbecken verdichteten das Messliniennetz. Insgesamt beträgt die Gesamtlänge der befahrenen Messlinien mehr als 2 000 km (Abb. 7).

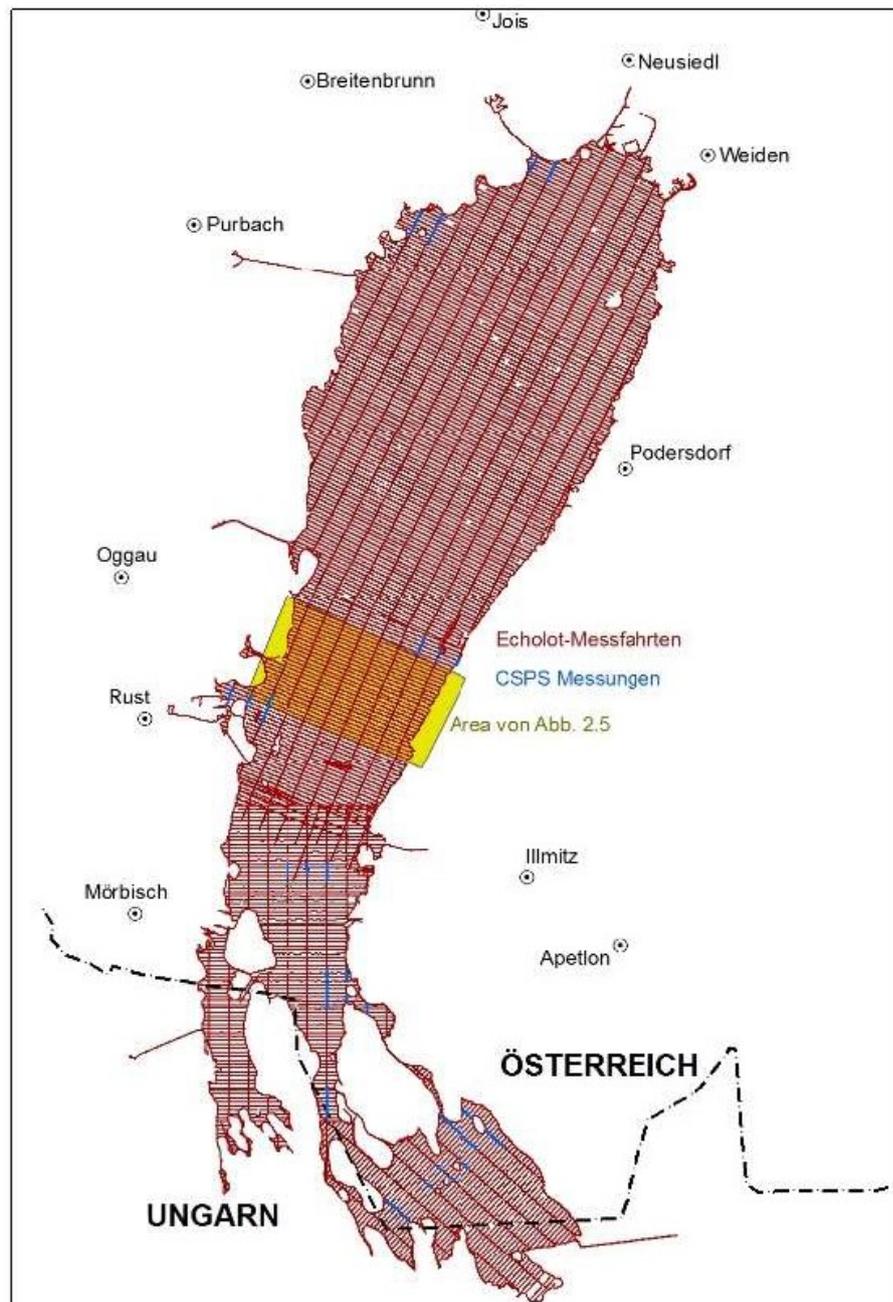


Abb. 7. Echolot-Profile (ca. 2 000 km) im offenen See inkl. Kalibrierpunkte (CSPS) (Heine et al. 2016).

Figure 7. Echo-sounding profiles (approx. 2,000 km) in the open lake including calibration points (CSPS) (Heine et al. 2016).

3.2.2 CSPS

CSPS

Als Referenz für die hydroakustische Schlamm- und Seebodendetektierung sowie für die Schlammdickenbestimmung im Uferbereich und im Schilfgürtel wurde der Profilaufbau des Bodens mit einem kombinierten bodenphysikalischen Mess-System (CSPS: Combina-

tion of Soil Physical Sensors) bestimmt, das aus einem kapazitiven Sensor und einem Penetrometer synchronisiert mit einer satellitengestützten Verortungseinheit (GNSS_RTK) besteht.

Das CSPS detektiert mittels dynamischer Messungen von vertikalen Profilen die Schlammoberfläche, den konsolidierten Seeboden und weitere seichte, konsolidierte Sedimentschichten mit hoher Verortungsgenauigkeit. Die Vorteile des angewendeten Systems manifestieren sich in *in situ* aufnehmbaren Bodenparametermessungen ohne aufwendige Probenentnahme, in der Aufzeichnung eines jeweils kontinuierlichen Vertikalprofils mit Ausweisung signifikanter Schichtungen und in der Ausgabe von reproduzierbaren physikalischen Werten (Heine *et al.* 2016). Das CSPS-System erwies sich im Zuge des Projektes neben der „Kalibrierung“ von Sub-Bottom-Profilern (SBP)-Echolotmessungen auch als wertvolles Tool zur Datenerhebung in ufernahen Flachwasserbereichen mit einer Wassertiefe kleiner 0,5 m zur Beschreibung der Ufertopografie in Braun- und Freiwasserflächen innerhalb des Schilfgürtels und im Schilf. Um die Schlamm- und Seebodentopografie am Übergang vom Schilf zum offenen See zu beschreiben und auf dieser Grundlage eine Verknüpfung der Ultrasounder-Messungen im offenen See mit den Bodensondenermessungen im Schilfbereich zu erleichtern, wurden im Uferbereich kurze, orthogonal auf die Uferlinie verlaufende Transekte mit Messpunktlagen im Schilf, an der Schilfkante und auf der freien Seewasserfläche gemessen. Zusammen mit den Side-Scan-Sonar-Daten können die Topografie des Schilf-See-Randbereichs sowie etwaige Verlandungsbereiche ausgewiesen werden (Abb. 8). Auf die schlussendlich die Relevanz der Messungen in den Schilfgebieten entscheidend deteriorierenden Einflüsse und Effekte wird an späterer Stelle eingegangen.

3.2.3 Modellgenerierung

Model generation

Zur Erstellung der digitalen Oberfläche für die Sedimentoberkante und Sedimentunterkante im Bereich des Neusiedler Sees sowie die Einbindung der Geländemodelle im Schilfbereich wurden demgemäß Datensätze herangezogen, die auf den drei bereits skizzierten Messmethoden beruhen:

- Multi-frequente Echolot-Messungen (100 m bzw. 500 m Längs- bzw. Querprofilabstand) im offenen Seebereich,
- Punktmessungen zur Bestimmung der Sedimentoberkante und Sedimentunterkante mittels CSPS
- vorhandene ALS Messungen in Österreich (Befliegung des Landes Burgenland) und im Projekt GeNeSee neu erfasste ALS-Messungen im ungarischen Seebereich.

Eine Übersicht aller vorhandenen Messdaten ist Abb. 8 zu entnehmen. Alle Messdaten wurden im ETRS89 erfasst und anschließend in den österreichischen Referenz-Koordinatenrahmen GK-M34 in das österreichische Gebrauchshöhensystem transformiert. Mit Unterstützung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen ist es gelungen, dieses System in den ungarischen Bereich des Neusiedler Sees zu erweitern. Um einen homogenen ALS Datenbestand zu erhalten, wurden im Rahmen der Streifenausgleichung der neu erfassten ungarischen ALS Daten idente Passflächen genutzt (bereits bestimmte Passflächen der Burgenländischen Laserscanning-Befliegung im Nord- und Mittelburgenland).

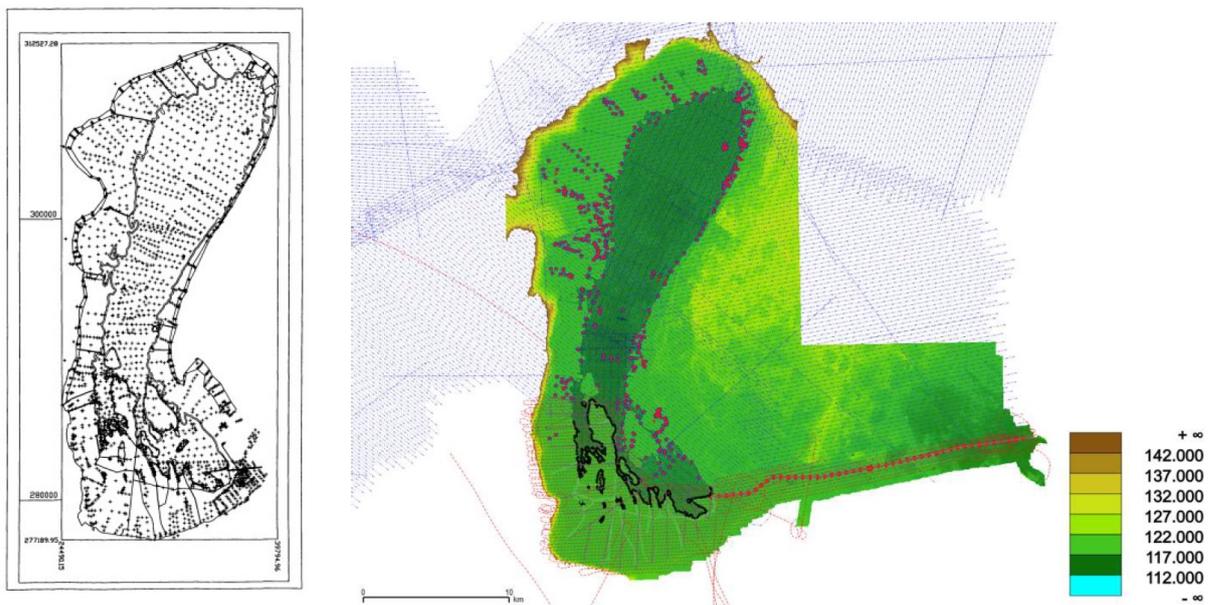


Abb. 8. Messdaten der Projektkampagnen 1985–1987 und 1994–1995 (Seemodell 1996) (links) (Csaplovics et al. 1997); Echolot-Messungen (Längs- und Querprofilfahrten im Seebereich), Einzelpunktmessungen (Magenta und Schwarz), ALS Befliegung Österreich (blaue Flugstreifen) und Ungarn (rote Flugstreifen) (Messungen 2011–2014, Seemodell 2014); Hintergrund: höhencoodiertes Modell der Sedimentoberkante (rechts) (Heine et al. 2016).

Figure 8. Measurements of the campaigns 1985–1987 and 1994–1995 (lake model 1996) (left) (Csaplovics et al. 1997); echo-sounding measurements (longitudinal and cross profile sections in the lake), single point measurements (magenta and black), ALS flights Austria (blue lines) and Hungary (red lines) (measurements 2011–2014, lake model 2014), background picture: digital terrain model of the sediment top surface (right) (Heine et al. 2016).

Anhand aller Echolotdaten, der Einzelmessungen und des 20m-weiten Verdichtungsgitters konnte ein finales Oberflächenmodell sowohl für die Sedimentoberkante und Sedimentunterkante erstellt werden. Das resultierende Differenzmodell (Sediment-Oberkante – Sediment-Unterseite) ist in der folgenden Abb. 9, das historische Sedimentmodell ist in Abb. 10 dargestellt.

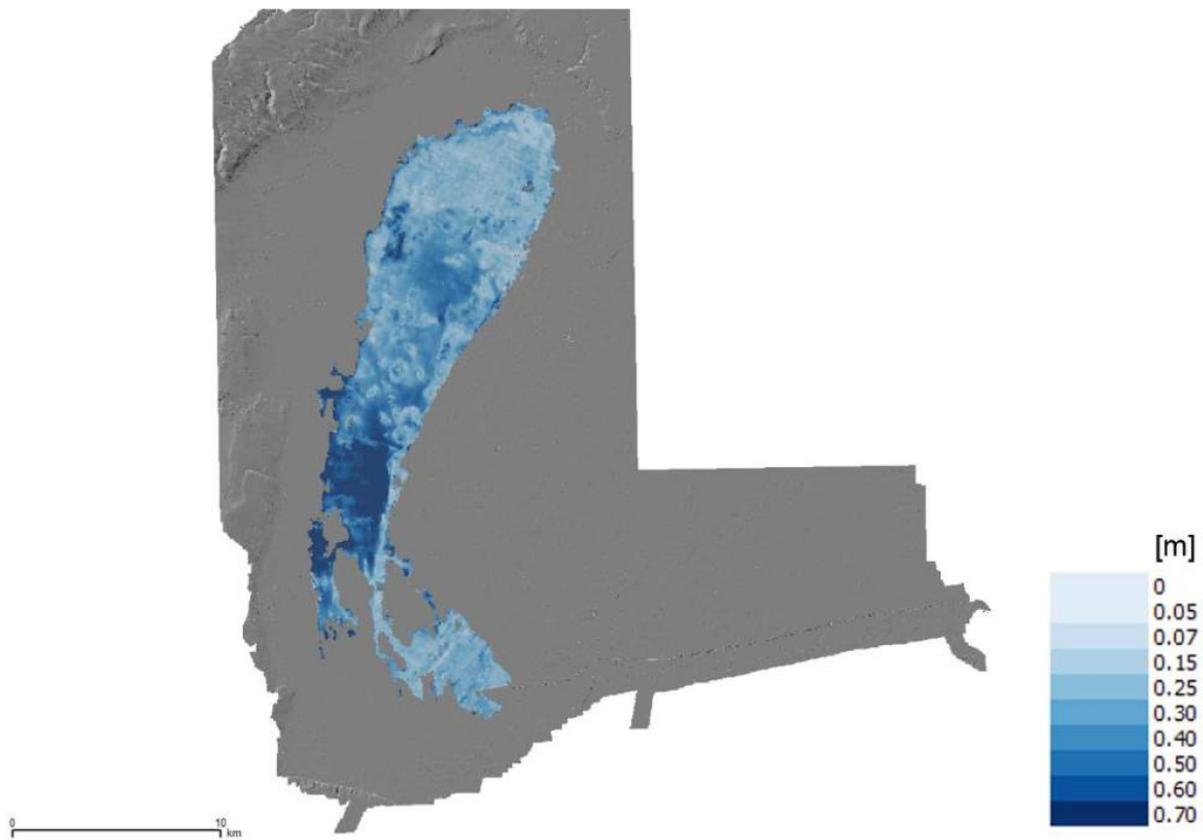


Abb. 9. Modell der Sedimentmächtigkeit im Bereich der Offenwasserflächen des Neusiedler Sees und des Einser Kanals (Differenzmodell der beiden Sedimentmodelle), Projekt GeNeSee, Stand 2014 (Heine et al. 2016).

Figure 9. Model of the sediment thickness in the open lake area of Lake Neusiedl and Einser channel (difference model of the two models sediment surface and bottom, project GeNeSee, status 2014 (Heine et al. 2016).



Abb. 10. Modell (historisch) der Sedimentmächtigkeit im Bereich des Schilfgürtels und des Offenwasserbereiches des Neusiedler Sees, Stand 1987(AT)/1996 (HU) (Csaplovics et al. 1997).

Figure 10. Model (historical) of the sediment thickness in the reed belt area and open lake area of Lake Neusiedl, status 1987(AT)/1996(HU) (Csaplovics et al. 1997).

3.3 Grundlagen

Basics

Nach den flächendeckend für das gesamte Seebecken (ca. 320 km²) generierten digitalen Oberflächenmodellen der Sedimentlagen und deren Mächtigkeit mit Stand 1987/1995 wurde zum zweiten Mal eine flächendeckende Grundlage für die nachhaltige Dokumentation und Analyse der Dynamik des Seeboden-Reliefs auf operationelle und (größtenteils) nachvollziehbare, das heißt für die lokal-regionalen Akteure direkt nutzbare Weise aufbereitet und bereitgestellt. Leider haben die bereits eingangs erwähnten Einschränkungen bei der Erfassung der Sedimentlagen im Schilfgürtel während der Mess-Kampagnen im Rahmen des Projektes GeNeSee mit Stand 2014 zu einer im Vergleich zur Kampagnen der 1980er-Jahre derart geringen Dichte an Messpunkt-Reihen geführt (vgl. Abb. 8), dass eine dem Anspruch des historischen Datenbestandes mit Stand 1987/1995 betreffend flächendeckend digitale Erfassung des gesamten Seebeckens nicht erfüllt werden konnte. Damit ist es leider wider Erwarten nicht möglich geworden, ein zeitreihenspezifisches Monitoring des Oberflächenreliefs des gesamten Seebeckens (Sedimentoberkante und Sediment-

unterkante) einschließlich des Schilfgürtels bereitzustellen. Die mit Stand 2014 vorliegenden Seemodell-Daten können somit zu dem übergeordneten Ziel, die hydromorphologischen Besonderheiten des Seebeckens im offenen See und in den Schilfbereichen in ihrer einzigartigen Charakteristik zu analysieren und zu erhalten, nur bedingt beitragen. So ist zwar mit Stand 1995 für den österreichischen Seeteil eine Relation von Wasservolumen zu Sedimentvolumen von 51:49 bei Pegelstand 115,50 m ü.A., für den ungarischen Seeteil von 18:82 bei Pegelstand 115,30 m ü.A. nachgewiesen (Csaplovics *et al.* 1997), gleichwertige Aussagen für den Stand 2014 sind leider zufolge der nicht mit ausreichender Dichte erfassten Bereiche des Schilfgürtels nicht möglich geworden. Demgemäß ist das Ziel, das Wissen um die hydromorphologische Dynamik des Seebeckens und die Möglichkeiten von Voraussagen/Simulationen von Einflüssen von Management-Maßnahmen und von natürlichen Prozessen durch die Modellierung von Dynamismen der Sedimentbildung und der Sedimentverlagerung mit Hilfe von Zeitreihen auf Grundlage von historischen und aktuellen Datenbeständen zu optimieren, leider nicht vollständig erreicht worden. Umso intensiver muss am Aufbau eines operationell umsetzbaren Monitoring der Sedimentdynamik im gesamten Seebecken (sowie der Struktur- und Vitalitätsparameter des Schilfgürtels) durch periodische Datenaufnahmen im Intervall von ca. 10 Jahren sowie einer damit einhergehenden aktualisierten Modellierung von Szenarien der Sedimentation in Funktion der Heterogenität/Homogenität der Schilf-Strata gearbeitet werden (Csaplovics 2019).

Um den Einfluss von Szenarien klimatischer und hydromorphologischer Veränderungen auf die hydrodynamischen Eigenschaften (Wellen, Wassertiefen, Strömungen) des Sees besser abschätzen zu können, werden auf Grundlage der vorliegenden und sukzessive auszubauenden Zeitreihen digitaler Oberflächenmodelle numerische Modelle weiterentwickelt werden, die aus Windstress über der Seefläche, aus Wellengang und Strömungsgradienten in Funktion von Wassertiefen deren Einfluss auf Sedimenttransport und auf resultierende Prozesse von Ablagerung und Abtragung in den seeseitigen Zonen des Schilfgürtels ableitbar machen (Krámer & Józsa 2005).

Um Maßnahmen zur Verhinderung einer unkontrollierten Verlandung des Schilfgürtels zu unterstützen, können auf Grundlage der digitalen Oberflächenmodelle der Sedimentlagen trockenfallende Flächen im Schilfgürtel in Abhängigkeit des entsprechend aktuellen Wasserspiegels ermittelt und Szenarien des Trockenfallens in Funktion von Wasserspiegelschwankungen simuliert werden. Dieses Informationspotential ist zwar für den historischen Datenbestand (Sedimentmodelle mit Stand 1996, vgl. Csaplovics *et al.* 1997, dort p. 36f., Abb. 3.11: Karte der bei variierenden Pegelständen von Wasser bedeckten Flächen des Seebeckens, $\Delta h = 30\text{cm}$) verfügbar und somit können für jeden beliebigen Pegelstand mit Wasser respektive nicht mit Wasser bedeckte Flächen im Schilfgürtel ausgewiesen werden; vergleichbare Datenqualitäten für den aktuellen Stand (2014) sind jedoch zufolge der fehlenden Modell-Daten für die Schilfbereiche nicht vorhanden.

Ähnliches gilt für die Erfüllung von Aufgaben der Bewahrung eines ökologischen Gleichgewichtes betreffend Wasserhaushalt des Sees durch die gezielte Analyse der Seebodenmodelle nach Veränderungen der Sedimenthöhen und Sedimentvolumina entlang des seeseitigen Schilfrandes und durch die damit verbundene Modellierung von Austauschprozessen zwischen Schilf- und Seewasser (Wolfram *et al.* 2019). Modellierungen dieser Art sind aus aktueller Sicht ebenfalls nur für den flächendeckend verfügbaren historischen Rasterdaten-Bestand möglich.

3.4 Zur Problematik der Messung von Sedimentstrukturen im Seebecken

The problem of measuring sediment structures in the lake basin

3.4.1 Sub Bottom Profiler – Sediment-Echolotung

Sub bottom profiling – sediment echo-sounding

Sub Bottom Profiler (SBP) sind Einzelstrahl-Echolot sehr ähnlich, arbeiten allerdings mit wesentlich niedrigeren Frequenzen. Ziel ist es, ein Querschnittsprofil des Gewässerbodens zu erfassen, das die Struktur der Sedimentschichtungen aufzeigt (Abb. 11).

Um die Sedimentmächtigkeiten im Neusiedler See zu bestimmen, wurde ein Sediment-Echolot vom Typ Innomar SES 2000 eingesetzt. Das Gerät nutzt den parametrischen Effekt, um aus zwei hochfrequenten Wellen (um die 100 kHz) eine tiefe Frequenz zwischen 4 kHz und 12 kHz zu erzeugen. Die hier genutzte 10 kHz Frequenz dringt in das Sediment ein und zeigt auch Reflexionen von tiefer liegenden Schichten auf. Dies ermöglicht die Detektion der Schlammmächtigkeit und des Sediment- sowie Seebodenaufbaus im Seebecken des Neusiedler Sees.

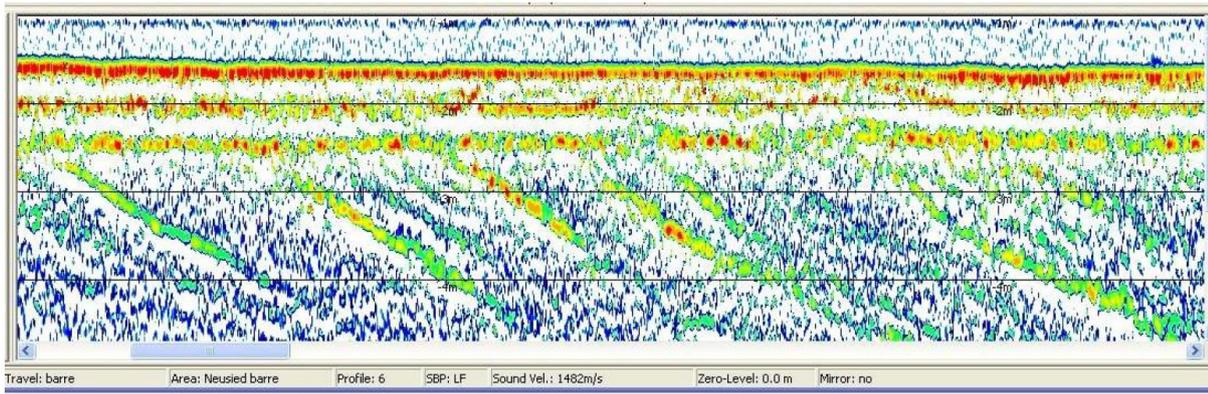


Abb. 11. Echogramm einer Sub-Bottom-Profilermessung im offenen See-Bereich – die Eindringtiefe in den Seegrund beträgt etwas mehr als 3 m. Die Reflexionen der Schallwellen (rot, gelb, blau = stark; mittel, schwach) weisen auf einen zweischichtigen Seebodenaufbau hin, bei dem sich unter der eigentlichen Schlammschicht noch eine Schicht von teilkonsolidiertem Schlamm befindet. Der vollständig konsolidierte Seeboden ist mit einer Inklination von ca. 45° schräg geschichtet (Heine et al. 2016).

Figure 11. Echo-sounding diagram of a sub-bottom-profiling measurement in the open lake area – acoustic penetration depth into lake bottom is slightly more than 3 m. The reflectance of acoustic waves (red, yellow, blue = high, medium, low) indicate a two-layer lake bottom with a partly consolidated mud layer below the actual top mud layer. The fully consolidated lake bottom is stratified with a 45° inclination (Heine et al. 2016).

3.4.2 CSPS – bodenphysikalische Messungen

CSPS – soil physical measurements

Der homogene Verlauf der Penetrometer-Sondierung (vgl. Kap. 3.2.2) im ungestörten Schlammprofil des Seebeckens im Offenwasser-Bereich wird durch heterogene kleinräumige Volumsstrukturen im Schilfbereich – in Abhängigkeit der Rhizom-Dichte und damit in Abhängigkeit der Struktur und Dichte des jeweiligen Schilfwachstums – entscheidend gestört. Ein ebenso deteriorierender Effekt ist für den Verlauf der Wasser-Sättigung bei Messung der dielektrischen Permissivität ϵ , die eine Bestimmung des volumetrischen Wassergehaltes θ erlaubt, anzunehmen (HP - HydroProbe) (Abb. 12).

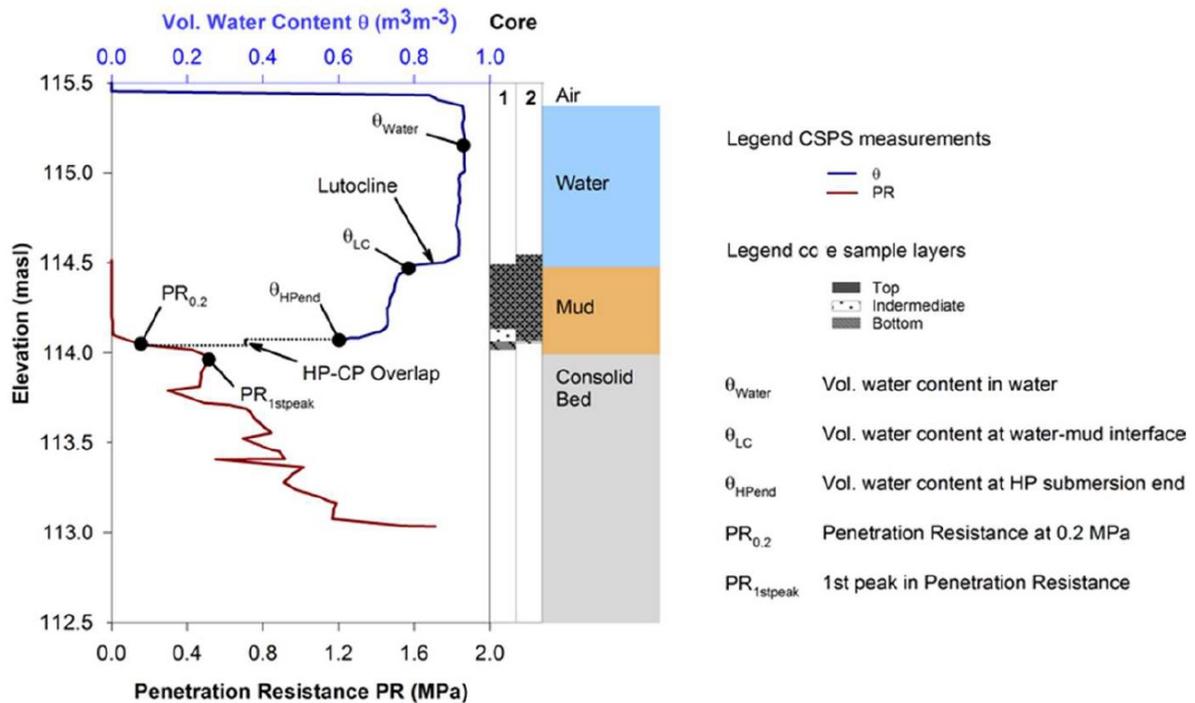


Abb. 12. Charakteristika eines für den Offenwasser-Bereich typischen CSPA-Vertikalprofils (PR - Penetrometer, θ - kapazitiver Bodenfeuchtesensor (HydroProbe) (Koglbauer & Loiskandl 2015).

Figure 12. Characteristics of a typical open lake area CSPA- vertical profile (PR-Penetrometer, θ – capacitive soil moisture sensor (HydroProbe) (Koglbauer & Loiskandl 2015).

3.4.3 Zeitreihenprofile

Time series profiles

Die historischen Oberflächenmodelle (Sediment-Oberkante, Oberkante des „festen Untergrundes“) mit Stand 1996 liegen in einem Interpolationslevel mit einer Gitterweite von 5 m, die aktuellen GeNeSee-Modelle 2014 im Original mit Rasterweite 1 m vor. Dementsprechend erfolgte die Generierung von vier Varianten von Profilständen (10 m, 5 m, 2,5 m und 1 m). Die Profildaten liegen in einer Formatierung nach Rechtswert, Hochwert, Profildaten, Höhe historisches Sedimentmodell (1997UL), Höhe historisches Bodenmodell (1997LL), Höhe Schlammmodell GeNeSee (2015UL) und Höhe Bodenmodell GeNeSee (2015LL) vor.

Die Profile sind aus den im Abstand von 5 m interpolierten Rasterdaten gewonnen. Die entsprechenden Abbildungen sind im Anhang dargestellt (Kap. 7.2). Der blaue Graph entspricht darin dem Stand 2014, der orange Graph dem „historischen“ Stand 1996 (Csaplovics *et al.* 1997). Die Geländeaufnahmen erfolgen in den Jahren 1985–1987 (sic!) für den österreichischen und 1994–1995 für den ungarischen Teil sowie im Zeitraum 2012 bis 2014 für die aktuellen grenzüberschreitenden Datensätze.

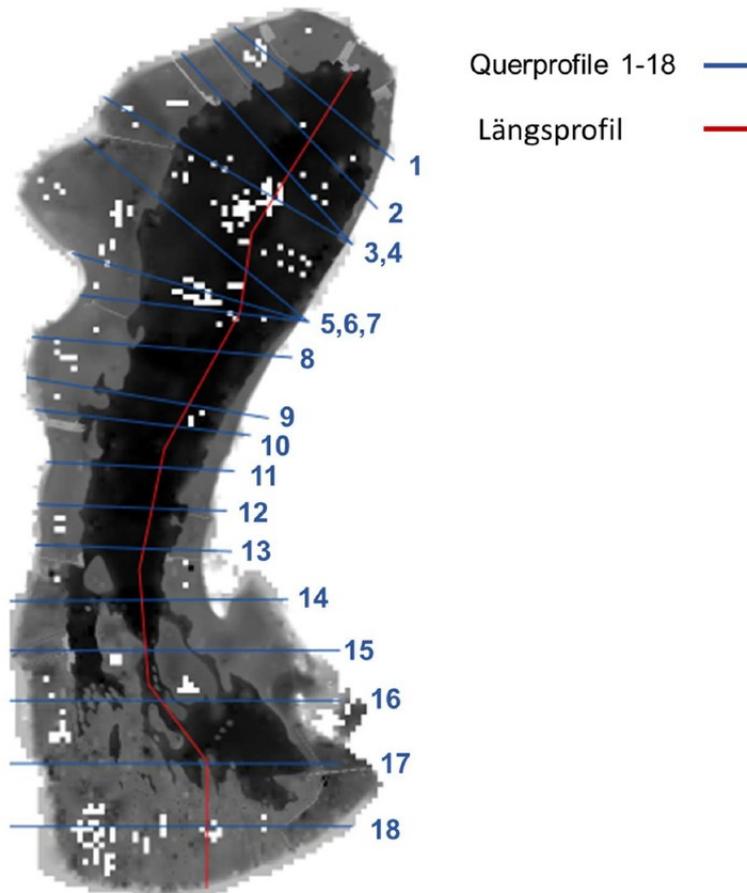


Abb. 13. Rastermodell der Sedimentlagen auf Grundlage der historischen Messdaten mit Stand 1996 (AT-1989) - Sediment-Profilverläufe (18 Querprofile, 1 Längsprofil) (Csaplovics et al. 1997).

Figure 13. Grid Model of the sediment layers based on historical monitoring data of 1996 (AT-1989) – sediment profile tracks (18 cross and 1 longitudinal profile section) (Csaplovics et al. 1997).

In einem ersten Abschnitt werden im Folgenden die „historischen“ Original-Profile 1–18 (Querprofile) und das Längsprofil, das der „historischen“ Tiefenlinie des Seebeckens folgt, den aus den Datenreihen 2012–2014 extrahierbaren Profil-Segmenten gegenübergestellt (Abb. 13). Wie bereits beschrieben ist es im Zuge des vom Institut für Meteorologie an der Universität für Bodenkultur Wien als Lead Partner geführten Projektes GeNeSee – aus welchen Gründen immer – nicht gelungen, ausreichend dichte Messreihen in den österreichischen Schilfbereichen des Sees umzusetzen. Deswegen wurde für die Modell-Generierung nur der über die aus der Schilfkartierung 2008 (Csaplovics & Schmidt 2011b) ermittelte Schilf-Offenwasser-Grenzlinie segmentierte Offenwasserbereich genutzt. Es stehen somit für den Schilfbereich im Ergebniskonvolut des Projektes GeNeSee mit Stand 2014 nur Punkt-Messdaten für Einzelmessungen oder für Quasi-Profile (aus Mess-Fahrten mit dem Raupenfahrzeug) zur Verfügung, die zudem leider nur sehr rudimentär dokumentiert wurden.

Die generierten bitemporalen Profil-Zeitreihen sind daher aus den oben angesprochenen Gründen – fehlende Oberflächenmodell-Daten für den Bereich des Schilfgürtels zufolge fehlender Messpunkte oder zu geringer Messpunkt-Dichte – in einem ersten Teilschritt ausschließlich für den Bereich des offenen Sees darstellbar. Die fehlenden Messdaten in

den Oberflächenmodellen mit Stand 2014 bewirken einen zwischen dem angenäherten Randpolygon der Schilf-Festland-Grenze bis zu dem durch die Echolot-Messdaten erfassbaren seeseitigen Schilf-Offenwasser-Rand statistisch verrauschten, der Realität in keiner Weise entsprechenden Profilverlauf. Durch Einführung eines Höhenschwellwertes von 115 m (Abb. 33 bis Abb. 51 in Kap. 7.2.1) resultieren bitemporale Profilverläufe, die mit Stand 1996 auf Grundlage des komplett erfassten Seebeckens <116,50 m den gesamten Bereich des Seebeckens erfassen, während jene mit Stand 2014 nur für den offenen Seebereich – auf Grundlage der Interpolation der Oberflächenmodelle aus den Ultrasoundermessreihen – bereitstehen.

Die evidente Restriktion, bi-temporale Zeitreihen für die „historischen“ Profilverläufe in vollem Umfang aufzubauen, soll in einem zweiten Abschnitt durch das Ausloten von Möglichkeiten, aus den aktuellen (deteriorierten) GeNeSee-Messreihen im Schilfbereich Quasi-Profile zu generieren, diese darzustellen, mit den aus dem Offenwasser-Rastermodell des Seebodens interpolierten Profilverläufen zu verknüpfen und mit den subsequent aus dem „historischen“ Rastermodell interpolierten Profil-Daten zu verbinden, abgeschwächt werden. Die Ergebnisse dieser Improvisation mit teils gewinnbringendem Informationsgehalt werden in weiterer Folge dargestellt und diskutiert (Abb. 52 bis Abb. 83 in Kap. 7.2.2).

3.4.4 Profile 1996–2014 für das Seebecken im Offenwasser-Bereich

Profiles 1996–2014 for the lake basin in the open lake

Ein Blick auf die in Übereinstimmung mit den Profillagen in der Auswertung der Rastermodelldaten mit Stand 1996 generierte komparative Schau gemäß Rastermodell der Offenwasser-Bereiche mit Stand 2014 (Abb. 33 bis Abb. 51 in Kap. 7.2.1) zeigt auf den ersten Blick einen klaren Trend zu einer Vertiefung des Seebeckens um ca. 30 cm während der letzten 20 Jahre für die Profillagen 1–7 sowie 13–17 sowie kaum Veränderung für die Profillagen 8–12 sowie 14. Ein Blick auf die bi-temporale Zeitreihe der Dynamik der Seeboden-Sedimentation entlang des Tiefenprofils (Längsprofils) unterstreicht diese Aussage durch die Darstellung von Eintiefungstendenzen im nördlichen und südlichen Seeteil sowie oszillierende, großteils ausgeglichene Verhältnisse im mittleren Bereich des Nord-Süd-Verlaufes.

Diese Aussagen müssen jedoch auch im Licht der in den beiden Projektkampagnen grundlegend unterschiedlichen Mess-Verfahren *in situ* gesehen werden. Einerseits ist davon auszugehen, dass die sowohl im Schilf- als auch im Offensee-Bereich unterschiedlichen Mess-Verfahren zu systematischen „Fehlern“ in der Bestimmung der sowieso kaum stringent definierbaren Sedimentoberkante führen (vgl. Abb. 11, zwei unscharf definierbare Sediment-Referenzflächen), andererseits stehen die ablesbaren Trends durchaus in Koin-

zidenz mit bereits mehrfach in Detailuntersuchungen (und auch in Vergleichen mit den Aufnahmen der 1960er-Jahre durch Kopf (1964, 1967) und der 1980er-Jahre durch Kováts (1982) belegten Dynamismen. Die Messungen in den Jahren 1985–1987 und 1994–1995 wurden empirisch mit Hilfe speziell adaptierter Mess-Stangen durch über Jahrzehnte mit dem Schilfgürtel und seinen Sediment-Strukturen vertraute Schilfschneider und Fischer vorgenommen und über elektro-optische Distanzmessung verortet, während jene in den Mess-Kampagnen 2013–2014 für den Bereich des offenen Sees durch dichte Profillagen von Echolotmessungen und durch bodenphysikalische Messungen mittels CSPS im Schilfgürtel mit jeweiliger Verortung über GPS-INS-Messungen durchgeführt wurden. Es liegt auf der Hand, dass in Anbetracht einer nur sehr schwer definierbaren Sedimentoberkante (Intuition und Expertise versus „exakte“ Genauigkeit „physikalischer“ Messungen) Differenzen auftreten werden/würden, die – im besten Fall – systematisch sein könnten (vgl. Abb. 11). Dies gilt jedoch für die vorliegenden Profile nur in eingeschränktem Maße, vgl. Profile 1, 2, 4, 6, 13, 15–18 (signifikante „Eintiefung“ um ca. 20 cm) versus Profile 3, 5, 7–12, 14 (nahezu idente, gleichwohl heterogen koinzidierende Verläufe).

Die Modelle der Sedimentmächtigkeit für die beiden Zeitschnitte (Abb. 9 & Abb. 10) gestatten eine überblicksartige Zusammenschau der im Offenwasserbereich prävalenten Dynamik, die sich in unverändert erkennbaren Maxima auf österreichischer Seite im Offenwasser-Bereich zwischen Mörbisch und Rust, mit einer relativ scharfen Kante zu Bereichen mit sehr flachen Sedimentlagen nahe der Schilf-See-Grenze am Ostufer, manifestiert. Es ist sicher nicht statthaft, Weichsedimentlagen im Schilfgürtel mit Sedimentlagen im Offenwasser aus Sicht der Konsistenz und aus Sicht spezifischer Strukturparameter zu vergleichen, aber den beiden Strukturtypen ist gemeinsam, dass eine gewisse ähnliche Durchdringbarkeit durch Mess-Sonden und naturgemäß durch das Ultrasounding anzunehmen ist. Ein Blick auf Abb. 9 zeigt, dass im nordwestlichen zentralen Bereich des offenen Sees mehrheitlich Schlammtiefen von 20 cm angenommen werden können, dass jedoch entlang der nordwestlichen Schilf-Offenwasser-Grenze kleinräumige Anlandungen mit 50 cm und mehr Sedimentlagen (die schmalen dunkelblauen Bänder entlang der Schilf-Grenzlinie in Abb. 9) auftreten. Diese Erkenntnis deckt sich mit der Sediment-Kartierung 1987/1996 (Abb. 10) – auch dort sind die Lagen im nordwestlichen zentralen Offenwasser-Bereich nach Grauton-Skalierung in den Bereich von ca. 20–40 cm zu setzen, und auch dort gibt es die schmalen bandartigen Sedimentdeposits entlang der Schilf-grenze. Durch eine diesbezüglich orientierte Inwertsetzung der Datenbestände kann naturgemäß eine Detailkartierung auf Grundlage der Ultrasounder-Rastermodelle in diesen kritischen Bereichen durchgeführt und auch die historischen Daten können aus dem Ausgangsdatensatz (Rastergrid-Oberflächenmodelle) *en détail* interpoliert werden. Beispielhaft zeigen die Pseudo-Profile G601 und H606 (die im Bereich Winden liegen, Abb. 58 bis Abb. 61 im Anhang, Kap. 7.2.2) die mit Stand 2014 markant hohen seeseitigen Sediment-

Deposits entlang der Schilf-Offenwasser-Grenze (Kante); und auch das korrespondierende Offenwasser-Seebecken-Profil 3 (Abb. 35) zeigt ähnliche schilfrand-seitige Deposits.

Im Anhang werden die 18 Querprofile und ein Längsprofil (Lage siehe Abb. 13) jeweils in blauer Farbe für den Stand 2014 und in oranger Farbe für den Stand 1995 wiedergegeben. Zuzufolge der im letztaktuellen Projekt GeNeSee bereits erwähnten Schwierigkeiten bei der Umsetzung der für den Schilfgürtel adaptierten Mess-Strategie und Methodik *in situ* liegen für den Schilfgürtel keine digitalen Oberflächenmodelle vor, sodass eine Interpolation der historischen Profilverläufe nur für den Offenwasserbereich mit einem *threshold* bei $\leq 115,00$ m auf Grundlage der aus den dichten Ultraschall-Messungen interpolierten Modelle durchgeführt werden konnte (Abb. 33 bis Abb. 51 im Anhang, Kap. 7.2.1).

3.4.5 Pseudo-Profile 1996–2014 für das Seebecken im Bereich des Schilfgürtels

Pseudo-profiles 1996–2014 for the lake basin in the reed belt

In Folge wurde der Versuch unternommen, aus den Protokollen der Schilfmessreihen jene Punktfolgen anzunähern, die eine Rekonstruktion von Profilverläufen zulassen. Nach extrem zeitintensiver Recherche und der daraus resultierenden Extraktion passender Datenreihen konnten einige Profilverläufe aufgebaut und sowohl für den historischen Rasterdaten-Bestand als auch als reduziert interpretierbares Elaborat auf Grundlage der – teils bruchstückhaften und durch extrem großen Messpunkt-Abstand deteriorierten – Original-Messungen aus GeNeSee etabliert werden. Die Verknüpfung mit den hochgenauen, aus dem auf Grundlage der Ultraschall-Messungen im 1-m-Intervall interpolierten Seebodenmodell für den Offenwasser-Bereich extrahierten Profilverläufen ergibt ein beschränkt interpretierbares Profil-Bild, das den aktuellen Verlauf für das gesamte Seebecken mit gleichwohl extrem unterschiedlicher Genauigkeit, so doch als tragfähiger Kompromiss durchgehend beschreibbar und vor allem mit dem „historischen“ Verlauf vergleichbar macht.

Die Lage der Sedimentkanten an den Schilf-Offenwasser-Grenzen für die aktuellen Profilverläufe wird – wenn integrierbare Messpunkte vorhanden waren – durch Punktdaten verdichtet, die durch Sondierung via Zille aufgenommen, jedoch leider nicht oder nur rudimentär auf die landseitig in Richtung Schilf-Offenwasser-Randzone vorgetriebenen Quasi-Profile abgestimmt worden waren. Dennoch liefern diese Punktdaten – wenn vorhanden – wichtige Stützwerte für die im Verlauf der Schilf-Wasser-Grenzzone auftretenden spezifischen Sedimentdynamismen (Wallbildung), die somit auch in den wenigen Pseudo-Profilen mit Stand 2014 größtenteils erkennbar sind (vgl. Abb. 52 bis Abb. 83 im Anhang, Kap. 7.2.2).

Die im Rahmen der letztaktuellen Schilfkartierung 2008 (ungarischer Teil 2007) auf Grundlage von optischen Flugzeug-Scanner-Daten extrahierte Schilf-Offenwasser-Grenzlinie und deren Vergleich mit der entsprechenden Grenzlinie aus dem Ergebniskonvolut der Schilfkartierung 1979 (ungarischer Teil 1984) (Csaplovics 1982; Csaplovics & Schmidt 2011b; Márkus 1986; Márkus *et al.* 2009) zeigt, dass laterale Tendenzen der Ausdehnung von Schilfbeständen seewärts kaum und auch im Übergangsbereich landwärts durch Verschilfung von Seewiesen nur marginal feststellbar sind. Dies steht in Einklang mit der aus den entsprechenden Flächenanalysen gewonnenen Erkenntnis, dass die Gesamtfläche des Schilfgürtels nur marginal zugenommen hat (Csaplovics & Schmidt 2011b). Gleichwohl haben sich dramatische Veränderungen in der Struktur der Schilfbestände manifestiert, die durch signifikante Zunahme von degradierten Schilfflächen und Braunwasserflächen im zentralen Bereich des Schilfgürtels erkennbar sind (Csaplovics 2019).

Zudem führt eine Analyse der Messmethoden und der Aufbereitung der Daten für die Modellgenerierung zu dem Schluss, dass die Verortung eines lateralen Gradienten für die Verschiebung der Sedimentkante in Richtung offene Wasserfläche aus methodischer Sicht nicht schlüssig ist, da zwei unterschiedliche Methoden der Festlegung der „Sedimentgrenze“ Schilf – Offenwasser umgesetzt wurden. In der Modellgenerierung für das Oberflächenmodell 1995 erfolgte eine Einbeziehung des Transitionsbereiches (ein Streifen von ca. 150 m vom Schilf-See-Rand landwärts) der Sedimentation, die in einem fließenden Anstieg von der Sedimentkante direkt am Schilf-See-Rand (der zudem zufolge meist dispers wolkiger Jungschilfbulken oft gar nicht als Lineament festgelegt werden kann) landwärts geprägt wird. Dieser Übergang setzt mit einer Verzögerung von einigen Zehner-Metern ein und steigt anschließend auf ein Maximum an (seeseitiger Sedimentwall im Schilfrand-Bereich, ab Profil 2 in den Profilen 1996 eindeutig erkennbar, Abb. 34 bis Abb. 46 im Anhang, Kap. 7.2.1), um dann einen relativ ausgeglichenen Höhenverlauf landwärts einzunehmen. Während der Mess- Kampagnen in den Jahren 1985–1987 war ganz besonderes Augenmerk auf die Positionierung der Profile im Schilfbereich bis in den Transitionsbereich am Schilf-See-Rand und eine ergänzend anschließende Messung per Zille seeseits gelegt worden.

Die in den Kampagnen 2012–2014 erfolgte Messung von Querprofilen durch den Schilfgürtel war einerseits zufolge organisatorischer Mängel und resultierender Zeitnot nicht in ausreichender Dichte durchgeführt worden (s.o.), andererseits erfolgten durchaus dichte Einzelmessungen von kurzen Schilfrand-Offenwasser-Profilen (ca. 10 m) unmittelbar am Schilf-See-Rand (vgl. Abb. 8, rechts). Zufolge der heterogenen, teils extrem lückenhaften Verteilung der Profile und der rudimentären Schilf-Seerand-Messungen konnten jedoch keine Oberflächenmodelle für den Schilfgürtel generiert werden (s.o.). Im Gegensatz dazu war es beim Aufbau des Rastermodells entlang der Schilf-See-Randzone mit Stand 1996 durchaus möglich, auf einigermaßen regelmäßig angeordnete Profile und in Folge

auf eine mit diesen Profilen verbundene Transitionszone (in Form eines linear durchgängigen schmalen Korridors) Bezug zu nehmen, wodurch eine Interpolation der spezifischen Höhenlagen des Sediments auch in den nicht durch Messung in-situ erfassten Randbereichen möglich war. *In concreto* ist aus diesem Grund die Darstellung der seeseitigen Wall-Verläufe am Schilfrand mehr oder weniger eindeutig erkennbar (Abb. 54 bis Abb. 70, insbesondere Abb. 64 bis Abb. 70, jeweils Sediment-Oberkante für den Stand 1996). Gleichwohl zeigen die aus dem schüttereren Datenbestand der Schilfmessungen mit Stand 2014 extrahierten Pseudo-Profilen durchaus ähnliche Verlaufsmuster im seeseitigen Schilfrandbereich, die trotz der extrem geringen Messpunktdichte auf das unverändert vorhandene, jedoch nur vordergründig und somit nicht durch Verifikation der Messwerte gestützte Phänomen der Sedimentwallbildung hindeuten. Verschiebungen der Wallkanten in Richtung Schilf-Offenwasser-Grenze sind teils auffallend, können jedoch zufolge der unsicheren Zuordnung der Profilverläufe 1996 (direkt aus dem homogenen Rastermodell generiert) und 2014 (durch Stückelung von nicht exakt mit dem linearen Profilverlauf übereinstimmenden Pseudo-Profil-Messungen aus den originären Messdatenreihen im Schilfbereich) nicht unmittelbar verglichen werden. Zudem sind teils ablesbare Shifts von 50 m Lateralverschiebung seewärts (z.B. Abb. 52, Abb. 60, Abb. 64) nicht von Fehlereinflüssen der Passgenauigkeit der Profilverläufe (s.o.) zu trennen und können demgemäß nicht als Beweis für eine reale Tendenz der Wallverschiebung seewärts gedeutet werden.

Die Schichtung des Sediments in den Schilfbereichen ist extrem heterogen, da es sich um eine Verbindung von unterschiedlich dichten, teils auch invers gelagerten (Hohlräume zufolge heterogener Volumina von Rhizom-Zwischenlagen) kleinräumigen Sedimentvariationen und Rhizomstrukturen handelt, die je nach Alter und Vitalität der Schilfbestände sehr unterschiedlich sein können. Es ist unsicher, ob es mit der in diesen Bodenprofilen nur vordergründig homogenen bodenphysikalischen Messanordnung (CSPS) gelingt, diese Dichte-Heterogenitäten in einer annähernd kontinuierlichen und damit vergleichbaren Form zu durchdringen. Um diese Diskontinuitäten exakter erfassen zu können, bedürfte es eines selektiven Samplings von Bohrkernen, um eine genauere Kenntnis der Beziehungen zwischen Schilfdichte und Schilf-Alter sowie Vitalität und korrelierter Rhizom-Struktur zu charakteristischen Vertikalprofil-Schichtungen und somit zu eventuell struktursignifikanten Diskontinuitäten zu gewinnen. Derartige Messungen konnten naheliegenderweise aus Gründen limitierter Zeit- und Budget-Ressourcen nicht durchgeführt werden.

Für die in folgender Übersichtskarte (Abb. 14) dargestellten, an lineare Profilverläufe angenäherten Lagen wurden auf Grundlage der vom Profilverlauf mehr oder weniger abweichenden Messpunkt-Folgen entsprechende Pseudo-Profilen extrahiert und im Vergleich mit den aus den historischen Oberflächenmodellen (entlang der idealisierten Verläufe)

interpolierten Profilen sowohl für die Schlammoberfläche als auch für die Oberfläche des „festen Untergrundes“ dargestellt (siehe Abb. 52 bis Abb. 83 im Anhang, Kap. 7.2.2)

Eine überblicksartig kritische Betrachtung der geplotteten Profilverläufe sowohl für die Bezugsebene der Sediment-Oberkante als auch der Oberfläche des „festen Untergrundes“ (Boden) enthüllt den limitierenden Faktor der bereits angesprochenen stark reduzierten Messpunkt-Dichte, die aus den unregelmäßig angeordneten Mess-Fahrten mit einem Raupenfahrzeug von der landseitigen Schilfgrenze in Richtung offene Seefläche folgt.

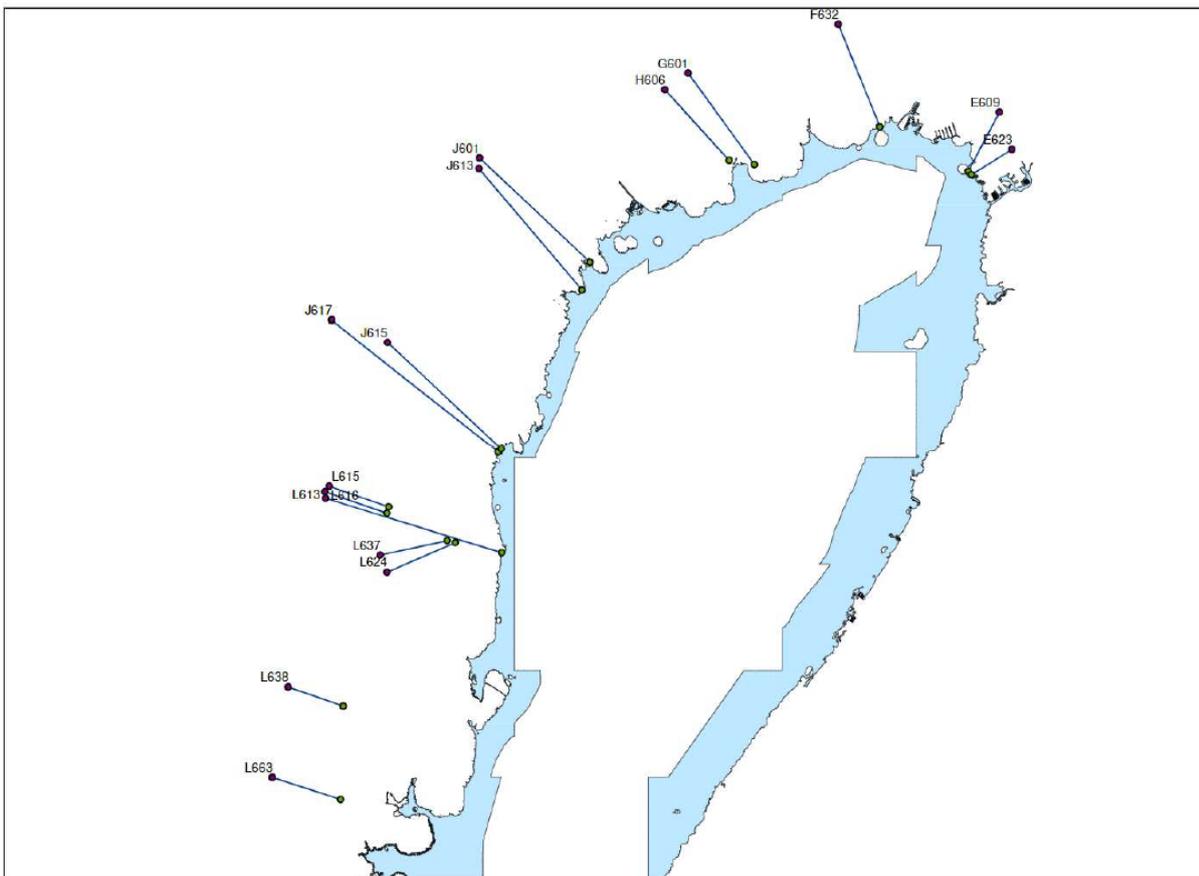


Abb. 14. Approximation von Pseudo-Profil-Verläufen aus Schilf-Messdaten 2014.

Figure 14. Approximation of pseudo-profiles based on reed survey data 2014.

Schlussendlich stehen nur im nordwestlichen Bereich des Schilfgürtels einigermaßen profilartige Punktmessungen zur Verfügung, wobei durchschnittlich nur 4–6 Messpunkte pro Pseudo-Profil-Befahrung abgesetzt worden waren. Somit ergeben sich im Schnittbereich der schilfseitig ungenauen und seeseitig hochgenauen Profil-Lagen 2014 heterogene Schnittmuster, die teils überraschend gute Passgenauigkeit aufweisen (z.B. Abb. 60, Abb. 66, Abb. 70 für die Sedimentoberkante; Abb. 67 für die Oberfläche des „festen Unter-

grundes“), teils die aus den unterschiedlichen Mess-Prinzipien folgenden Differenzen (Fehler?) insbesondere für die Messungen des Bodenprofils schonungslos aufdecken (Abb. 53, Abb. 55 landseits; Abb. 61, Abb. 63, Abb. 65 seeseits, jeweils für die Oberfläche des „festen Untergrundes“). Am Schilf-Offenwasser-Rand seeseitig akkumulierende Sedimentstrata sind in einigen Profilverläufen erkennbar (Abb. 52, Abb. 58, Abb. 60, Abb. 64, Abb. 66). Des Weiteren erlauben die relativ homogenen Sediment-Strata in selektiv aus dem heterogenen Originaldaten-Bestand generierten Pseudo-Profilen innerhalb des Schilfgürtels (Abb. 72 bis Abb. 83, vgl. Abb. 14) eine zumindest oberflächliche Analyse der beiden Mess-Verfahren zur Schilfsediment-Messung (Mess-Stange versus bodenphysikalische Messung via CSPA). Die Sondenmessungen der Kampagnen 2012–2014 liegen für die Sediment-Oberkante im Durchschnitt um 20–30 cm tiefer als die Sondierungen mittels Mess-Stange aus dem Zeitraum 1985–1987, mit Ausnahme der letzten beiden *mud-solid*-Profile (Abb. 81 & Abb. 83). Diese Systematik kann auch – wenngleich mit etwas eingeschränkter Signifikanz – für die meisten Pseudo-Profile *per se* festgestellt werden. Generell zeigen die Profile der Oberfläche des „festen Untergrundes“ bessere Koinzidenzwerte, bis auf die für einige Pseudo-Profile markanten, inmitten des Schilfgürtels, aber auch (s.o.) in Einzelfällen landseitig und seeseitig singulär auftretenden extremen Einsenkungen im aktuellen Schilf-Bodenprofil für beide Bezugshorizonte (z.B. Abb. 52 bis Abb. 55, Abb. 58 & Abb. 59). Es besteht zu befürchten, dass in diesen Fällen Inhomogenitäten in den Rhizomschichtungen Diskontinuitäten bei den *threshold*-bezogenen bodenphysikalischen Messungen (HydroProbe und Penetrometer) der Vertikalprofil-Grenzflächen bewirkt haben, die zur Durchdringung von höher liegenden, weniger signifikanten, aber doch manifesten Grenzflächen (die bei der intuitiven Lotung mittels Mess-Stange als subtile Grenzflächen erkannt wurden) geführt haben. Klarheit über die Ursachen dieser Diskrepanzen könn(t)en nur Untersuchungen an repräsentativ gezogenen Bohrkernen schaffen.

Die Pseudo-Profile im nordwestlichen Schilfgürtel zeigen alles in allem eine *a priori* unerwartete Systematik betreffs Absenkung (vgl. die Verhältnisse im offenen See), die nur in den Profillagen J613, J615 und J617 (Bereich Purbach bis Bereich Wulkamündung, Abb. 64, Abb. 66 & Abb. 68) durch konstante Verhältnisse konterkariert werden. Die Gründe könnten in der differentiellen Konsistenz der Vertikalprofile (mit einer geringeren Eindringtiefe der CSPA-Messungen verglichen zu den nord- und südwärts liegenden Profilen) liegen. Es könnte angenommen werden, dass die Mechanisierung der Messungen mittels CSPA wohl im „homogenen“ Kontext der Vertikalstrukturen im Sediment im Offenwasser-Bereich, aber eben nicht im extrem heterogenen Kontext der Schilfflächen (diskontinuierliche Rhizom-Volumina, vgl. auch Kap. 3.5 Résumé) durchgehend funktioniert. Das Legen der Sondierung im Schilfbereich im Zuge der historischen Messreihen (1985–1987 für den österreichischen Teil des Seebeckens) war oft von einer Serie von detaillierten Versuchen mit Abschätzung des erst-erkennbaren signifikanten Widerstandes verbunden, der durch

eine Mischung aus Rhizom-Struktur und dazwischenliegendem Sediment geprägt war. Die CSPS-Messung hingegen orientiert sich ausschließlich (auch bei bereits auftretenden grenzflächenartigen Widerständen) an dem *threshold* des Wasser-Sediment-Volumsverhältnisses. Aber der *de-facto*-Sockel des Sediments im Schilf wird eher durch eine Mixtur aus Rhizom und Sedimentlagen gebildet denn durch eine via *Lutocline* klar definierbare Fläche, vgl. die extremen *outlier* der CSPS-Messungen z.B. in den Pseudo-Profilen G601, J601 oder H606 (Abb. 58–Abb. 62) und die damit verbundenen Divergenzen der CSPS-versus Ultrasounder-Messungen am Schilf-Offenwasser-Rand bei einigen Profilen des festen Untergrundes, z.B. H606 und J601 (Abb. 61 und Abb. 63, hier ca. 0,8 m Differenz (*sic!*)).

Die Kalibrierungsprobleme bestehen somit nicht nur zwischen den historischen Sonden-Messungen 1987/1995 und den CSPS-Messungen, sondern auch zwischen diesen und den am Schilf-Offenwasser-Rand seewärts anschließenden Ultrasounder-Messungen. In diesem Zusammenhang fehlen schlicht und einfach Richtwerte, die es ermöglichen könnten, die Messverfahren (Sondierung vs. Ultrasounder/Schilfprofiling) aufeinander zu kalibrieren. Referenzmessungen zur Kalibrierung von Bodensonden- und Ultrasounder-Messungen haben zwar im relativ klar stratifizierbaren Sediment-Profil des offenen Seebeckens – und leider in zu geringem Ausmaß im kritischen Grenzbereich zum Schilfrand hin – stattgefunden (blaue Profil-Stücke in Abb. 7), haben aber letztendlich zufolge der ortsbezogen unterschiedlich heterogenen Layer-Schichtungen entlang der Schilf-See-Grenze keine effizient umsetzbaren Erkenntnisse für eine flächendeckend wirksame Kalibrierung der beiden Messverfahren entlang der kritischen Überlappungszone am Schilf-See-Rand gebracht (vgl. die in einigen Pseudo-Profilen erkennbaren extremen Divergenzen, s.o.) (Abb. 15, für das Offenwasser-Sediment).

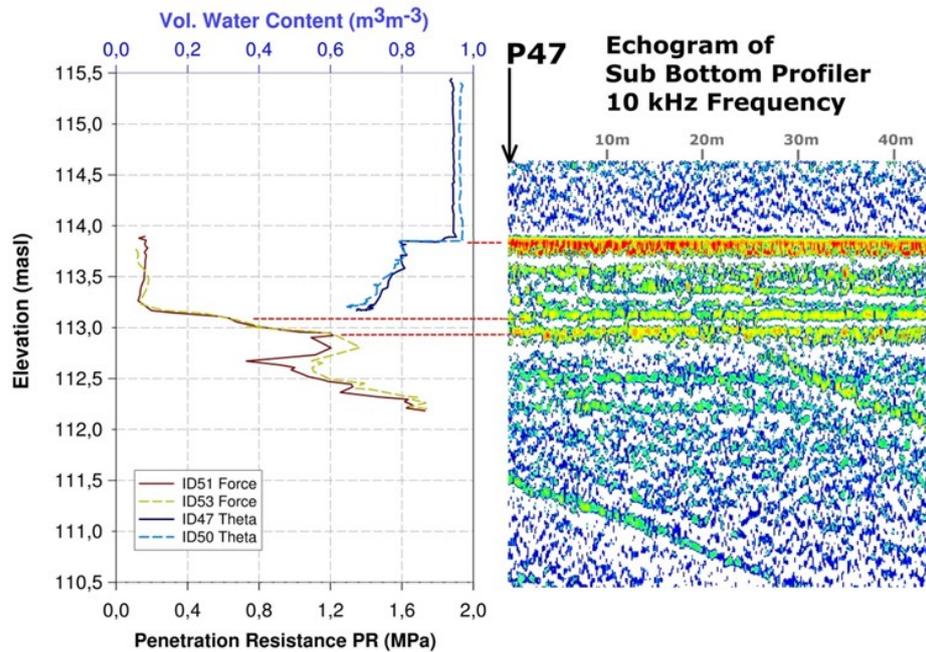


Abb. 15. CSPA-Profil und Ultraschall-Echogramm für den Referenzpunkt P47 (offener See, Heine et al. (2016)).

Figure 15. CSPA profiles and ultrasound-echogram for the reference point P47 (open lake, Heine et al. (2016)).

Um keinen falschen Eindruck zu erwecken, soll jedoch betont werden, dass es nicht opportun ist, nunmehr anzunehmen, die CSPA-Messungen wären „falsch“. Sie sind vielmehr aus Sicht der angewendeten Messmethodik durchaus „richtig“! Ob die gemessenen Werte mit der heterogen strukturierten Realität im Schilf-Sediment-Layer koinzidieren, ist eine andere, gleichwohl auch nicht eindeutig positiv oder negativ beantwortbare Frage. Fest steht, dass sich die beiden Mess-Ansätze für die Schilf-Profilierungen grundlegend voneinander unterscheiden und dass damit auch die Frage im Raum steht, wie die Wasser-Sediment-Grenzfläche im Schilfgürtel zu definieren ist – rein boden-physikalisch als Grenzlinie gemäß einer Konstante (Wasser-Sediment-Konzentration entlang der *fluid-mud-surface*) oder empirisch-mechanisch als variabler Wert je nach empirisch interpretiertem ersten signifikanten Widerstand beim Sondieren. Konsequenterweise muss dann auch die Frage gestellt werden, welche der beiden Bezugsflächen für die Beschreibung der im Schilfgürtel relevanten Verlandungs- oder Eintiefungs(?) Prozesse repräsentativ ist!

Die fiktive Grenzfläche zwischen (für die Sondierungen) „durchlässigem“ und „undurchlässigem“ Layer wurde entweder mit Sonde durch mechanisch-empirische Druckanwendung und subsequentes Registrieren der Tiefe der Grenzsicht des „undurchlässigen Layer“ (historisch) oder aktuell (GeNeSee) ebenso durch mechanische Sondierung, aber diesmal mit Festlegung der Tiefe der Grenzsicht durch Definition eines Schwellwertes einer bodenphysikalischen Sensor-Messung (*first peak of penetration resistance*, vgl. Abb. 12) bestimmt. Der Verlauf der *penetration resistance* zeigt recht deutlich, wie unsicher die Festlegung einer „richtigen“ Position der Grenzsicht ist, noch dazu, wenn angenommen wird, dass die durchwegs fließenden und nur teils durch diffuse Sprünge in der re-

sistance bestimmbaren Schichtungen über das gesamte Seebecken mehr oder weniger variieren!

Das Problem der unsicheren Grenzflächenbestimmung für die *mud-solid*-Trennschicht wird auch – wieder eingeschränkt auf die Verhältnisse im offenen See – durch einen Blick auf das Ultrasounder-Profil beleuchtet (Abb. 11). Im zentralen Bereich des Profils weist der zweite Grenzlayer (die erste *mud-solid*-Grenzschicht?) nur mittlere bis geringe Reflexion auf und es könnte angenommen werden, dass bei einer Messung mit Hilfe von Penetrometer erst die dritte Schicht (die zweite *mud-solid*-Grenzschicht, dort wieder mit starker Reflexion der Schallwellen) als Grenzfläche (gemäß *threshold* der *penetration resistance*) detektiert wird. Diese Unabwägbarkeiten müssten – wie geschrieben – als Teil eines eigenen Projektes, der sich mit der Kalibrierung der Messverfahren mit Hilfe von Bohrkern-Referenzen befasst, untersucht werden.

In diesem Zusammenhang könnte eine Interpretation der beispielhaft dargestellten Bodensondierung mittels Penetrometer in direkter Referenz zum Ultrasounder-Echogramm (für den Aspekt der Sedimentlagen im offenen Seebecken, Abb. 15) zumindest den Schluss zulassen, dass die historischen empirischen Sondenmessungen (im Offenwasser-Bereich) eher die erste *mud-solid*-Grenzschicht mit signifikantem Dichtewiderstand detektiert hätten, während die Penetrometer-Messungen erst bei Erreichen der zweiten *mud-solid*-Grenzschicht einen signifikanten *resistance-threshold* ausgewiesen hätten. Die manifeste Heterogenität der Höhenlage der entsprechenden seeseitigen Layer-Abschnitte der Pseudo-Profile *versus* jene der historischen Sondenmessungen führt diese Vermutung jedoch *ad absurdum* (Abb. 53 (2)–Abb. 71 im Anhang, Kap. 7.2.2)

Gleichzeitig soll – in Richtung notwendiger weiterführender Forschungsarbeiten zu diesem Themenkomplex, der in der Tat „multi-komplex“ ist – ein weiterer, die Charakteristika der Schilfsediment-Strukturen betreffender Aspekt angedeutet werden. Es ist anzunehmen, dass seit Jahrzehnten große Teile des Schilfgürtels, die einstmals ständig oder zumindest „fast immer“ überflutet waren, immer öfter und über immer längere Zeiträume trockengefallen sind, und zwar einerseits wegen der zunehmenden Seewall-Auflandung und damit einhergehender Exklusion vom offenen See, andererseits wegen prävalenter längerer Trockenphasen *per se* zufolge regionalklimatischer Variationen in Richtung Anstieg der durchschnittlichen Sommertemperaturen bei gleichzeitiger Ausweitung von Trockenperioden (Evapotranspiration). Somit trocknen immer größere Bereiche des zentralen Schilfgürtels aus und *desiccation* kann einen Prozess des „Zusammensinkens“ der Weichsediment-Layer stimulieren. Das würde zumindest in jenen Fällen zu den Pseudo-Profil-Verläufen passen, die bei mehr oder weniger unverändertem Verlauf der *mud-solid*-Grenzfläche zu dem so unerwarteten Absinken der *fluid-mud*-Grenzfläche mit Stand 2014 führen, wie zum Beispiel für die Pseudo-Profile F_632, H_606, J_601, L_613, L_638, L_663 (Abb. 56–Abb. 57, Abb. 60–Abb. 61, Abb. 62–Abb. 63, Abb. 70–Abb. 71, Abb.

80–Abb. 81, Abb. 82–Abb. 83) ausgewiesen. Wie sich *mud-solid*-Grenzlayer im Schilfgürtel bei langdauernden Trockenphasen verhalten, wäre konsequenterweise ebenfalls zu untersuchen. Im Falle von nachweisbaren Komprimierungseffekten wäre das „Absinken“ der Bodenreferenz-Flächen (vgl. E_623, J_617, Abb. 55, Abb. 69 und die Profilsequenzen im zentralen Schilfgürtel, Abb. 73, Abb. 75, Abb. 77, Abb. 79) nachvollziehbar. All diese Effekte haben (auch) eine ausgewiesene raumbezogene Variation und daher können nur detaillierte Recherchen unter Berücksichtigung von Schwankungen der Struktur der Vertikal-Profile der Sediment-Layer über das gesamte Schilf-Seebecken Einsichten bringen. Eine systematische raumbezogene Analyse der Dynamik und Modulation des Trockenfallens des Schilfgürtels sowohl im saisonalen als auch jährlichen Kontext verbunden mit einem *stratified sampling* von Bohrkernen und kalibrierten Bodensondierungen tut not!

Um aus den Ergebnissen der Pseudo-Profil-Generierung Aussagen zur Dynamik der weiteren Ausbildung von Wallstrukturen im Absetzbereich von seeseitig eindriftendem Sediment entlang eines Schilf-Streifens unmittelbar im Bereich entlang des Schilf-See-Grenzverlaufes treffen zu können, sollen nochmals exemplarisch für die in REBEN bearbeiteten **Projektgebiete (Mörbisch, Illmitz, Wulkamündung)** als Vergleichsbasis die relevanten Profil-Lagen aus dem historischen Datensatz 1987/1996 in Erinnerung gerufen werden (Csaplovics *et al.* (1997) p. 36, Tab. 3.7, vgl. auch Abb. 13):

Mörbisch und Illmitz: P12, P13; Wulka: P5, P6

P12 Mörbisch: Höhe Wall – 115,47 m, Wall-Höhe (vs. landseitiger Schilfgürtel) – 0,07 m, Schlammtiefe auf Wallkrone – 1,52 m

P13 Mörbisch: Höhe Wall – 115,36 m, Wall-Höhe (vs. landseitiger Schilfgürtel) – 0,29 m, Schlammtiefe auf Wallkrone – 1,53 m

P12 Illmitz: Höhe Wall – 115,22 m, Wall-Höhe (vs. landseitiger Schilfgürtel) – 0,00 m, Schlammtiefe auf hypothetischer Wallkrone – 0,88 m

P13 Illmitz: Höhe Wall – 115,36 m, Wall-Höhe (vs. landseitiger Schilfgürtel) – 0,01 m, Schlammtiefe auf hypothetischer Wallkrone – 1,08 m

P5 Wulka: Höhe Wall – 115,20 m, Wall-Höhe (vs. landseitiger Schilfgürtel) – 0,25 m, Schlammtiefe auf Wallkrone – 1,02 m

P6 Wulka: Höhe Wall – 115,21 m, Wall-Höhe (vs. landseitiger Schilfgürtel) – 0,03 m, Schlammtiefe auf hypothetischer Wallkrone – 1,12 m

Es ist zu beachten, dass es durchaus Bereiche ohne ausgeprägte Wall-Topographien gab und gibt. Gleichwohl gilt ebenso, dass die Profilwerte aus dem aus den (diskreten) Messreihen gerechneten Rasterdatensatz der digitalen Oberflächenmodelle interpoliert wer-

den und lokale Schwankungen im Wallsediment demgemäß nicht durchgehend erfasst werden (können).

In jedem Fall ist zu erkennen, dass die historische Inventur auf Höhe Illmitz keine nennenswerte Wallbildung dokumentiert (Profile P12, P13). Leider liegen für diesen Bereich keine aktuellen Schilf-Sediment-Messungen, wohl aber einige am Schilf-See-Rand mit Zille abgesetzte Messungen vor, die jedoch rudimentär und nur in einem horizontalen Messbereich von 3–4 m mehr oder weniger vertikal auf den Verlauf des Schilf-Offensee-Randes abgesetzt worden waren. Ein Blick auf die dokumentierten Höhenwerte für die jeweils 2–3 gemessenen Punkte zeigt generell den üblichen Trend zu einem absenkenden *shift* der Messwerte um ca. 30–40 cm für die Sediment-Oberfläche und für die *mud-solid*-Grenzfläche mit Stand 2014, z.B. im Bereich des Profilverlaufes P 12, Abb. 44 mit folgenden Werten für den in der Nähe des Profilschnitts mit der Schilf-See-Grenze liegenden Messpunkt (2014) B029:

Höhe Schilf-See-Grenze Schlamm: 114,80 m, Boden: 114,06 m, Schlammtiefe: 0,74 m

Höhe Schilfrandbereich (ca. 3 m im Schilf) Schlamm: 114,69 m, Boden: 113,68 m, Schlammtiefe: 1,01 m

Die historischen Höhenwerte aus Profil 12 betragen:

Höhe_{hist} Schilf-See-Grenze Schlamm: 115,13 m, Boden: 114,26 m, Schlammtiefe: 0,87 m

Höhe_{hist} Schilfrandbereich (ca. 8 m im Schilf) Schlamm: 115,22 m, Boden: 114,34 m, Schlammtiefe: 0,88 m

Die am ostseitigen Rand des Beckenbereichs im offenen See manifeste „Anlandung“ gemäß aus Ultrasounder-Profilen interpolierten Werten für den Stand 2014 (ca. 20 cm höher als mit Stand 1987/1996, Abb. 44) steht somit im Gegensatz zu den per Bodensondierung mit Zille extrahierten Messungen, die um ähnliche Werte tiefer liegen als die historischen Vergleichswerte.

Im allgemeinen muss betont werden, dass der horizontale Messbereich der Bodensonden-Messungen in GeNeSee (3–4 m) viel zu gering ist, um sinnvolle interpretierende Aussagen über Wallbildungen am Schilf-See-Rand zu gestatten – gleichwohl könnte bei Annahme einer intrinsisch ausgleichenden Mess-Genauigkeit im Falle von Differenzmessungen eine Interpretation der oben angeführten Beispielwerte (Abfall der Höhe der Schlammoberfläche von 114,80 m am unmittelbaren Seerand auf 114,69 m ca. 3 m „landeinwärts“) eine „Wallbildung“ mit $\Delta h = 0,11$ m belegen. Ähnliches gilt für vergleichbar singuläre Mess-Anordnungen im westlichen Schilf-See-Randbereich im Umfeld der Lage von Profil P12. Der nicht weit entfernt liegende Messpunkt N003 (2014) belegt bei ähnlich absenkendem *shift* der diskreten Höhenwerte von 30–40 cm im Vergleich zum histori-

schen Werteprofil eine Wallbildung mit $\Delta h = 0,27$ m (im Vergleich der historische Wert $\Delta h_{\text{hist}} = 0,07$ m). Die in Folge beispielhaft angeführten Mess-Punkte koinzidieren mit Lagen in den und um die im Projekt REBEN *en détail* untersuchten Gebiete nördlich der Seebäder von Mörbisch und Illmitz. Ein überblicksartiger Survey der entsprechend nutzbaren Schilf-See-Rand-Messpunkt-Paare respektive -Triplets in Bezug auf die Ausbildung von Höhendifferenzen mit Tendenz zur Wallbildung ergibt folgendes – gleichwohl wie oben angeführt mit entsprechender Vorsicht zu interpretierendes – Verteilungsmuster eventueller Wallhöhen mit Stand 2014 (Abb. 16).

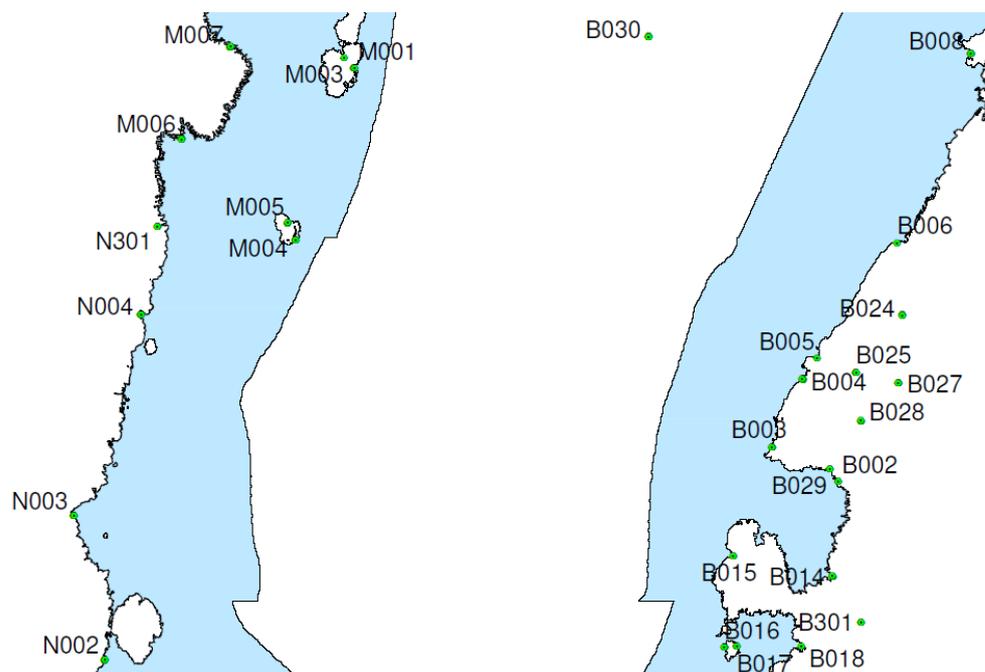


Abb. 16. Schilf-See-Rand, Einzelmessungen mittels Bodensondierung im Bereich Mörbisch-Rust - Illmitz-Nord (GeNeSee, Stand 2014).

Figure 16. Reed lake edge, single measurements by means of bottom-sounding in the area of Mörbisch-Rust – Illmitz-North (GeNeSee, Stand 2014).

Westufer (Rust-Mörbisch)

M006: $\Delta h = 0,23$ m

N004: $\Delta h = 0,00$ m

N003: $\Delta h = 0,27$ m

N002: $\Delta h = 0,27$ m

Ostufener (Podersdorf-Unterer Stinkersee – Illmitz)

B008: $\Delta h = 0,16$ m

B006, B005 (nicht bestimmbar, jeweils nur ein Mess-Wert)

B004: $\Delta h = 0,00$ m

B003: $\Delta h=0,00$ m

B002: $\Delta h=0,17$ m

B029: $\Delta h=0,11$ m

B014: $\Delta h=0,09$ m

B015: $\Delta h=0,00$ m

Ein genauer Blick auf die relevanten Ost-Abschnitte der historischen Profile 12 und 13 (Abb. 44 und Abb. 45) zeigt im Inneren des Schilfgürtels stagnierende bzw. im Falle von P12 kontinuierlich ansteigende Höhenwerte, die 250 m vom Schilf-See-Rand landwärts bereits um +11 cm auf 115,33 m und weitere 250 m landeinwärts auf 115,43 cm ansteigen, und dann bis zum Rand des Seedammes marginal auf 115,41 m abfallen.

Für die Situation im Umfeld des REBEN-Projektgebietes **Wulkamündung** kann ein Vergleich mit den „Pseudo-Profilen“ J615 und J617 (Abb. 66 & Abb. 68), die ein klein wenig nördlich der Einmündung des „alten“ Wulka-Kanals liegen (somit fast mit den Lagen der hydrologischen Messpunkte WU1–3 koinzidieren), versucht werden. Es zeigt sich, dass dort historische Wallhöhen von ca. 25 cm und aktuelle Wallhöhen von ca. 40 cm (J615, Abb. 66) respektive historische Wallhöhen von mehr als 40 cm und aktuelle Wallhöhen von nahe 50 cm (J617, Abb. 68) angenommen werden können.

Abgesehen von den lokalen Schwankungen der Wall-Bildung, die schon in den historischen Oberflächenmodellen dokumentiert sind (max. Wallhöhen in den Bereichen Purbach-Breitenbrunn, Wulkamündung-Oggau und Mörbisch-Kroisbach sowie kaum nennenswerte Wallformationen am Ostufer – max. 10–15 cm im Bereich Podersdorf-Höll und Illmitzer Schilfinsel), kann an den Fallbeispielen Wulka-Mündung (s.o, J615, J617) erkannt werden, dass – bei allen Zweifeln an der Vergleichbarkeit der Messmethoden – auch in diesem Fall eine intrinsisch mehr oder weniger korrekte Relativmessung von Höhendifferenzen auf eine Tendenz zunehmender Wallausbildung hindeutet.

Naturgemäß ist es jammerschade, dass aus bereits angesprochenen Gründen keine aktuellen Schilf-Profil-Messreihen für die *hot spots* zwischen Rust und Mörbisch und auch für die aktuell zu bestimmende Situation am Ostufer von Podersdorf-Höll südwärts zur Verfügung stehen.

Nichtsdestotrotz kann ein *survey* über die aktuellen Pseudo-Profil-Plots im Nordwest-Bereich des Schilfgürtels und – wo möglich – ein Vergleich mit der (historischen) Situation 1987/1996 zumindest zur aktuellen Verteilung der Wall-Ausbildung rudimentäre Information liefern, gleichwohl auch in diesem Fall mit eingeschränkter *reliability*, denn die rezenten Messungen beruhen ja wie oben erwähnt „nur“ auf durchschnittlich 4–6 Punktmessungen entlang der Pseudo-Profile, während Messungen für das historische Sedimentmodell in dichter Punktfolge entlang der befahrenen Profile durchgeführt worden waren.

Profil E609 (zwischen Neusiedl und Weiden): Höhe Wall historisch – 0,10 m, Höhe Wall rezent – 0,50 m

Profil E623 (Lage wie oben, näher zu Weiden-Seepark): Höhe Wall historisch – 0,00 m, Höhe Wall rezent – 0,15 m

Profil F632 (zwischen Neusiedl und Jois): Höhe Wall historisch – 0,00 m, Höhe Wall rezent – 0,00 m

Pendant Profil P1 (historisch) (südlich Jois): Höhe Wall historisch – 0,06 m

Profil G601 (nördlich Winden-Seedamm): Höhe Wall historisch – 0,00 m, Höhe Wall rezent – 0,50 m (?)

Profil H606 (Winden-Seedamm): Höhe Wall historisch – 0,00 m, Höhe Wall rezent – 0,10 m

Pendant Profil P2 (historisch) (Winden-Seedamm): Höhe Wall historisch – 0,18 m

Profil J601 (zwischen Breitenbrunn und Purbach-Seedamm): Höhe Wall historisch – 0,00 m, Höhe Wall rezent – 0,40 m (?)

Profil J613 (Lage s.o., näher zu Purbach-Seedamm): Höhe Wall historisch – 0,20 m, Höhe Wall rezent – 0,00 m

Pendant Profil P4 (historisch) (Lage s.o., Nähe Purbach-Seedamm): Höhe Wall historisch – 0,42m

Profil J615 (Purbach – nördlich Wulkakanal): Höhe Wall historisch – 0,30 m (400 m landwärts –0,60 cm), Höhe Wall rezent – 0,40 m

Profil J617 (Lage wie oben, leicht südlich versetzt): Höhe Wall historisch – 0,50 m, Höhe Wall rezent – 0,50 m

Pendant Profil P5 (historisch) (Purbach – nördlich Wulkakanal, etwas nördlicher als J615/J617): Höhe Wall historisch – 0,25 m

Profil L613 (Oggauer Heide – Richtung Podersdorf-Höll): Höhe Wall historisch – 0,15 m, Höhe Wall rezent – 0,40 m

Pendant Profil P6 (historisch) (Lage wie oben): Höhe Wall historisch – 0,03 m

Abschließend soll in Erinnerung gerufen werden, dass die Interpolation des Rastermodells aufgrund der verwendeten Algorithmen generell zu einem *smoothing* der Reliefenergie (gemindert durch die Einführung von Bruch- und Formlinien) und damit zu lokal entsprechend eingeschränkt interpretierbaren Outputs führt. Es ist andererseits evident, dass dem Projektziel entsprechend, das gesamte Seebecken zu erfassen, auf sub-

regionaler Ebene sehr genaue flächendeckende Ergebnisse erzielt werden, die jedoch für lokale Fragestellungen auf Grundlage verdichtender Mess-Reihen und lokal applizierter Interpolationsstrategien adaptiert werden müssten – *a priori* ein Dilemma, *a posteriori* ein auf Grundlage ergänzender/adaptierter Inputs lösbares Problem.

3.5 Résumé

Résumé

Alles in allem zeigen die Profilverläufe in Bezug auf die bitemporale Zeitreihe der historischen Querprofilverläufe und des Verlaufes des Längsprofils entlang der Tiefenlinie mit Stand 1996 für das Seebecken im Offenwasserbereich wertvolle Überblicks-, aber auch in vielen Fällen Detail-Information, die näherer holistischer Betrachtung bedarf. Die für die jeweiligen Profile des „festen Untergrundes“ repräsentativen Verläufe liegen auf Grundlage der aus den jeweiligen Oberflächenmodellen interpolierten Datenserien vor, wurden jedoch diesem Bericht nicht beigelegt, da dieser Themenbereich (Seemodelle des Offenwasserbereiches) nicht unmittelbarer Inhalt des gegenständlichen Projektes REBEN und somit auch nicht dieses Berichtes ist. Gleichwohl soll der Blick auf die beigelegten relevanten bitemporalen Profil-Vergleiche der Schlammoberfläche diesen ergänzenden Aspekt zumindest andeuten. Überblicksartige Analysen der für die im Bereich des offenen Sees an den seeseitigen Schilfrand-Zonen dargestellten Boden-Daten aus Echolot-Messungen im Vergleich zu den historischen Verläufen zeigen, dass es auch in diesem Fall zu teils systematischen (?) Messwert-Differenzen kommt, teils aber auch bemerkenswerte (und eventuell logische) Konstanz des Bodenprofils im offenen See über den betrachteten Zeitraum von fast 30 Jahren (für die Daten des österreichischen Seeteiles, 1985–1987 vs. 2012–2014) besteht (Abb. 53, Abb. 61, Abb. 63, Abb. 65 (Differenz) vs. Abb. 55, Abb. 57 und Abb. 67 (Konstanz)).

Die Eintiefung kann im offenen See naturgemäß auch auf unterschiedlichen Parametern der Grenzflächenbestimmung beruhen. Die durch Ultrasounding erfassbaren Grenzflächen sind teils schwer bestimmbar und in jedem Fall mit Sicherheit ebenfalls keine scharfen Grenzlinien, sondern Übergangintervalle, die durch das Signal nach lokal differenten Parametern von Dichte, Körnung und Struktur interpoliert werden (Abb. 11), wohingegen die historische Sondierung mit Mess-Stangen und Schlammteiler eine zwar vordergründig subjektive, gleichwohl durch empirisch wirkende Erfahrungswerte relativ homogene Grenzflächenbestimmung (gleichwohl wieder in einem Schwankungsbereich von ± 10 cm) ermöglicht. Wie bereits erwähnt, ist bemerkenswert, dass es sich bei dem angesprochenen vertikalen *Shift* zwischen den historischen und aktuellen Messungen nicht um eine durchgehende Konstante für alle Profilverläufe handelt, sondern durchaus Profilverläufe existieren, die diesen *Shift* nicht belegen (Profile 8-12, Profil 14, Mittelteil des Längsprofils,

Abb. 40–Abb. 44, Abb. 46, Abb. 51). Einerseits kann das wie ebenfalls bereits angemerkt an unterschiedlichen Konsistenz-Parametern der Layer liegen (diffusere Grenzschichten zwischen Sediment und Wasser im Norden und Süden und damit eine größere Eindringtiefe des Ultrasounding im Vergleich zur „mechanisch-empirischen“ Sondierung), andererseits wäre auch eine gewisse Dynamik der Eintiefung anzunehmen, und zwar vor allem in jenen Bereichen, die durch andauernde Einwirkung von ausgeprägten Strömungsvektoren entlang der Sediment-Wasser-Grenzschicht geprägt sind. Die heterogene Problematik wird zum Beispiel durch den Blick auf das atypische Profil 8 (Abb. 40) nochmals einsichtig. Hier ist ein *overall*-Trend in Richtung Anstieg der Sedimentation im Gegensatz zu den Eintiefungstendenzen nordwärts und der Zone relativer Stabilität südwärts festzustellen. Ein Blick *en passant* auf das charakteristische klassische Strömungsbild für prävalente Nordwest-Wind-Richtung zeigt, dass dieses Profil exakt in der Übergangszone diverser konträr wirkender Strömungssysteme liegt (zirkular im Bereich Podersdorf-Höll und in Seemitte auf der Höhe Oggau, nordwärts gerichtete Vektoren entlang der westlichen Schilf-Wasser-Grenze auf Höhe Oggau und südwärts gerichtete Vektoren auf der gegenüberliegenden ostwärtigen Seite auf Höhe Höll-Illmitz). Dort läge also der einzige Bereich mit positivem Vertikalgradienten (Höhenzuwachs, Sediment-Auflandung) im gesamten Seebecken im Bereich des offenen Sees.

Die Tiefe der Seewanne ist im Bereich zwischen Rust und Mörbisch maximal – explizit in Profil 12, das in Höhe Biologische Station in West-Ost-Richtung verläuft, mit einem (minimalen) Höhenwert von 112,96 m für den festen Untergrund und 113,62 m für die Sedimentoberfläche im historischen sowie 113,85 m für die Sedimentoberfläche im aktuellen (2014) Profilverlauf (Abb. 44). Einerseits liegen in diesem Bereich wie erwähnt die tiefsten Stellen der Seewanne, andererseits aber auch die Maxima der Sediment-Mächtigkeit mit einem historischen Wert von $t_{\max} = 0,88$ m (Profil 12, nur überboten von Profil 14 mit $t_{\max} = 0,95$ m) (Csaplovics *et al.* (1997) p. 38, Tab. 3.9). Erwähnenswert ist wohl auch, dass in diesem Bereich im Längsprofil (das entlang der Tiefenlinie der Seewanne verläuft, Abb. 51) für den Stand 1987/1996 im Vergleich zur Situation für 2014 ein Sediment-Plateau dokumentiert ist, und zwar exakt im Umfeld des Profils 13, also in etwa im Bereich zwischen Mörbischer Schilfinsel – Seedamm Illmitz/Seedamm Biologische Station. Somit könnte zumindest angenommen werden, dass in diesem Gebiet in den letzten 20–30 Jahren signifikanter Abtrag/ Verfrachtung von Sediment stattgefunden hat.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass eine *Mélange* aus teils gegensätzlich, teils gleichgerichtet wirkenden Inhomogenitäten zufolge diametral unterschiedlicher Mess-Ansätze und gewisser divergenter Trends *in situ*, deren Fehlereinflüsse wegen fehlender komparativ-kalibrierender Referenz-Messungen und Sediment-Profil-Analysen (*deep freeze cores*) kaum zu trennen sind, die Reliabilität konkreter Aussagen zur Sedimentdynamik sowohl im Schilf- als auch im offenen See entscheidend beeinträchtigt.

Ein Blick auf die Seevermessungen 1901/1902 (Fertő-Kommission, Szontagh (1902)) und 1963/1967 (Kopf 1964; Kováts 1982) in Bezug auf das „historische“ Seebodenmodell 1987/1996 zeigt gleichwohl eindeutig positive Sedimentationsgradienten im Sinne einer Auflandung. Die Bereiche tiefer 114,00 m im zentralen Seebecken sind kleiner geworden (Csaplovics *et al.* (1997), p. 42, Abb. 3.14) und die Gesamt-Flächenbilanz 1963/67 *versus* 1987/1996 (*ibidem*, p. 44, Abb. 3.17) shiftet in Richtung Sedimentation vor allem (naheliegenderweise) in den wachsenden Schilfarenalen (Aufhöhung des seerand-seitigen Schilf-Sediment-Sockels von 115,00 m (1963/67) auf 115,40 m (1996)). Die offensichtlichen negativen Trends der Sedimentation in den „Pseudo-Profilen“ im Schilf-Bereich widersprechen diesen bis Stand 1996 dokumentierten Entwicklungen.

Die im Rahmen dieser Studie akribisch aus dem Originaldatenbestand der Schilfmessungen der Messkampagnen 2012–2014 angenäherten Pseudo-Profil-Verläufe – die zufolge der nur eingeschränkt durchgeführten Mess-Fahrten nur für einen begrenzten Bereich des nord-westlichen Schilfgürtels vorliegen – und deren Gegenüberstellung mit den aus dem historischen Rastermodell-Datenbestand, der auf den historischen Messungen der Jahre 1985–1987 (österreichischer Seeteil, s.o.) beruht, interpolierten Vergleichsprofilen erlaubt naheliegenderweise nur bedingt fundierte Analysen, die vor allem einen in den meisten Fällen um einige Dezimeter tiefer liegenden Verlauf der Sediment-Oberfläche (und teils auch der Oberfläche des „festen Untergrundes“) zeigen (Abb. 52–Abb. 83). Rhizomstrukturbedingte Inhomogenitäten, die sowohl flächig als auch raumbezogen manifest sind und damit verbundene sediment-spezifische Inhomogenitäten in den Schilf-Bodenprofilen scheinen die bodenphysikalischen, auf Penetrometer-Messungen mit „starren“ Schwellwert-Niveaus beruhenden Messverfahren an die Grenzen ihres Leistungspotentials zu bringen. Resultierende, oft singulär auftretende Diskontinuitäten in den aus der sehr schütterten Messpunkt-Verteilung der Originaldaten extrahierten Pseudo-Profilen an noch dazu außergewöhnlichen Mess-Positionen an der Land- oder Offenwasser-Grenzlinie (dort durch teils ausgeprägte Diskrepanzen zu den aus Ultrasundermessungen generierten Oberflächenmodellen respektive den auf dieser Grundlage interpolierten Profilverläufen dokumentiert, z.B. Abb. 61 & Abb. 63) scheinen diese Indisponibilitäten zu untermauern.

Es ist in der Tat angesichts der nicht unerheblichen Unabwägbarkeiten der Ergebnisse aus wissenschaftlicher Sicht nicht opportun, von Tendenzen der „Verlandung“ oder „Absenkung“ des Sedimentniveaus im Schilfgürtel im Zeitraum 1987/1996 bis 2014 zu sprechen. Die sprichwörtlich in der „Luft hängenden“ Schilf-Messreihen aus dem Projekt GeNeSee sind nicht eindeutig einordbar und es muss demgemäß *nolens volens* festgestellt werden, dass eine allgemein gültige Aussage/Prognose auf Grundlage dieser heterogenen (disparaten) Ausgangslage nicht möglich ist, wobei jedoch andererseits durchaus relevante In-

terpretationen und Analysen lokaler oder supra-lokaler Aspekte der Sediment-Dynamik (vgl. Differenzwerte betreffend Wallbildung) erfolgen können (s.o.).

Im Einklang mit den in der Strategiestudie 2014 formulierten Zielen für ein ernstzunehmendes raumbezogenes 4D-Monitoring (Flächen, Volumina, Zeit) von Dynamismen des Schilfwachstums und der Veränderungen der Schilfstrukturen sowie der Dynamismen der Sedimentablagerung und -abtragung in den Offenwasser- und Schilf-Bereichen des Beckens des Neusiedler Sees ist auch für die vorliegenden Themenschwerpunkte eine vorausblickende Abstimmung und Homogenisierung der Methoden der Datenaufnahme und der Datenanalyse sowohl strukturbezogen (Schilfgürtel versus Offenwasser-Bereich) als auch zeitreihenbezogen (Vergleichbarkeit der Ergebnisse) und die grenzüberschreitende Dimension betreffend (Harmonisierung der Methoden bei Datenaufnahme in einem grenzüberschreitenden „Guss“) das unveränderte Ziel zukünftiger einschlägiger Initiativen (Csaplovics *et al.* 2014b).

3.6 Danksagung

Acknowledgement

Sowohl die Reaktivierung der am Department für Geodäsie und Geoinformation der TU Wien in der Abteilung Photogrammetrie archivierten Geländemodell-Datensätze der historischen Aufnahmen 1989/1995 und der letztaktuellen Aufnahmen 1994 als auch die Interpolation der spezifischen Profilverläufe wurden dankenswerterweise unter der Ägide von Prof.Dr.Norbert Pfeifer von Dipl.Ing.Christian Eberhöfer und Dipl.Ing.Bruno Wöhrer bewerkstelligt. Die im Bereich des Schilfgürtels im Rahmen des Projektes GeNeSee erfassten Messdaten hat Dipl.Ing.Gerhard Kubu (Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur Wien) bereitgestellt. Dr.Ing. Jana Schmid (Department Geowissenschaften, TU Dresden) hat die Profilverläufe bearbeitet und als Vektorgraphik visualisiert. Dank an alle Beteiligten für die in jedem Fall zeitintensive und umso hilfreichere Kooperation!

4 NEUE VERMESSUNGEN IN DEN TESTGEBIETEN

NEW SURVEYS IN THE TEST AREAS

von Georg KUM

4.1 Zielsetzung und Methodik

Objectives and method

Zur Verdichtung der vorhandenen Messdaten und Modelle wurden im Bereich der drei Testgebiete (Illmitz, Mörbisch und Wulka) ausgewählte Kanäle und Flächen vermessen. Die dabei gewonnenen Daten dienen der Verfeinerung der bestehenden Geländemodelle in den Testarealen als Basis für die hydraulische Modellierung (Bericht 1).

Die Vermessungen wurden mittels Kombination aus rtkGNSS (*HiperST* von *Topcon*) und Einzelstrahlecholot (*Ea400* von *Kongsberg* mit 200kHz) von einem Schlauchboot aus durchgeführt.

4.2 Ergebnisse

Results

Die Ergebnisse dieser Vermessung wurden direkt in der hydraulischen Modellierung (Bericht 1) weiterverarbeitet und werden hier nicht näher dargestellt. Die folgenden Abbildungen (**Abb. 17** bis **Abb. 19**) zeigen die Lage der Messspur (GPS-Track) in den drei Testgebieten.

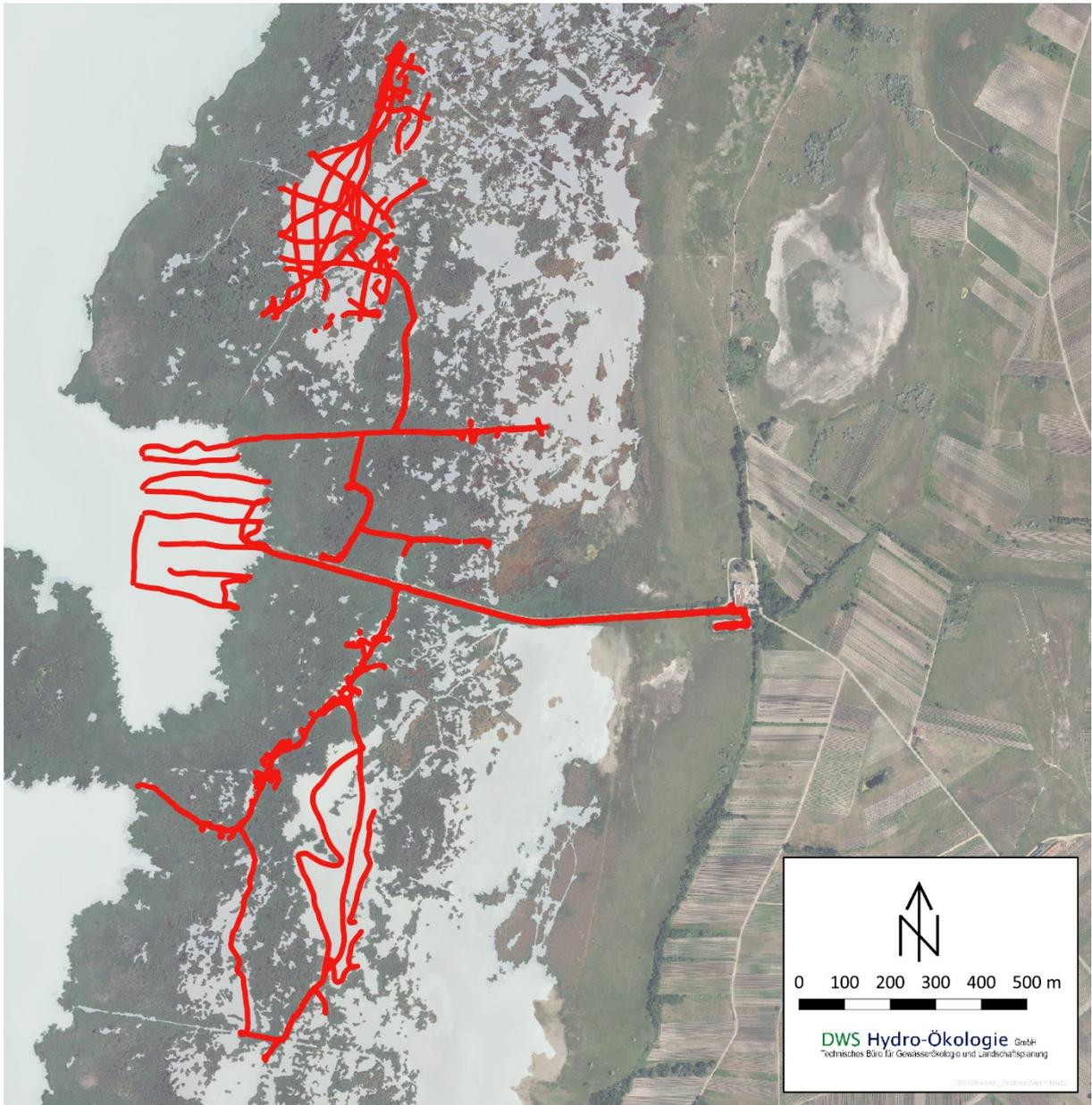


Abb. 17. Messspur (GPS-Track) Testgebiet Illmitz. © Normalfarbennorthofoto GeoDaten Burgenland (<https://geodaten.bgld.gv.at>)

Figure 17. GPS track in the test area of Illmitz. © ortho image GeoDaten Burgenland (<https://geodaten.bgld.gv.at>)

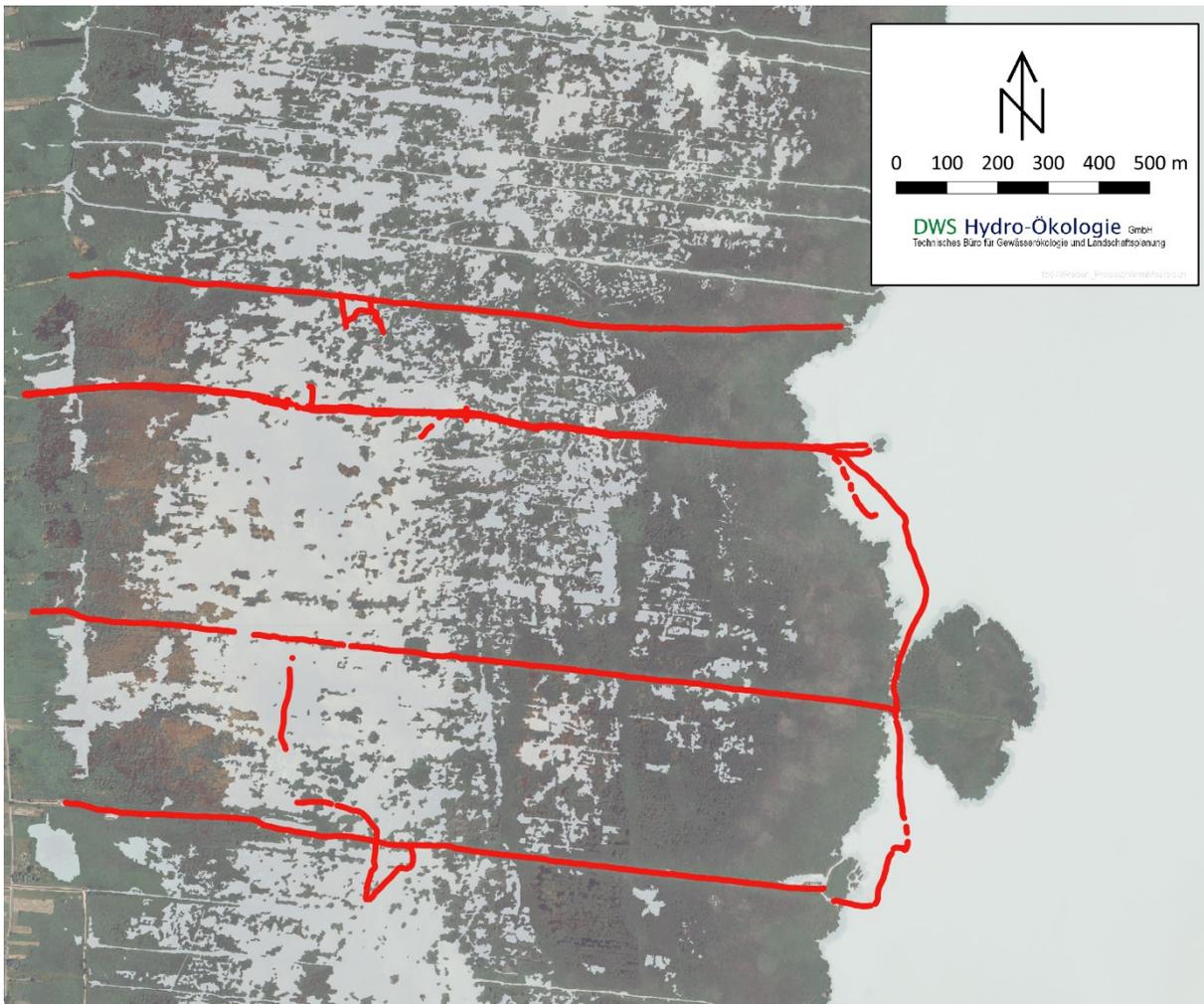


Abb. 18. Messspur (GPS-Track) Testgebiet Mörbisch. © Normalfarbennorthofoto GeoDaten Burgenland (<https://geodaten.bgl.d.gv.at>)

Figure 18. GPS track in the test area of Mörbisch. © ortho image GeoDaten Burgenland (<https://geodaten.bgl.d.gv.at>)



Abb. 19. Messspur (GPS-Track) Testgebiet Wulka. © Normalfarbennorthofoto GeoDaten Burgenland (<https://geodaten.bgld.gv.at>)

Figure 19. GPS track in the test area of Wulka. © ortho image GeoDaten Burgenland (<https://geodaten.bgld.gv.at>)

5 SCHILF- UND SEDIMENTBEWIRTSCHAFTUNG

REED AND SEDIMENT MANAGEMENT

von Georg WOLFRAM

5.1 Einleitung

Introduction

Die Schilf- und Sedimentbewirtschaftung umfasst ein weites Feld unterschiedlicher anthropogener Eingriffe im Schilfgürtel, in größeren Buchten, aber auch Hafenanlagen. Allen gemeinsam ist der Zweck der wirtschaftlichen Nutzung oder der Nutzbarmachung für menschliche Aktivitäten. Unter dieser Klammer werden die verschiedenen Bewirtschaftungsformen in diesem Bericht zusammengefasst, auch wenn sie nicht unmittelbar zusammenhängen.

Es werden im Folgenden behandelt:

- Schilfschnitt
- Brandmanagement
- Ertüchtigung von Schilfkanälen
- Schlammabaggerungen

Nicht berücksichtigt werden hydrologische Eingriffe mit indirekten Auswirkungen auf Schilfstruktur und Sediment.

Generell wurden im Rahmen des Projekts REBEN keine eigenen Aufnahmen zu den genannten Bewirtschaftungsformen durchgeführt. Der Grund, warum sie dennoch im Endbericht berücksichtigt werden, liegt darin, dass die Zusammenfassung des Status quo und die Darstellung der aktuellen Nutzungen einen wesentlichen Ausgangspunkt für die Erstellung des Managementplans darstellen.

5.2 Schilfschnitt und Schilfernte

Reed cutting and harvesting

5.2.1 Historische Entwicklung und Nutzung von Schilf

Historical development and use of reed

Das Schilf am Neusiedler See wird seit jeher von der ansässigen Bevölkerung genutzt und wurde entweder als grünes Schilf Mitte Juni bis Ende Juli oder als trockene Schilfhalme im Winter geerntet. Die Ernte des Grünschilfs erfolgt vom Land aus, in der Regel wenige 100 m in den Schilfgürtel hinein. Die Wintermahd wurde bei Fehlen einer ausreichend dicken Eisdecke vom Boot aus, sonst über Eis mit sog. Stoßschlitten durchgeführt. Heute kommen eigene Schilfschneide-Maschinen zum Einsatz (Knoll 1986).



Abb. 20. Schilfernte im Jahr 1935 (Foto aus Austria-Forum (2020)).

Figure 20. Finished reed sheafs (photo from Austria-Forum (2020)).

Genutzt wurde das Schilf teilweise als Einstreu in Ställen, auch als Futter für das Vieh, teilweise als Baustoff und für die Dächer von Scheunen und Häusern. Das nicht genutzte Schilf wurde in der Regel abgebrannt, oftmals im Frühjahr nach der Erntesaison, was frühzeitig zu Konflikten mit dem Naturschutz führte.

Bis Mitte des 20. Jhdt.s nahm die Bedeutung der Bauindustrie als Abnehmer und damit als Arbeitgeber in der Region zu. Mit der zunehmenden Erschließung anderer Materialien sank jedoch die Nachfrage, sodass es in den 1960er Jahren zu einem regelrechten Einbruch der Schilfbewirtschaftung am See kam. Der Niedergang setzte sich in den Folgejahren fort, da auch zunehmend weniger Herden im Gebiet gehalten wurden, für die das Schilf als Futter oder Einstreu genutzt hätte werden können. Als Baustoff wurde Schilf in den letzten Jahren vor allem nach Holland, Deutschland, Dänemark und England exportiert (Wimmer *et al.* 2012), die exportierten Mengen nahmen aber in den letzten Jahren vor allem aufgrund zunehmender Billigkonkurrenz aus China deutlich ab (ORF Burgenland 2015). Zudem erschweren die zunehmend warmen Winter eine wirtschaftliche Ernte auf

größeren Flächen. Für die 1980er Jahre führt Knoll (1986) 7 Betriebe an, die mit der Ernte und Weiterverarbeitung von Schilf beschäftigt waren. Nach Suske *et al.* (2011) gab es 2010 zehn Haupterwerbsbetriebe, die vom Schilfschnitt lebten, im Jahr 2012 sank die Anzahl auf 2–3 Haupterwerbsbetriebe. Heute ist nur mehr 1 Unternehmen am Neusiedler See als Schilferntebetrieb tätig (K. Maracek mündl. Mitt.).

In jüngerer Zeit wurden Bemühungen unternommen, das Schilf des Neusiedler See vermehrt thermisch zu nutzen (H. Rojacz, mündl. Mitt.). Die Eignung und die Vermarktungsmöglichkeiten wurden im Rahmen des Forschungsprojekts ENEREED an der FH Pinkafeld untersucht. Im Vordergrund stand die Nutzung als Brennstoff in der Zementproduktion und in Form von Schilfpellets für die häusliche Kleinkesselanlage (energie:bau 2012; ORF Burgenland 2010). Ein Fernwärme-Projekt in der Gemeinde Neusiedl scheiterte jedoch am Widerstand der Bevölkerung (K. Maracek, mündl. Mitt.).



Abb. 21. Schilfernte am Neusiedler See im Jänner 2015 (Foto aus ORF Burgenland (2015)).

Figure 21. Reed harvesting at Lake Neusiedl in January 2015 (photo from ORF Burgenland (2015)).



Abb. 22. Aufgeschichtete Schilfgarben (Foto: E. Handler aus MeinBezirk (2017)).

Figure 22. Finished reed sheafs (photo: E. Handler from MeinBezirk (2017)).

5.2.2 Derzeitige Schilferntemethode

Current method of reed harvesting

Das Schilf wird derzeit zumeist mittels selbstfahrender Erntemaschinen geerntet, die oft von den Unternehmen selbst entwickelt und gebaut wurden (z.B. Fa. Sumalowitsch, Wimmer *et al.* (2012)). „An der Maschine erfolgt eine Vorreinigung (Blattentfernung), anschließend wird das Schilf in Bündeln auf der Ladefläche abgelegt, die anschließend zu einem Großbund abgebunden werden. Im Lager erfolgt eine Sortierung des Schilfs, wobei die dünnhalmigen Fraktionen zu Bündeln von 60 cm abgelegt werden. Diese werden exportiert und finden als Dachdeckschilf Anwendung. Halme mit größeren Durchmessern werden zu Schilfrohrplatten verarbeitet. Krummhalmiges Schilf wird entweder zu Schilfhäckseln weiterverarbeitet oder entsorgt“ (aus: Wimmer *et al.* (2012)).

Eine der zentralen Forderungen von Seiten des Naturschutzes ist die Entwicklung schonender Erntemaschinen (Korner *et al.* 2014; Suske *et al.* 2011). Ein Projekt, das sich den verschiedenen Optionen der Schilfernte widmet, ist derzeit in Fertigstellung.

5.2.3 Ernteflächen

Harvesting areas

Grundsätzlich erfolgt die Schilfmahd am Neusiedler See auf Grundlage einer Vereinbarung zwischen den Ernte-Unternehmen und den Grundeigentümern, zudem nach zeitlichen Vorgaben von Seiten des Naturschutzes.

Nach Aussagen des derzeit noch tätigen Ernteunternehmens wurden vor etwa 10 Jahren von der potenziell nutzbaren Schilffläche auf österreichischer Seite (rund 100 km²) nur mehr rund 9 km² geerntet. Als Zielvorstellung wurde in den Medien eine Schilfernte auf einer Fläche von 30–50 km² kolportiert (ORF Burgenland 2010).

Die Erntemenge wird von Knoll (1986) für die 1980er Jahre mit 10.000 t pro Saison angegeben; in den 1960er Jahren lag die jährliche Erntemenge durchaus auch doppelt so hoch. Nach Gunatilaka (1986) wurden in diesem Zeitraum rund 10% der Schilfflächen geerntet; mehr wäre nicht wirtschaftlich gewesen. Die Menge wird vom Autor mit 15.000 t angegeben.

Eine aktuelle Übersicht über die jährlich geernteten Flächen geben Korner *et al.* (2014). Die Daten beruhen auf Befliegungen und Auswertungen von Luftbildern. Nach diesen Aufzeichnungen wurden auf österreichischer Seite im Zeitraum 2004/05 – 2012/13 rund 10–25% aller Schilfflächen (ca. 102 km²) geschnitten, somit rund 10–25 km². Die Flächen, die zumindest einmal innerhalb dieses Zeitraums geschnitten wurden, umfassten 41% oder 46 km² der gesamten Schilffläche im österreichischen Teil des Sees (Korner *et al.* 2014)

bzw. ca. 53% der Flächen (in Österreich) außerhalb des Nationalparks (Suske *et al.* 2011). Bemerkenswert ist die Korrelation der jährlichen Schnittflächen mit dem Wasserstand. Korner *et al.* (2014) stellten fest, dass es bei niedrigem Wasserstand zu einer massiven Ausdehnung der Schnittflächen kommt. Die ungleiche Verteilung der Schnittflächen führt dazu, dass bestimmte Flächen jährlich, andere überhaupt nie gemäht werden. Daher kommt es an manchen Standorten zu einer markanten Überalterung der Schilfbestände (>30 Jahre), die sich bereits negativ auf Bestandszahlen mancher Vogelarten auswirkt.

Auf ungarischer Seite wurde die Schilfernte in der Saison 2018/2019 vollständig eingestellt (K. Maracek, mündl. Mitt.). Zur Praxis in den Jahren davor siehe Korner *et al.* (2014). Pannonhalmi (1984) gibt die durchschnittliche Menge des auf ungarischem Gebiet in den 1970er und 1980er Jahren entnommenen Schilfs mit 13 846 t/a an.

5.2.4 Auswirkungen der Schilfernte

Impacts of reed harvesting

Als eines der Hauptprobleme der Schilfernte wurde früh die flächige Zerstörung von Rhizomen durch die schweren Erntemaschinen erkannt. Wird das Schilf im Winter sehr knapp über dem Eis geschnitten und steigt der Wasserstand nach dem Auftauen stark an, so kann Wasser in die Halme eindringen, das Schilf nachhaltig schädigen und letztlich flächig zum Absterben bringen (Burian *et al.* 1986; Gunatilaka 1986).

Auch Korner *et al.* (2014) heben die Schäden durch die Schilfernte hervor, die teilweise auf Jahrzehnte zurückliegende Eingriffe zurückgehen und langfristig zum Absterben von Schilfbeständen führen. Die größeren offenen Wasserflächen im inneren Schilfgürtel belaufen sich derzeit (Stand 2014/2015) auf ca. 16% des gesamten Schilfgürtels auf österreichische Seite. Csaplovics & Schmidt (2011b) belegen eine Zunahme der offenen Wasserflächen im Schilfgürtel, die mit diesem erntebedingten Schilfsterben in Zusammenhang stehen könnten. Daneben gibt es aber auch Hinweise auf ein natürliches Absterben von Schilfbeständen ohne menschliches Zutun (Korner *et al.* 2014).

Neben den unmittelbaren strukturellen Veränderungen und Schäden hat die Schilfernte mit der derzeitigen Methode potenziell auch Auswirkungen auf die Nährstoffumsätze. Je nach Rahmenbedingungen kann Schilfernte zu einem Austrag von Nährstoffen beitragen oder aber eine verstärkte Mobilisierung von sedimentgebundenen Nährstoffen bewirken (Gunatilaka 1986; Hu *et al.* 2010; Kiedrzyńska *et al.* 2008). Vymazal *et al.* (2010) beschreiben auch eine Netto-Reduktion von Spurenelementen als Folge mehrmaliger Ernten in einem Jahr. Am Neusiedler See sind vor allem die Studien von Gunatilaka (1985; 1986) von Interesse. Der Autor wies auf das Problem einer Nährstoffverarmung im Falle eines intensivierte Sommerschnitts des Schilfs hin.

5.3 Brandmanagement

Fire management

5.3.1 Aktuelle Praxis zum Brandmanagement

Current practice of reed fire management

Früher wurde das Schilf am Neusiedler See regelmäßig von Schilfschneidern abgebrannt, um im kommenden Jahr junges und damit qualitativ hochwertiges Schilf ernten zu können (Knoll 1986). Diese Praxis wird seitens des Naturschutzes grundsätzlich begrüßt, da mit einem kontrollierten Brandmanagement eine Reduktion von (aus ornithologischer Sicht nicht gewünschtem) Altschilf erreicht werden kann (Csaplovics *et al.* 2014a; Korner *et al.* 2014; Suske *et al.* 2011).

Den Interessen von Schilfschneidern und Naturschutz steht die Sorge um eine unkontrollierte Ausbreitung des Feuers entgegen. In manchen Bereichen am Neusiedler See wurden breite Schneisen geschlagen, um das Risiko der Ausbreitung eines allfälligen Feuers gering zu halten, so z.B. bei Rust im Bereich der sog. Romantikersiedlung in Form eines ca. 20-30 m breiten Kanals. Auch in den aktuellen Planungen für die Umgestaltung des Seebads Breitenbrunn gibt es entsprechende Überlegungen (K. Maracek, mündl. Mitt.).

Davon abgesehen führt ein Brand von Schilf zu einer erhöhten Feinstaubbelastung. Nicht zuletzt aus diesen Gründen (siehe nachfolgender Abschnitt) wurde ein aktives Brandmanagement am Neusiedler See in den letzten 20 Jahren nicht mehr durchgeführt.

5.3.2 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Legal framework

Das Burgenländische Naturschutz- und Landschaftspflegegesetz (LGBl.Nr. 27/1991 idgF) sieht in § 14 allgemeine Schutzbestimmungen zum Schutz wildwachsender Pflanzen sowie freilebender, nicht als Wild geltender und nicht dem Fischereirecht unterliegender Tiere vor. Insoweit es zur Erhaltung deren Lebensraumes erforderlich ist, hat die Landesregierung durch Verordnung festzulegen, inwieweit im gesamten Landesgebiet oder in bestimmten Landesteilen für welchen Zeitraum und in welchem Umfang das Abbrennen von Trockenrasen, Wiesen, Schilf- und Röhrichtbeständen, Böschungen und Felddrainen verboten ist (§ 14 Abs 3 lit b).

Dies wurde mit der **Allgemeinen Naturschutzverordnung 1992** (LGBL Nr. 24/1992) konkretisiert. Nach § 3 ist das Abbrennen von Wiesen, Böschungen und Felddrainen in der Zeit von 2. März bis 30. September sowie von Schilf- und Röhrichtbeständen in der Zeit von 2. März bis 30. September verboten. Es besteht demnach nach dieser Verordnung kein generelles Verbot des Abbrennens von Schilf.

Auf der Website des Landes Burgenland (Land Burgenland 2020) wird ergänzend festgehalten:

„Pfleßmaßnahmen von standortgerechten, einheimischen Buschwerken, Hecken, Feldgehölzen und der Bachbegleit- und Ufervegetation sowie die notwendige Instandhaltung und Wartung von behördlich genehmigten Anlagen sowie die Instandhaltung von Uferbereichen sind von den Verboten ausgenommen und nur in der Zeit vom 1. Oktober bis 1. März erlaubt.“

Die Behörde (in Natura-2000-Gebieten die Landesregierung) ist mindestens 3 Wochen vor Durchführung von den geplanten Maßnahmen des Abbrennens von Schilf- und Röhrichtbeständen ... zu verständigen.“

Demgegenüber wird im **Bundesluftreinhaltegesetz** (BGBl. I Nr. 137/2002) festgelegt:

§ 3 Abs 1: Sowohl das punktuelle als auch das flächenhafte Verbrennen von Materialien außerhalb dafür bestimmter Anlagen ist verboten.

Neben für die ggst. Fragestellung nicht relevanten Ausnahmen in § 3 Abs 4 ermächtigt das Bundesluftreinhaltegesetz in § 3 Abs 5 die Bezirksverwaltungsbehörde, „auf Antrag mit Bescheid zeitliche und räumliche Ausnahmen vom Verbot gemäß § 3 Abs 1 für das Verbrennen von biogenen Materialien gemäß Abs 4 Z 1“ zuzulassen.

Dies erfolgte im Burgenland mit der **Burgenländischen Verbrennungsverbots-Ausnahme-Verordnung** (Bgl. VVAV, LGBl. Nr. 28/2011). In § 1 Bgl. VVAV werden zeitliche und räumliche Ausnahmen vom Verbot des Verbrennens biogener Materialien festgelegt, unter anderem das Abbrennen von Stroh auf Stoppelfeldern (unter bestimmten Voraussetzungen). Schilfflächen sind in der Bgl. VVAV nicht ausgenommen. Es gilt also derzeit das Verbot des Abbrennens von Schilfflächen gemäß Bundesluftreinhaltegesetz.

5.3.3 Schilfbrände in den letzten 20 Jahren

Reed fires during the last 20 years

Einen größeren Brand am Neusiedler See gab es 2001 in der Ruster Bucht; er war durch Blitzschlag ausgelöst worden (K. Maracek, mündl. Mitt.). Angaben zur Fläche liegen nicht vor. Knoll (1986) führt für länger zurückliegende Brände aus den Jahren 1984 und 1985 Flächen von 12 bzw. 9 km² an. Laut Wikipedia kam es in der Vergangenheit vor allem in Hinblick auf die Verjüngung des Schilfs zur besseren Nutzung bei der Ernte „immer wieder dazu, dass alte Schilfbestände gesetzeswidrig in Brand gesteckt wurden, um Flächen für junges Schilf zu erhalten“ (Wikipedia 2020). Auch dazu fehlten konkrete Angaben und Belege.

In jüngster Zeit (April 2020) brannte in der Gemeinde Illmitz ein 107 ha großes Areal. Der Brand wurde mit Black-Hawk-Hubschraubern bekämpft, welche das Feuer mit knapp 300 000 Litern Löschwassern (aus dem See) eindämmen und löschen konnten (Abb. 23 bis Abb. 25).



Abb. 23. Brandfläche im Schilfgürtel der Gemeinde Illmitz im April 2020.

Figure 23. Burnt area in the reed belt of the municipality of Illmitz in April 2020.



Abb. 24. Schilfbrand im Bereich Illmitz im April 2020 (Fotos: © ORF Burgenland).

Figure 24. Reed fire in Illmitz in April 2020 (photos: © ORF Burgenland).



Abb. 25. Schilfbrand im Bereich Illmitz im April 2020 (Foto: © ORF Burgenland).

Figure 25. Reed fire in Illmitz in April 2020 (photo: © ORF Burgenland).

5.4 Ertüchtigung von Schilfkanälen

Restoration of reed channels

Schilfkanäle wurden über Jahrzehnte hinweg vor allem von Seiten der Fischerei regelmäßig „gepflegt“, d.h. einerseits durch den Bootsbetrieb, andererseits durch kleinere Schneidemaßnahmen freigehalten. Die heutige Form der Ertüchtigung von Schilfkanälen geht auf späten 1990er Jahre zurück.

Die Arbeiten werden seit etlichen Jahren von der Fa. Pasterer mittels eines speziellen Schilfschneidegeräts, genannt „Amphicut“, durchgeführt. Das 35 t schwere Amphibienfahrzeug wurde auch tatsächlich in den 1980er Jahren zur Schilfernte konzipiert und eingesetzt, dient mittlerweile aber ausschließlich zur Revitalisierung der Kanäle (ORF Burgenland 2010). Dieser erfolgt im Rahmen der laufenden Instandhaltungsmaßnahmen (K. Maracek, mündl. Mitt.).

Der Amphicut bewegt sich auf zwei Stahlrohren fort, an denen sich außenseitig Gewinde befinden. Durch die Drehrichtung der beiden Schneckenwellen kann der Fahrer – ähnlich wie bei einem Panzer mittels der Ketten – die Fahrtrichtung und das Tempo bestimmen. Am Bug befindet sich die Fahrerkabine, im Bereich des Hecks wurde der Drehturm eines Baggers montiert. Als Arbeitsmaschine ist das Tempo des Amphicut begrenzt: Auf offener Wasserfläche beträgt die Höchstgeschwindigkeit acht Stundenkilometer (ORF Burgenland 2010).

Der Zeitraum der Kanalerertüchtigungen ist auf die kalte Jahreszeit beschränkt (Oktober bis Ende Februar), um Arbeiten im Schilfgebiet während der Brutzeit zu vermeiden (Vorgabe seitens Naturschutz). An weiteren gesetzlichen Regelungen ist die Schiffverkehrsordnung zu berücksichtigen.





Foto: Amt der Bgld. Landesregierung

Abb. 26. Der „Amphicut“ zur Ertüchtigung von Schilfkanälen. Fotos aus Anon. (2010) und ORF Burgenland (2010).

Figure 26. The “Amphicut” for restoration of reed channels. Photos from Anon. (2010) and ORF Burgenland (2010).

In einem Beitrag des ORF Burgenland vom 18.08.2010 wird seitens des früheren Seebeauftragten des Landes Burgenland die Gesamtlänge der jährlich freigelegten Kanäle mit 8 bis 12 km pro Jahr angegeben, somit rund 150 bis 170 km in den letzten Jahren (bis 2010). Sie müssen alle fünf bis sieben Jahre erneut reaktiviert werden, da sie sonst zuwachsen (Anon. 2010; ORF Burgenland 2010).

Tabelle 1 fasst die Angaben der seit 2004/2005 gebaggerten Schilfkanäle nach der Länge und Anzahl an Teilstrecken zusammen (Datenquelle: Amt der Bgld. Landesregierung, Abt. 5). Demnach wurden seit der Wintersaison 2004/2005 über 230 km Schilfkanäle ertüchtigt. Im Mittel betrug die Länge der pro Jahr ausgebaggerten Kanäle 16,6 km. Die Arbeiten betrafen 255 Teilabschnitte, somit rund 18 pro Jahr. Abb. 27 zeigt die räumliche Verteilung und das Ausmaß der Kanalertüchtigungen in den letzten 14 Jahren.

In der derzeitigen Form der Kanalertüchtigungen erfolgt die Ablagerung der ausgebaggerten Sedimente entlang der Kanäle in Form von Dämmen, welche keinen Wasseraustausch zwischen dem Schilfkanal und allenfalls angrenzenden Wasserflächen ermöglichen. Im Gegensatz dazu wurde bei umfangreichen Kanalbaggerungen im ungarischen Teil des Schilfgürtels versucht, durch regelmäßig Einschnitte in die Längsdämme einen vermehrten Wasseraustausch zu ermöglichen. Eine ähnliche Vorgabe wurde zuletzt auch mit dem österreichischen Baggerunternehmen vereinbart.

Andere Optionen wie eine gleichmäßige Verteilung der entnommenen Sedimente über eine größere Fläche wurden diskutiert, aber nach aktuellem Wissensstand bislang nicht

umgesetzt. Eine Deposition im Schilfgürtel erfolgte bislang nur in einem Fall (Gemeinde Podersdorf). Eine vollständige Entnahme aus dem See und eine Deposition in Flächen außerhalb des Seebeckens ist aus finanziellen Gründen bislang nicht verfolgt worden (Karl. Maracek, pers. Mitt.).

Tabelle 1. Länge der ertüchtigten Schilfkanäle und Anzahl der betroffenen Teilstrecken seit der Wintersaison 2004/2005.

Table 1. Length of restored reed channels and number of sections since the winter 2004/2005.

Jahr	Gesamtlänge [km]	Teilstrecken
2004/2005	22,5	28
2005/2006	18,8	14
2006/2007	24,0	28
2007/2008	11,1	18
2008/2009	4,4	3
2009/2010	20,5	34
2010/2011	14,8	19
2011/2012	40,3	34
2013/2014	26,1	28
2014/2015	4,9	6
2015/2016	32,2	28
2016/2017	3,3	3
2017/2018	6,9	6
2018/2019	2,9	6
Summe	232,6	255

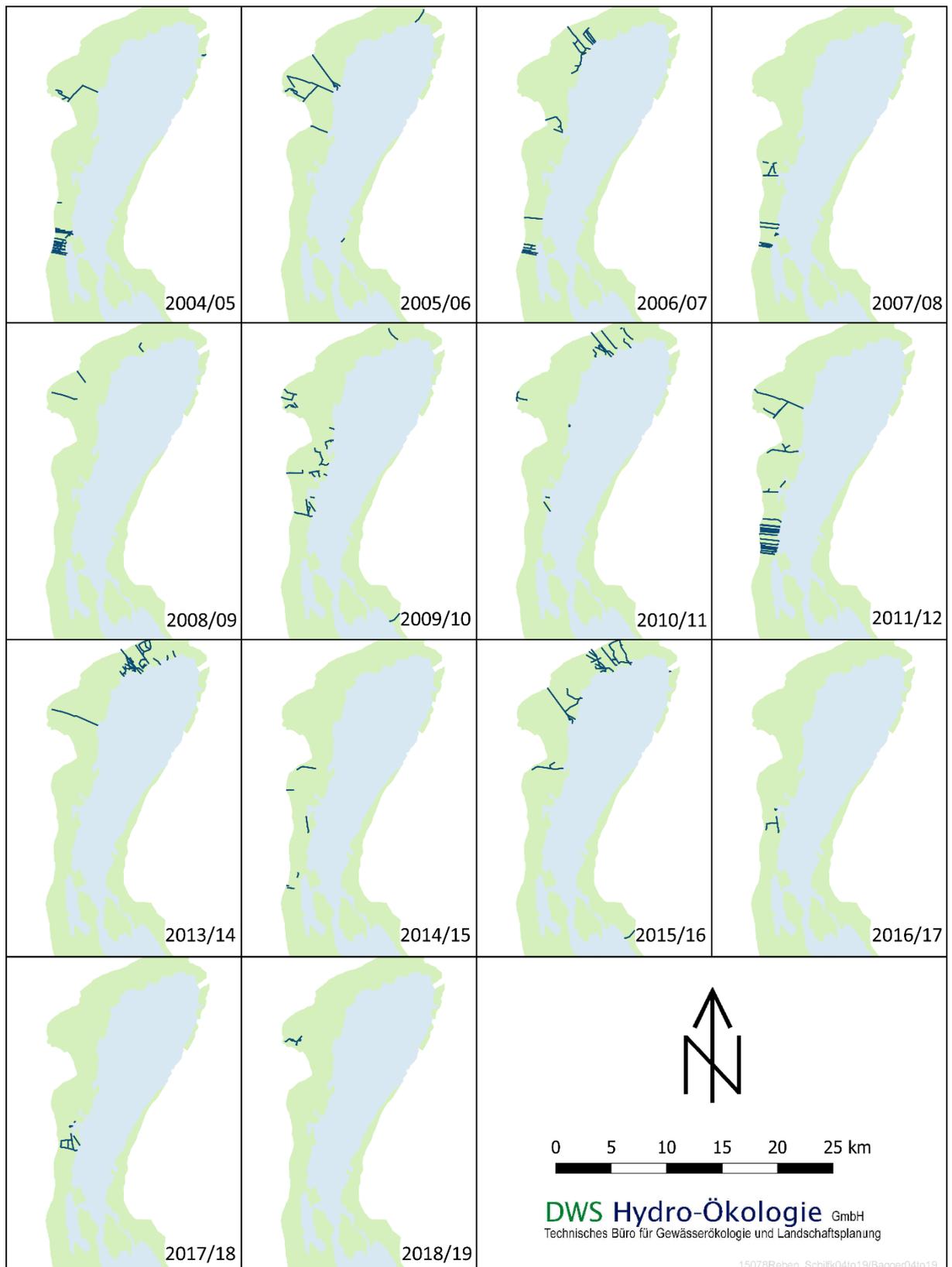


Abb. 27. Kanalertüchtigungen im österreichischen Teil des Schilfgürtels des Neusiedler Sees in den Saisonen 2004/2005 bis 2018/2019. Datenquelle: Amt der Bgld. Landesregierung.

Figure 27. Restoration of reed channels in the Austrian part of the reed belt of Lake Neusiedl during the seasons 2004/2005 to 2018/2019. Data source: Office of the Provincial Government of Burgenland.

5.5 Schlammabaggerungen

Sediment dredging

5.5.1 Datenquelle

Data source

Im Gegensatz zu den, im vorangegangenen Abschnitt behandelten Ertüchtigungen von Kanälen wird bei Schlammabaggerungen am Neusiedler See effektiv Sediment aus dem Gewässer entnommen. Informationen zu Schlammabaggerungen wurden vom Amt der Bgld. Landesregierung, Abt. 5 Baudirektion, erhoben (A. Papajanopoulos, schriftl. Mitt. vom 29.04.2020, GZ: A5/GEW.NEU-10020-6-2020). Die Auflistung der Originaldaten findet sich im Anhang (Kap. 7.3).

Die Daten enthalten alle Schlammabaggerungen der letzten 15 Jahre und wurden anhand der im Wasserbuch aufliegenden wasserrechtlichen Bewilligungsbescheide erhoben. Nicht bewilligte Schlammabaggerungen sind daher nicht berücksichtigt. Es liegen Daten aus den Gemeinden Mörbisch, Rust, Breitenbrunn, Jois, Neusiedl, Weiden und Podersdorf vor. Keine Angaben zu Baggerungen gibt es aus Oggau, Schützen/Geb., Purbach, Illmitz und Apetlon, allerdings ist anzunehmen, dass aus diesen Gemeinden lediglich keine Angaben ins Wasserbuch aufgenommen wurden. Auf der Website der Firma Böhm wird beispielsweise als Referenz eine Baggerung aus Illmitz angeführt (Böhm Transporte 2020).

Die Auflistung der Baggerungen ist nach Gemeinde aufgeschlüsselt und beinhaltet Angaben zu Zeitraum (1–3 Jahre), die Grundstücksnummer, die Zahl des wasserrechtlichen Bescheids, das Bescheiddatum und die entnommene Schlammmenge.

Die für die ggst. Arbeit interessanteste Angabe ist jene zum entnommenen Schlammvolumen (als Nassvolumen in m³), wobei diese Angabe nur in 16 der insgesamt 28 Angaben vorliegt. Von den 14 verbliebenen Datensätzen ist teilweise die bearbeitete Fläche angegeben, teilweise das Volumen in Trockensubstanz, in fünf Fällen fehlt jegliche Angabe. Zur Abschätzung der gesamten entnommenen Schlammmenge wurden folgende Annahmen getroffen:

- Bei Angabe der Fläche: durchschnittliche Baggertiefe 70 cm
- Bei Angabe der Trockensubstanz: durchschnittlicher Wassergehalt 80%
- Bei fehlenden Angaben: Median der verfügbaren Kubaturen

Unter diesen Annahmen wurde die gesamte Kubatur (als Nasssediment) in den sieben oben angeführten Gemeinden für den gesamten Zeitraum abgeschätzt und aufsummiert.

5.5.2 Methode der Schlammabgrabung

Method of sediment dredging

Schlammabgrabbungen finden im Neusiedler See in Form von Saugabgrabbungen statt. Die meisten Arbeiten dazu wurden in den letzten Jahren von der Firma Böhm durchgeführt (Böhm Transporte 2020). Dabei wird eine Schwimmleitung vom Saugabgraber bis Ufer und von dort zu einem außerhalb des Sees gelegenen Absetzbeckens verlegt. Die Saugleistung beträgt rd. 200-300 m³/h. Das Ausmaß der Abgrabung bedarf einer wasserrechtlichen Bewilligung. Die Erfassung der zur Abgrabung geplanten Schlammkubatur und eine allfällige Nachkontrolle erfolgt durch das ausführende Unternehmen (H. Rojacz, mündl. Mitt.).

Die Absetzbecken sind vor der nächsten Füllung zu entleeren. Der getrocknete Schlamm kann nach Auskunft des früheren Seebeauftragten (H. Rojacz, mündl. Mitt.) entweder auf landwirtschaftliche Flächen aufgebracht oder deponiert werden.

Als Beispiel für ein Absetz- oder Schlammspülbecken ist jenes der Freistadt Rust anhand von Bildern von Google Earth in Abb. 29 dargestellt. Das Becken wurde 2003 wasserrechtlich bewilligt (Bescheid vom 15.12.2003, GZ: 5-W-A3158/6-2003) und 2004 mit einem Gesamtvolumen von 20 000 m³ errichtet. Das Becken besteht aus zwei Teilbecken, welche über eine Rohrleitung verbunden sind. Beide Teilbecken haben einen Auslaufmönch an der Ostseite zur Entleerung des Beckens in den See. Heute ist das Absetzbecken dicht mit Schilf bewachsen.



Abb. 28. Schlammabgrabung im Segelhafen Breitenbrunn im Februar 2014. Foto: ORF Burgenland (2020).

Figure 28. Dredging in the marina of Breitenbrunn in February 2014. Photo: ORF Burgenland (2020).



Abb. 29. Schlammabsetzbecken am Ortsrand der Freistadt Rust nach Errichtung (links) und Ende April 2012 (rechts). Quelle: Google Earth.

Figure 29. Sludge deposition pond at the outskirts of Freistadt Rust after the construction (left) and end of April 2012 (right). Source: Google Earth.

Als alternatives Konzept bietet die Firma Böhm die Schlammentsorgung mit geotextilen Entwässerungsschläuchen an. Nach Angaben des Unternehmens sind diese sog. Geotubes umwelttechnisch unbedenklich; die Menge für die Deponierung wird optimiert und das klare Wasser fließt entschlammte zurück (Böhm Transporte 2020). Diese Methode wurde am Neusiedler See bislang nur vereinzelt (z.B. in Neusiedl) eingesetzt (H. Rojacz mündl. Mitt.).



Abb. 30. Geotubes zur Entwässerung von entnommenem Sediment. Foto: Böhm Transporte (2020).

Figure 30. Geotubes for dewatering the sediment. Photo: Böhm Transporte (2020).

5.5.3 Status quo und entnommene Schlammengen seit 2005

Status quo and amount of sediment removal since 2005

Grundsätzlich sind die Baggerungen auf Häfen und Yachtanlagen beschränkt. Die Angaben im Wasserbuch beinhalten neben der Grundstücksnummer vereinzelt konkrete Angaben wie

- Bereich 5er Steg und Außenmole (Breitenbrunn)
- Inselwelt (Jois)
- Refugium, Kanäle (Neusiedl)
- Yachtclub (Rust)
- Seepark Bauteil II, Halbinsel V (Weiden)

Nach Angaben der Abt. 5 Baudirektion erfolgten in den letzten 15 Jahren – auch in Abstimmung bzw. nach Vorgabe von Seiten des Naturschutzes – keine Baggerungen in natürlichen Buchten. Es gibt allerdings von Seiten mancher Grundeigentümer – vor allem in Bereichen, in denen eine intensive Nutzung durch Badebetrieb und Segelsport gegeben ist – Bestrebungen, auch in natürlichen Buchten Baggerungen durchzuführen, um die zunehmende Verlandung zu verhindern.

Die Volumina der Schlammabaggerungen sind nachfolgend in Tabelle 2 zusammengefasst. Es ist zu betonen, dass es sich hier nicht um die tatsächlich entnommenen Schlammengen handelt, sondern um die bescheidmäßig bewilligten. Die Bewilligung reicht in einem Fall bis 2021, d.h. die Entnahme könnte demnach noch nicht zur Gänze realisiert sein.

Soweit bekannt, erfolgte teilweise nach den Baggerungen eine grobe Kontrolle der entnommenen Mengen durch das Unternehmen, das die Baggerungen durchführte. Eine externe Kontrolle, z.B. durch Vermessung des gebaggerten Areals vor und nach der Baggerung, wurde bislang nicht durchgeführt.

Geht man dennoch grob davon aus, dass das entnommene Sediment in etwa auch der bescheidmäßig bewilligten Menge entspricht, so beläuft sich die Gesamtmenge des seit 2005, also in den letzten rd. 15 Jahren, entnommenen Sediments auf knapp 300 000 m³ (Tabelle 2), im Schnitt 20 000 m³ pro Jahr. Die größten Mengen wurden in Breitenbrunn und Neusiedl entnommen; aus Neusiedl/S. liegen auch die meisten Einzelbewilligungen (10) vor. Vor allem aufgrund der Baggerungen in den beiden genannten Gemeinden übersteigen die Sedimententnahmen der letzten acht bis zehn Jahre jene aus dem davorliegenden Zeitraum.

Tabelle 2. Gesamtkubatur der Schlammabaggerungen im Neusiedler See im Zeitraum 2004/2005–2020, aufgeschlüsselt nach den Gemeinden, aus denen entsprechende Angaben vorliegen.

Table 2. Total volume of sediment dredging in Lake Neusiedl from 2004/2005 to 2020, given for those municipalities where information on dredging is available.

Gemeinde	Gesamtvolumen [1.000 m ³]
Mörbisch am See	11,6
Rust	11,1
Breitenbrunn	80,0
Jois	9,0
Neusiedl am See	81,4
Weiden am See	55,8
Podersdorf am See	39,2
Gesamter See	288,1

Die Entwicklung der Schlammabaggerungen in den letzten eineinhalb Jahrzehnten ist grafisch in Abb. 31 dargestellt. Sehr vereinfacht wurden die im Wasserbuch angegebenen und die geschätzten Schlammengen auf die Jahre der Bewilligung aliquot aufgeteilt und pro Jahr aufsummiert. Kumulativ sind die Abaggerungen je Gemeinde in Abb. 32 dargestellt.

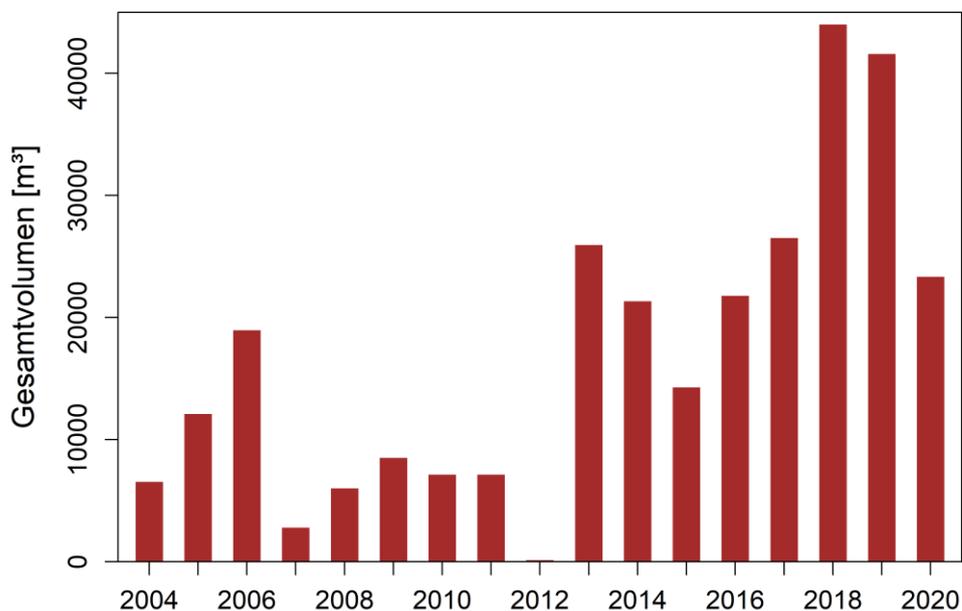


Abb. 31. Sedimentabaggerungen [als Gesamtvolumen in m³ Nasssediment] im Neusiedler See in den letzten 15 Jahren.

Figure 31. Sediment dredging [as total volume in m³ wet sediment] in Lake Neusiedl during the last 15 years.

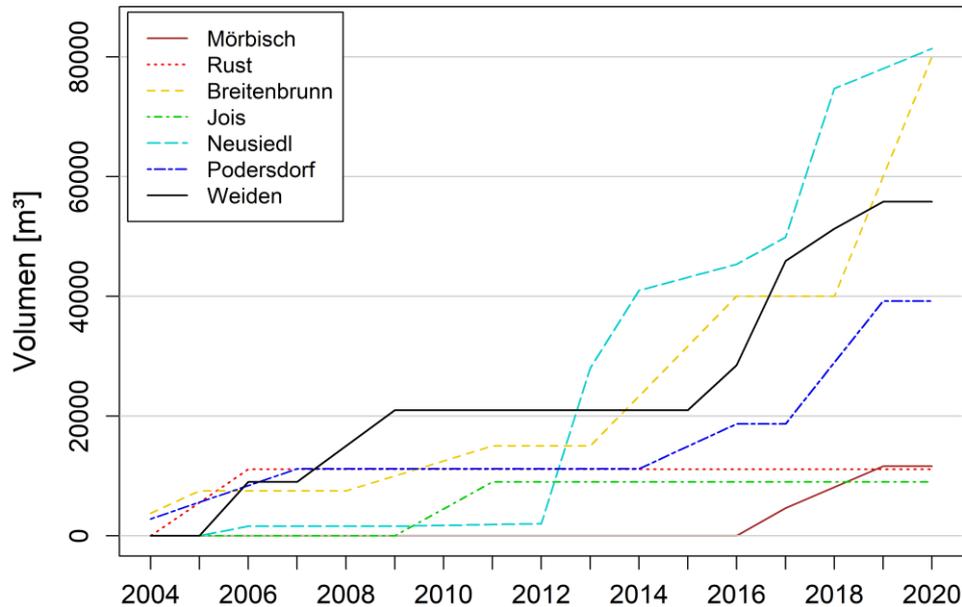


Abb. 32. Sedimententnahmen pro Gemeinde, kumulativ für den Zeitraum 2004/2005 bis 2020.

Figure 32. Sediment removal per municipality, cumulative plot for the period 2004/2005 to 2020.

Angabe zu den Kosten der Schlammabgagerung liegen nur vereinzelt vor. Gemäß ORF Burgenland (2020) wurden in Breitenbrunn im Februar 2014 rd. 30.000 m³ Schlamm entnommen, die Kosten betragen 200.000 EUR.

Eine Frage, die sich angesichts des finanziellen Aufwands stellt, ist jene nach der Nachhaltigkeit dieser Maßnahme. Im Vergleich zur Menge des im See befindlichen Sediments sind die Schlammengen gering. Eine gesicherte Gesamtab schätzung des Sedimentvolumens im Neusiedler See liegt zwar auch nach der Seevermessung im Rahmen des Projekts GeNeSee nicht vor (vgl. Kap. 3), der GeNeSee-Abschlussbericht beinhaltet aber zumindest eine Angabe zum Sedimentvolumen im offenen See (somit ohne Schilfgürtel!) (Univ. Bodenkultur 2016). Dieses beläuft sich (ohne Hansäg-Kanal) auf 54 668 000 m³, d.h. die im Zuge der Schlammabgagerungen entnommene Menge von durchschnittlich 20 000 m³ pro Jahr beträgt nur als 0,04%.

Zum Vergleich dazu werden in einem durchschnittlichen Jahr ohne größere Hochwasserereignisse rund 2 500 t Schwebstoffe (Trockenmasse) – und damit grob geschätzt rund 3 000 m³ – Sediment über die Wulka in den See bzw. den Schilfgürtel Höhe Breitenbrunn eingetragen. Die jährliche Neubildung von Calcit hingegen beläuft sich – ausgehend von einem jährlichen „Verlust“ an eingetragenem Calcium von rund 4 000 t (Gabriel *et al.* 2012; Wolfram & Herzig 2013) – ebenfalls sehr grob geschätzt auf >12 000 m³ Kalkschlamm.

Hier ist noch die organische Produktion in Betracht zu ziehen, die von Burian *et al.* (1986) nur für die oberirdische Produktion in Abhängigkeit vom Schilfschnitt mit rund 12–22 t Trockenmasse pro Hektar abgeschätzt wurde. Das entspricht rund 200–400 000 t pro Jahr für den gesamten Schilfgürtel, wovon ein Teil geerntet (rund 10 000 t, vgl. Kap. 5.2.3) und ein Teil des abgestorbenen Schilfs abgebaut wird, ein Teil aber auch im System verbleibt. Nachdem in dieser Abschätzung die unterirdische Produktion (Rhizome) noch gar nicht mit berücksichtigt ist, kann man davon ausgehen, dass die jährliche Entnahme von Sediment im Zuge der Schlammabaggerungen den jährlichen Eintrag plus Neubildung an Sediment nicht ausgleicht. Diese Zahlen sind nicht als Bilanz zum gesamten Feststoffhaushalt des Sees zu verstehen, sondern dienen lediglich dazu, die im Zuge der Baggerungen entnommenen Schlammengen in Relation zu anderen Bilanzgrößen zu setzen. Die Überlegungen berücksichtigen auch nicht die unterschiedlichen Depositionsorte, die eine Baggerung in einem bestimmten Bereich durchaus sinnvoll erscheinen lassen können. Weiterführende Überlegungen finden sich in Bericht 7 Synthese.

6 LITERATUR

LITERATURE

Anon., 2010. Die Lebensadern des Neusiedler Sees. Geschnatter (Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel) 3/2010.

Austria-Forum, 2020. Schilfernte am Neusiedlersee. https://austria-forum.org/af/Bilder_und_Videos/Historische_Bilder_IMAGNO/Burgenland/00282962
Accessed 6. Mai 2020.

Böhm Transporte, 2020. Gewässersanierung. <http://www.boehm-transport.com/leistungen/gewaessersanierung/> Accessed 6. Mai 2020.

Burian, K., R. Maier, H. Sieghardt, O. Hammer & G. Teuschl, 1986. Produktionsbiologische Untersuchungen an *Phragmites*-Beständen im geschlossenen Schilfgürtel des Neusiedler Sees. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 72:189-221.

Csaplovics, E., 1982. Interpretation von Farbinfrarotbildern - Schilfkartierung Neusiedler See. Geowiss Mitt (TU Wien) 23.

Csaplovics, E., 1989. Die geodätische Aufnahme des Bodens des Neusiedler Sees. Wiss Arb Bgld 84:68 pp.

Csaplovics, E., 2019. Der Schilfgürtel des Neusiedler Sees. Österr Wasser- und Abfallw 71:494-507.

Csaplovics, E., L. Bácsatyai, I. Márkus & A. Sindhuber, 1997. Digitale Geländemodelle des Neusiedler Seebeckens. Wiss Arb Bgld 97.

Csaplovics, E., G. Király, I. Korner, A. Lang, I. Márkus, E. Nemeth, V. Tóth, G. Wolfram & S. Zech, 2014a. Schilf - Schutz, Nutzung, Perspektiven. In Wolfram, G., L. Déri & S. Zech (eds) Strategiestudie Neusiedler See - Phase 1. Studie im Auftrag der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission, Wien - Szombathely, pp. 178-188.

Csaplovics, E., G. Király & I. Márkus, 2014b. Entwicklung des Schilfgürtels. In Wolfram, G., L. Déri & S. Zech (eds) Strategiestudie Neusiedler See - Phase 1. Studie im Auftrag der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission, Wien - Szombathely, pp. 36-42.

Csaplovics, E. & J. Schmidt, 2011a. Mapping the Austrian reed bed of Lake Neusiedl by means of airborne optical scanner imagery. Paper presented at the International Symposium on Advanced Methods of Monitoring Reed Habitats in Europe (Fernerkundung und angewandte Geoinformatik 9), Illmitz, 25-26 November 2010.

Csaplovics, E. & J. Schmidt, 2011b. Schilfkartierung Neusiedler See, Ausdehnung und Struktur der Schilfbestände des Neusiedler Sees-Projektmanagement, Erfassung und Kartierung des österreichischen Anteils durch Luftbildklassifikation. Projekt-Abschlussbericht, OeNB Burgenland, Eisenstadt, Dresden.

energie:bau, 2012. Schilf als Lieferant von Biomasse. <https://www.energie-bau.at/heizen-kuehlen/1367-schilf-als-lieferant-fuer-biomasse> Accessed 6. Mai 2020.

- Gabriel, O., K. Schilling, M. Zessner, M. Pannonhalmi, L. Sutheo, M. Kovács, I. Toth, A. Clement, T. Karches, F. Szilagyi, T. Kramer, J. Jozsa, G. Wolfram, K. Ruzicska & S. Hintermaier, 2012. Neusiedler See - Ökodynamische Rehabilitation. Betrachtungen zur Wasserqualität der Raab. Studie i.A. des Amts der Burgenländischen Landesregierung, Abteilung 9 – Wasser und Abfallwirtschaft, Wien, Budapest, Győr, 189 pp.
- Gunatilaka, A., 1985. Phosphatdynamik im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. BFB-bericht 55:105-106.
- Gunatilaka, A., 1986. Nährstoffkreisläufe im Schilfgürtel des Neusiedler Sees - Auswirkungen des Grünschnittes. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 72:223-310.
- Heine, E., W. Loiskandl, C. Briese, C. Eberhöfer & E. Csaplovics, 2016. Hydrographische Vermessung des Neusiedler Sees. VGI 104(1):9-24.
- Herzig, A. & M. Dokulil, 2001. Neusiedlersee - ein Steppensee in Europa. In Dokulil, M., A. Hamm & J.-G. Kohl (eds) Ökologie und Schutz von Seen. Facultas, Wien, 401-415.
- Hu, L., W. Hu, J. Deng, Q. Li, F. Gao, J. Zhu & T. Han, 2010. Nutrient removal in wetlands with different macrophyte structures in eastern Lake Taihu, China. *Ecol Eng* 36(12):1725–1732.
- Józsa, J., 2014. On the internal boundary layer related wind stress curl and its role in generating shallow lake circulations. *J Hydrol Hydromech* 62(1):16–23 doi:10.2478/johh-2014-0004.
- Józsa, J., T. Krámer, K. Homoródi, E. Napoli & S. J., 2008. Wind-induced hydrodynamics and sediment transport of Lake Neusiedl – Hungarian-Austrian-Finnish research cooperation from lake-wide to bay-wide scale. Research report, Budapest University of Technology and Economics, Department of Hydraulic and Water Resources Engineering, Budapest.
- Jungwirth, M., 1979. Currents. In Löffler, H. (ed) *Neusiedlersee - the limnology of a shallow lake in Central Europe Monographiae Biologicae 37*. Dr. W. Junk bv Publ., The Hague - Boston – London, 85-88.
- Kiedrzyńska, E., I. Wagner & M. Zalewski, 2008. Quantification of phosphorus retention efficiency by floodplain vegetation and a management strategy for a eutrophic reservoir restoration. *Ecol Eng* 33(1):15–25.
- Knoll, T., 1986. Der Schilfschnitt am Neusiedler See. Analyse einer Landschaftsnutzung und Landschaftsplanung.
- Koglbauer, I. & W. Loiskandl, 2015. Characterization of sediment layer composition in a shallow lake: From open water zones to reed belt areas. *Hydrology and Earth System Sciences* 19(3):1427-1438.
- Kopf, F., 1964. Höhenaufnahme des Neusiedler Sees (österreichischer Teil). Projektbericht. Neusiedler See Planungsgesellschaft, Wien.
- Kopf, F., 1967. Die Rettung des Neusiedler Sees. *Österreichische Wasserwirtschaft* 19(7/8).
- Korner, I., E. Nemeth, A. Ambrus, M. Dvorak, B. Kohler, A. Pellingner & G. Takács, 2014. Naturschutzaspekte am neusiedler See, im Seewinkel und im Hanság. In Wolfram, G., L. Déri

- & S. Zech (eds) Strategiestudie Neusiedler See – Phase 1. Studie im Auftrag der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission, Wien - Szobathely, pp. 92-123.
- Kováts, Z., 1982. A Fertő tó mederviszonyai (Das Seebecken des Neusiedler Sees) [ungarisch mit deutschsprachiger Zusammenfassung]. In Kováts, Z. & E. K. Tóth (eds) A Fertő-tó természeti adottságai (Naturverhältnisse des Neusiedler Sees) Országos Meteorológiai Szolgálat - Északdunántúli Vízügyi Igazgatóság. Budapest, pp. 14-43.
- Krámer, T. & J. Józsa, 2005. An adaptively refined, finite-volume model of wind-induced currents in Lake Neusiedl. *Periodica Polytechnica-Civil Engineering* 49(2):111-136.
- Land Burgenland, 2020. Allgemeine Naturschutzverordnung. Amt der Bgld. Landesregierung, Abt. <https://www.burgenland.at/themen/natur/naturschutz/rechtliche-grundlagen/allgemeine-naturschutzverordnung/> Accessed 6. Mai 2020.
- Márkus, I., 1986. Die Fernerkundung im Dienste der umweltbiologischen Untersuchung des Neusiedler See - Biosphärenreservates mittels Photointerpretation. *BFB-Bericht* 58:87-95.
- Márkus, I., G. Király & Z. Börcsök, 2009. Qualifikation und Klassifikation des Schilfgürtels des Neusiedler Sees (ungarischer Anteil). WHU, Sopron.
- MeinBezirk, 2017. Schilfernte am Neusiedlersee. https://www.meinbezirk.at/neusiedl-am-see/c-lokales/schilfernte-am-neusiedlersee_a2033989 Accessed 6. Mai 2020.
- ORF Burgenland, 2010. Amphicut. <https://bglv1.orf.at/stories/463408> Accessed 30.04. 2020.
- ORF Burgenland, 2015. Hochsaison für Schilfernte. <https://burgenland.orf.at/v2/news/stories/2691152/> Accessed 6. Mai 2020.
- ORF Burgenland, 2020. Spezialbagger saugt Schlamm aus. <https://burgenland.orf.at/v2/news/stories/2632212/> Accessed 6. Mai 2020.
- Pannonhalmi, M., 1984. Data to the nutrient balance of Fertőlake. *BFB-Bericht* 51:73-75.
- Stalzer, W. & G. Spatzierer, 1987. Zusammenhang zwischen Feststoff- und Nährstoffbelastung des Neusiedler Sees durch Sedimentverfrachtung. *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland* 77:93-226.
- Suske, W., G. Bieringer, T. Ellmauer, B. Gantner, A. Walcher, M. Pöcheim & B. Dabsch, 2011. Natura 2000 und Artenschutz - Empfehlungen für die Planungspraxis beim Bau von Verkehrsinfrastruktur. ASFINAG, Wien, 170.
- Szontagh, T. v., 1902. Untersuchungsbericht der Gemischten Fertő-Kommission, Budapest.
- Univ. Bodenkultur, 2016. GeNeSee. Geodätische Neuerfassung des Systems Neusiedler See – Hanságkanal. Technischer Bericht (mit Aktualisierung 2016).
- Vymazal, J., L. Kröpfelová, J. Švehla & J. Štichová, 2010. Can multiple harvest of aboveground biomass enhance removal of trace elements in constructed wetlands receiving municipal sewage? *Ecol Eng* 36(7):939–945.
- Wikipedia, 2020. Neusiedler See. https://de.wikipedia.org/wiki/Neusiedler_See Accessed 6. Mai 2020.

Wimmer, R., R. Binting, S. Eikemeier & S. Prokupek, 2012. Entwicklung eines baubiologisch hochwertigen Wärmedämmverbundsystems auf Basis von Schilf. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 59/2012. Studie i.A. des bmvit, Wien.

Wolfram, G., R. Hainz, S. Hintermaier, G. Kum, P. Riedler, M. Zessner, O. Zoboli & A. Herzig, 2019. Eintragspfade, Umsetzungsprozesse und Langzeitveränderungen von Nährstoffen im Neusiedler See. Österr Wasser- und Abfallw doi:doi.org/10.1007/s00506-019-00620-4.

Wolfram, G. & A. Herzig, 2013. Nährstoffbilanz Neusiedler See. Wiener Mitteilungen 228:317-338.

7 ANHANG

ANNEX

7.1 Fotodokumentation

Photo documentation

Probestellen Illmitz Herbst 2017



IL1 Herbst 2017



IL2 Herbst 2017



IL3 Herbst 2017



IL4 Herbst 2017



IL5 Herbst 2017



IL6 Herbst 2017



IL7 Herbst 2017



IL8 Herbst 2017



IL9 Herbst 2017

Probestellen Mörbisch Herbst 2017



MO1 Herbst 2017



MO2 Herbst 2017



MO3 Herbst 2017



MO4 Herbst 2017



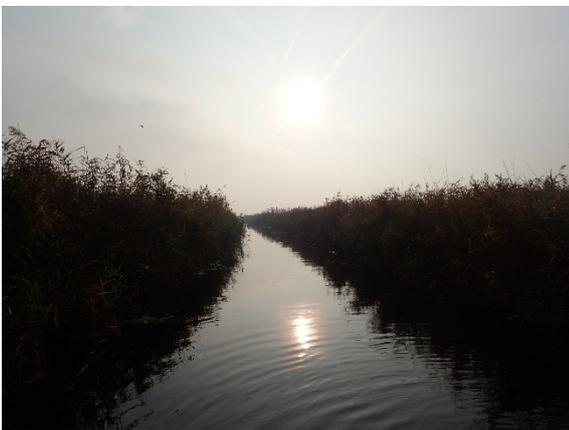
MO5 Herbst 2017

Probestellen Wulka Herbst 2017



WU1 Herbst 2017

WU2 Herbst 2017



WU3 Herbst 2017

WU4 Herbst 2017

Probestellen Illmitz Frühjahr 2018



IL1 Frühjahr 2018



IL2 Frühjahr 2018



IL3 Frühjahr 2018



IL4 Frühjahr 2018



IL5 Frühjahr 2018



IL6 Frühjahr 2018



IL7 Frühjahr 2018



IL8 Frühjahr 2018



IL9 Frühjahr 2018

Probestellen Mörbisch Frühjahr 2018



MO1 Frühjahr 2018



MO2 Frühjahr 2018



MO3 Frühjahr 2018



MO4 Frühjahr 2018



MO5 Frühjahr 2018

Probestellen Wulka Frühjahr 2018



WU1 Frühjahr 2018



WU2 Frühjahr 2018



WU3 Frühjahr 2018



WU4 Frühjahr 2018

Probestellen Illmitz Sommer 2018



IL1 Sommer 2018



IL2 Sommer 2018



IL3 Sommer 2018



IL4 Sommer 2018



IL5 Sommer 2018



IL6 Sommer 2018



IL7 Sommer 2018



IL8 Sommer 2018



IL9 Sommer 2018

Probestellen Mörbisch Sommer 2018



MO1 Sommer 2018



MO2 Sommer 2018



MO3 Sommer 2018



MO4 Sommer 2018



MO5 Sommer 2018

Probestellen Wulka Sommer 2018



WU1 Sommer 2018



WU2 Sommer 2018



WU3 Sommer 2018



WU4 Sommer 2018

Probestellen Illmitz Herbst 2018



IL1 Herbst 2018



IL2 Herbst 2018



IL3 Herbst 2018



IL4 Herbst 2018



IL5 Herbst 2018



IL6 Herbst 2018



IL7 Herbst 2018



IL8 Herbst 2018



IL9 Herbst 2018

Probestellen Mörbisch Herbst 2018



MO1 Herbst 2018



MO2 Herbst 2018



MO3 Herbst 2018



MO4 Herbst 2018



MO5 Herbst 2018

Probestellen Wulka Herbst 2018



WU1 Herbst 2018

WU2 Herbst 2018



WU3 Herbst 2018

WU4 Herbst 2018

Probestellen Illmitz Frühjahr 2019



IL1 Frühjahr 2019



IL2 Frühjahr 2019



IL3 Frühjahr 2019



IL4 Frühjahr 2019



IL5 Frühjahr 2019



IL6 Frühjahr 2019



IL7 Frühjahr 2019



IL8 Frühjahr 2019



IL9 Frühjahr 2019

Probestellen Mörbisch Frühjahr 2019



MO1 Frühjahr 2019



MO2 Frühjahr 2019



MO3 Frühjahr 2019



MO4 Frühjahr 2019



MO5 Frühjahr 2019

Probestellen Wulka Frühjahr 2019



WU1 Frühjahr 2019

WU2 Frühjahr 2019



WU3 Frühjahr 2019

WU4 Frühjahr 2019

7.2 Sedimentprofile

Sediment profiles

7.2.1 Profile 1996–2014 für das Seebecken im Offenwasser-Bereich

Cross profiles 1996-2014 of the open sea

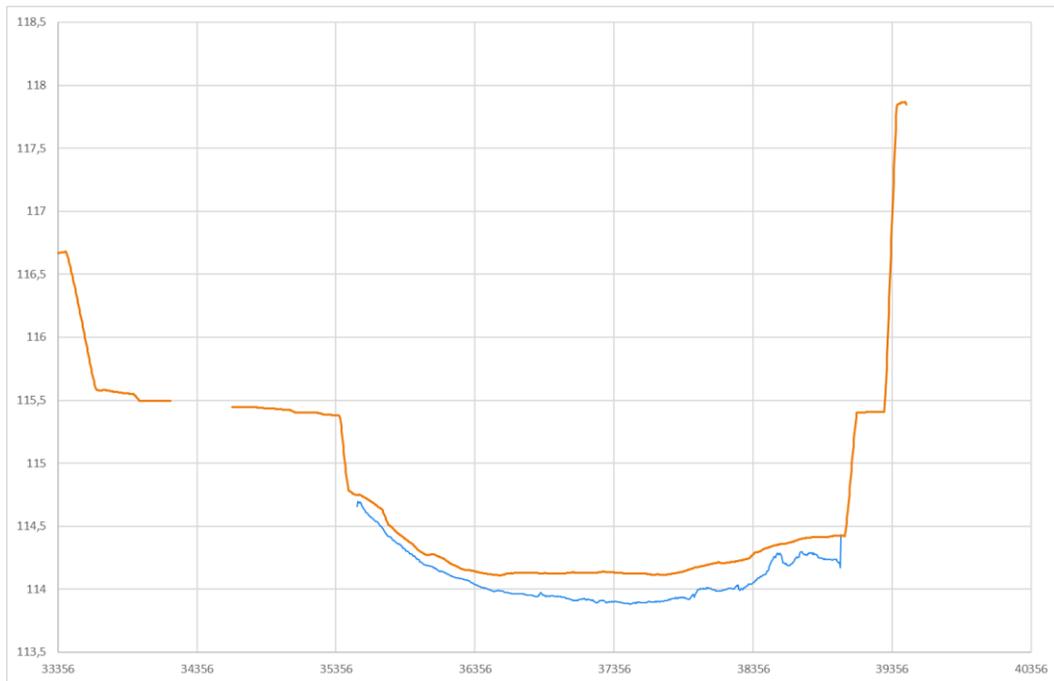


Abb. 33. Querprofil 1 Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 33. cross profile 1 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

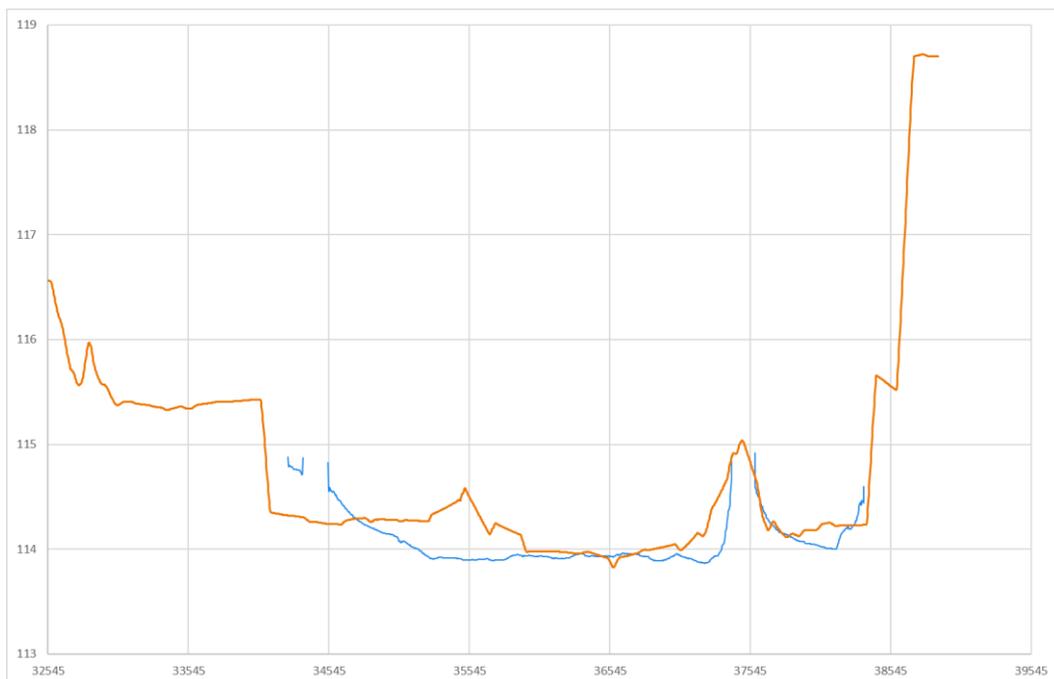


Abb. 34. Querprofil 2, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 34. Cross profile 2 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

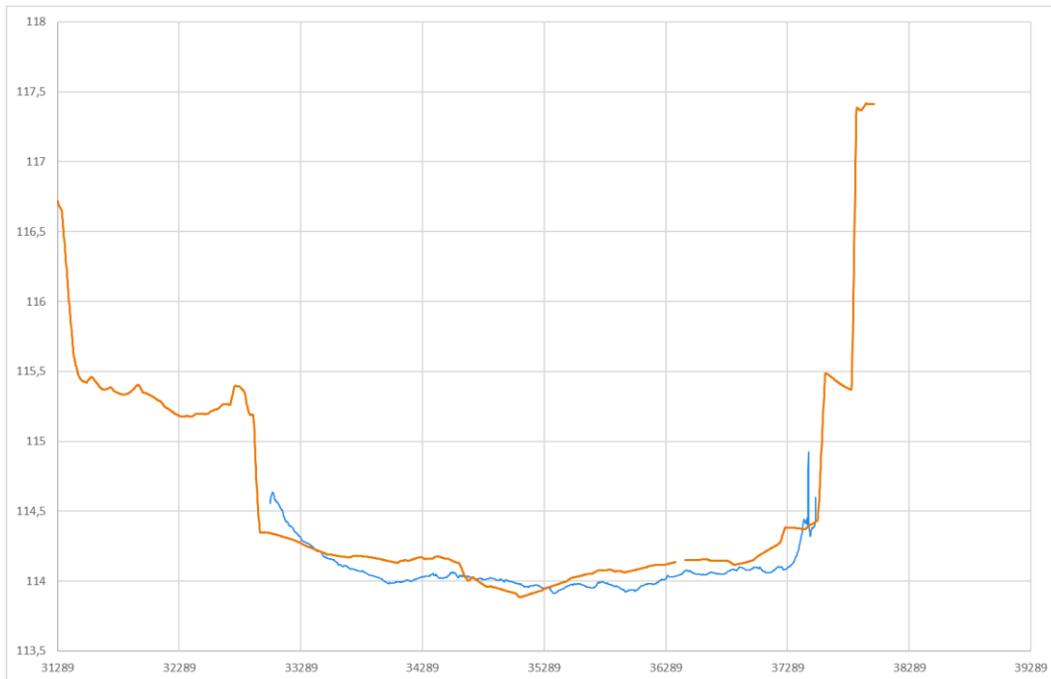


Abb. 35. Querprofil 3, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 35. Cross profile 3 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

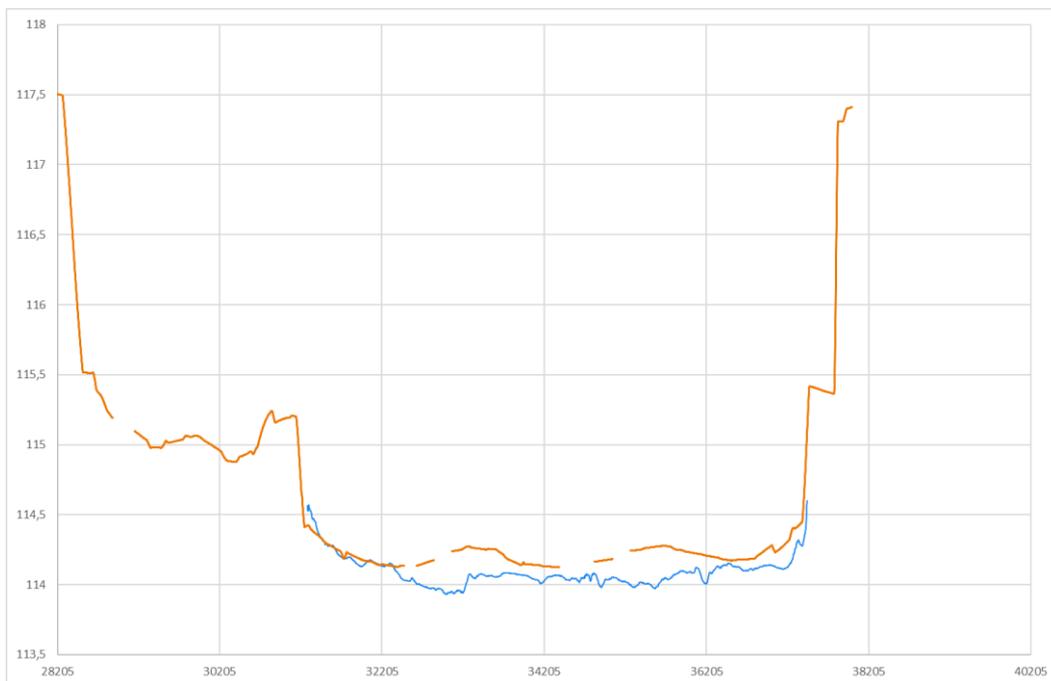


Abb. 36. Querprofil 4, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 36. Cross profile 4 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

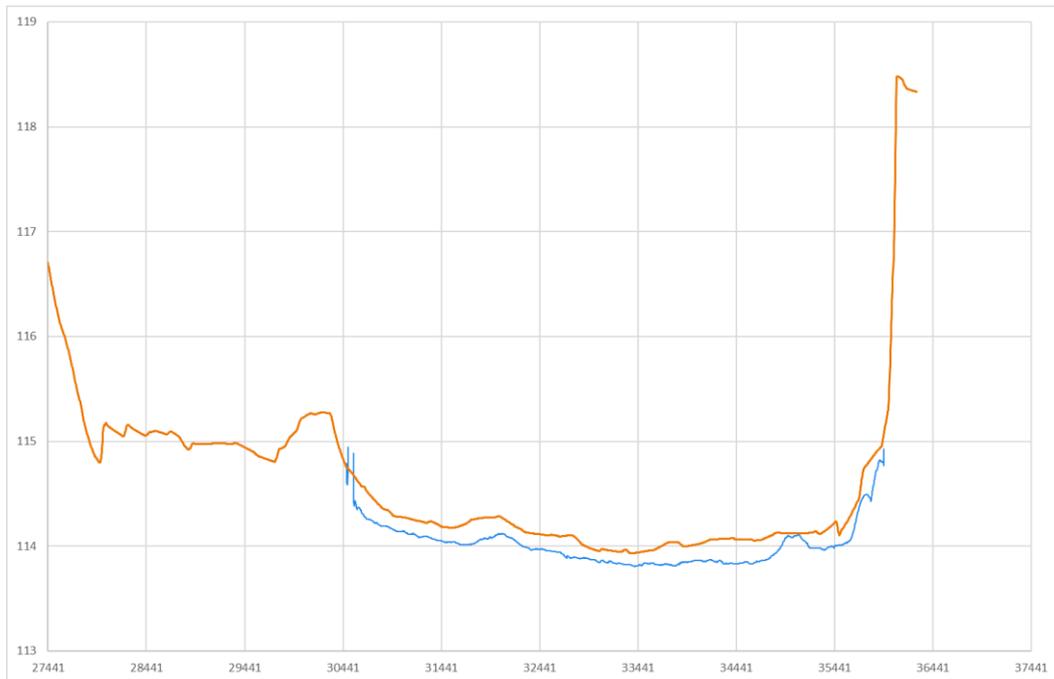


Abb. 37. Querprofil 5, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 37. Cross profile 5 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

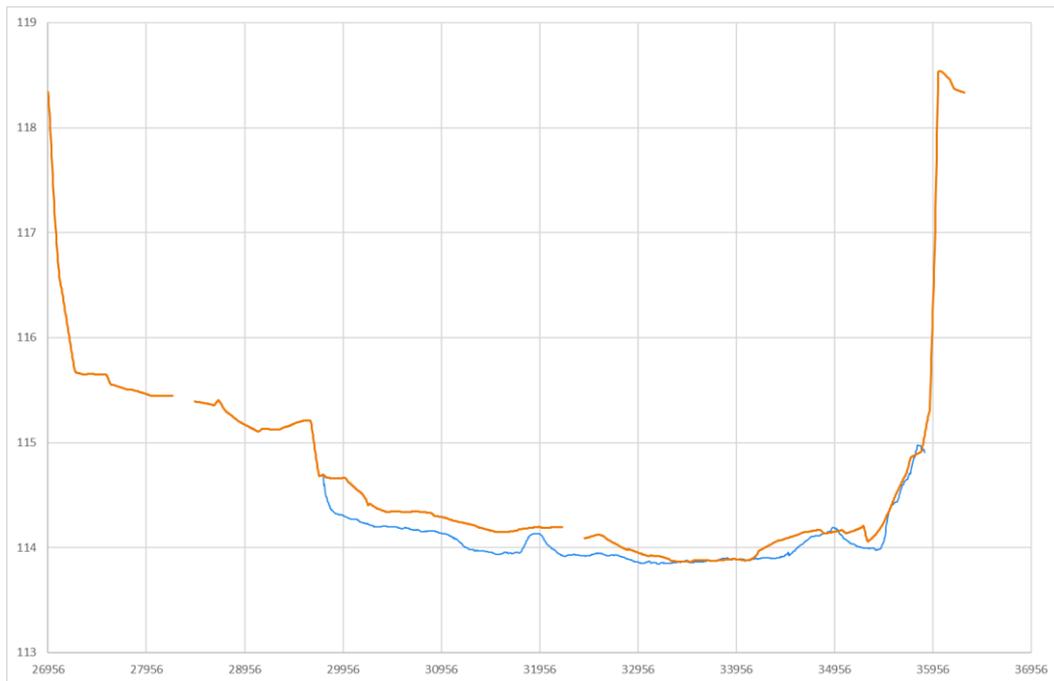


Abb. 38. Querprofil 6, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 38. Cross profile 6 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

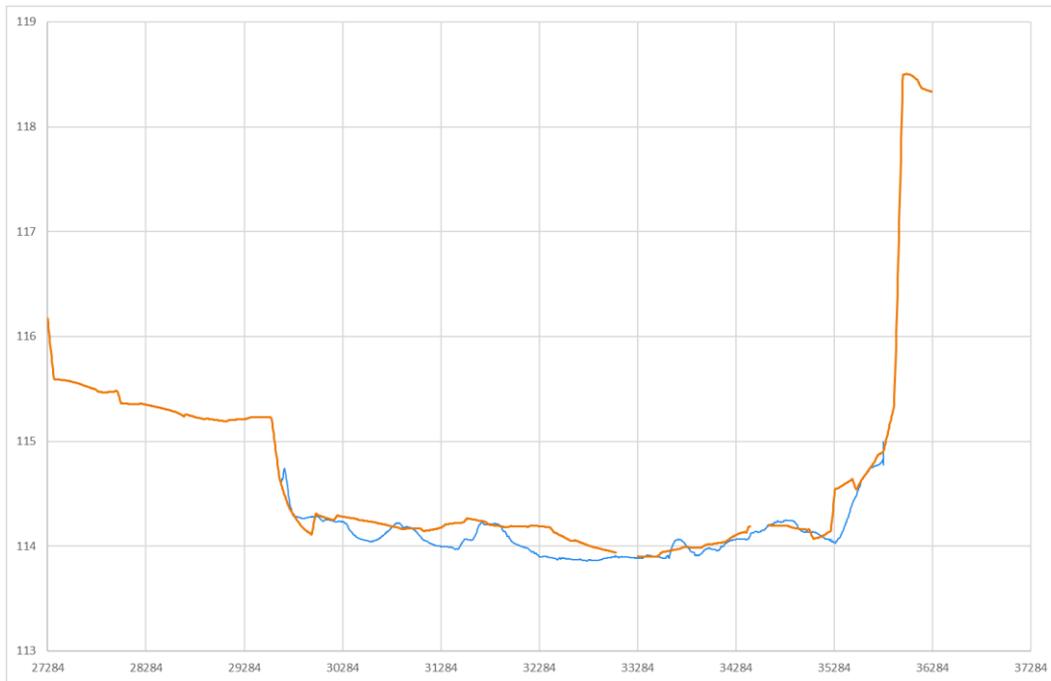


Abb. 39. Querprofil 7, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 39. Cross profile 7 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

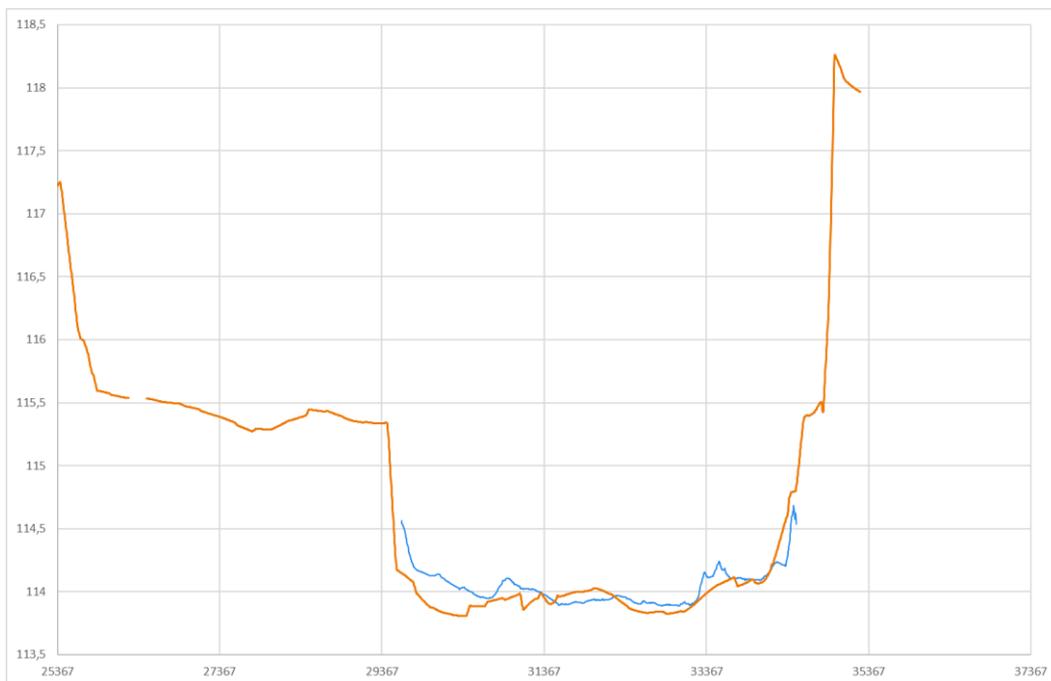


Abb. 40. Querprofil 8, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 40. Cross profile 8 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

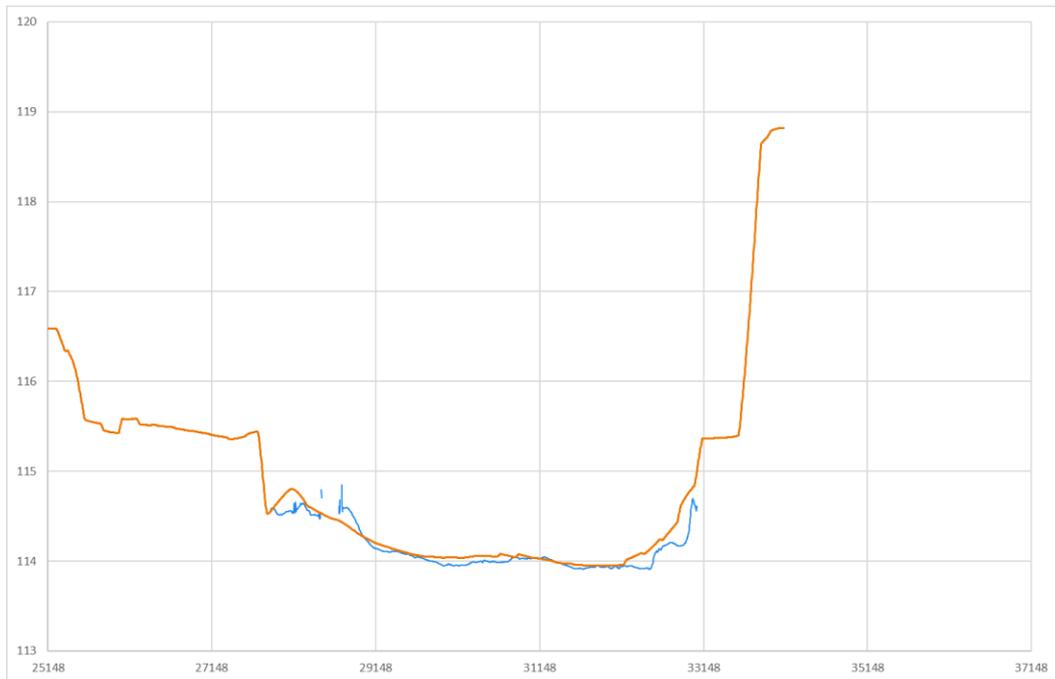


Abb. 41. Querprofil 9, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 41. Cross profile 9 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

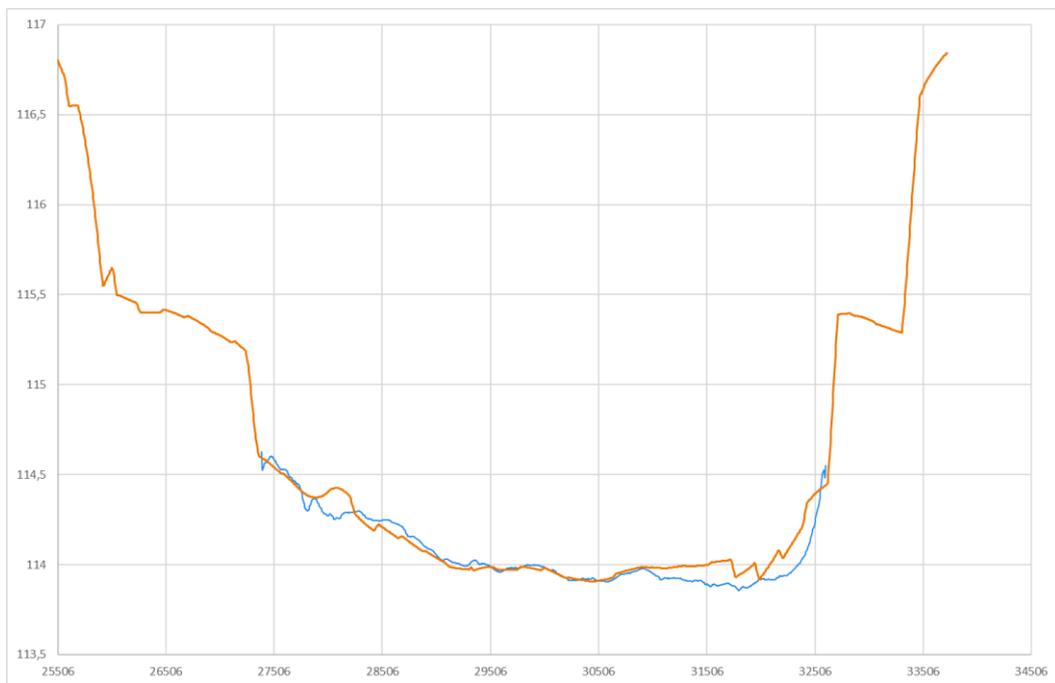


Abb. 42. Querprofil 10, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 42. Cross profile 10 sediment surface (orange – 1996, blue – 2014).

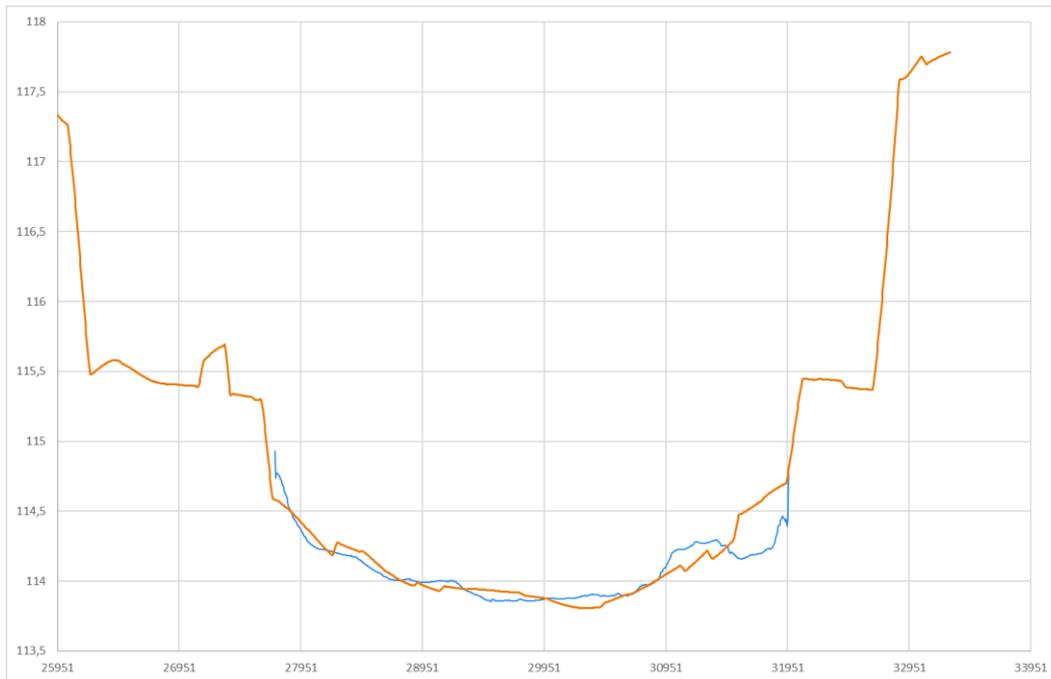


Abb. 43. Querprofil 11, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 43. Cross profile 11 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

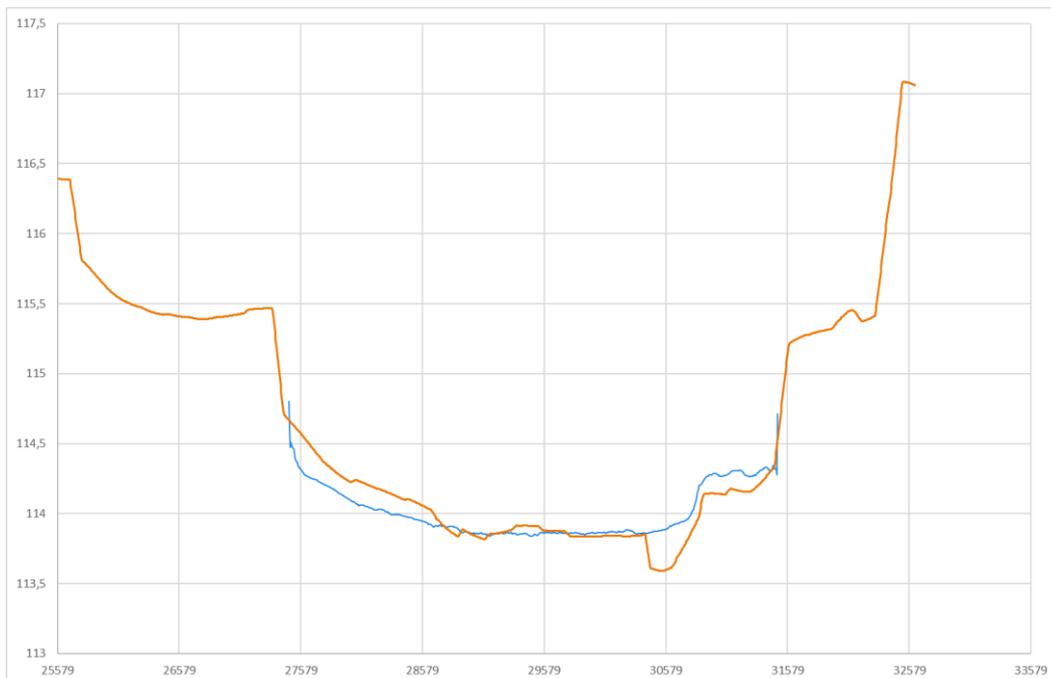


Abb. 44. Querprofil 12, Sediment-Oberfläche (orange - 1996, blau - 2014)

Figure 44. Cross profile 12 sediment surface (orange – 1996, blue – 2014).

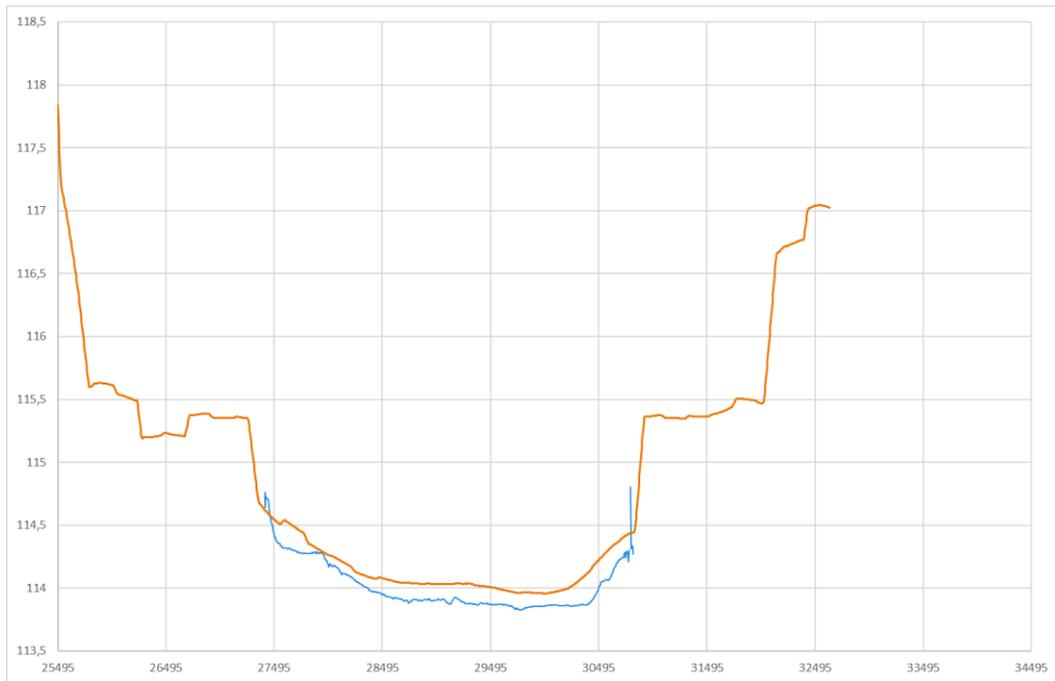


Abb. 45. Querprofil 13, Sediment-Oberfläche (orange - 1996, blau - 2014)

Figure 45. Cross profile 13 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

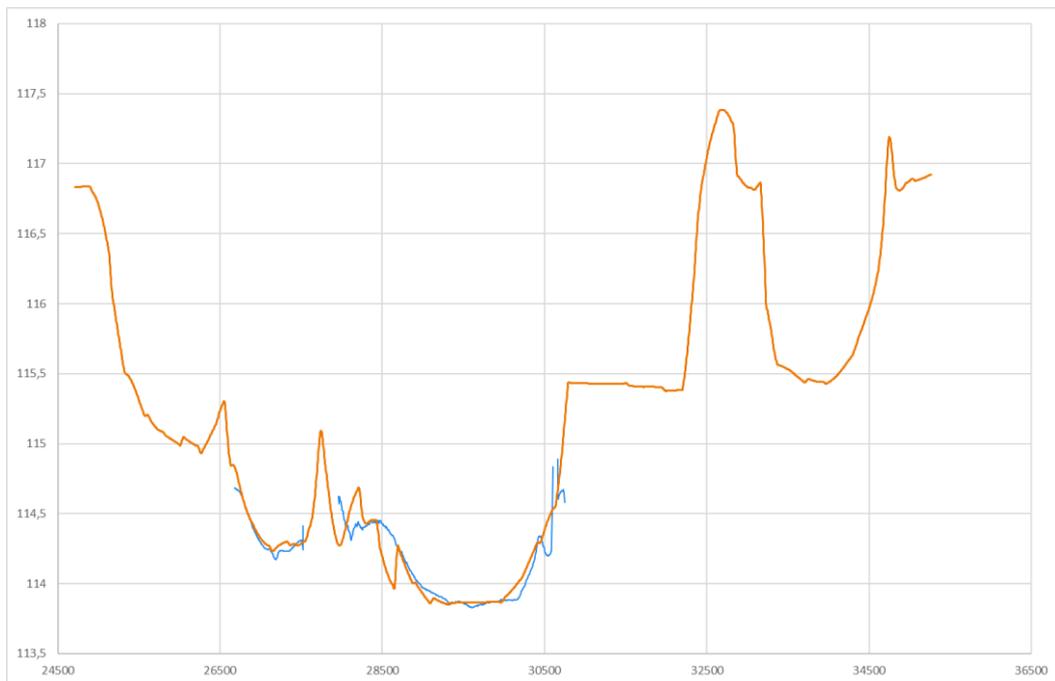


Abb. 46. Querprofil 14, Sediment-Oberfläche (orange - 1996, blau - 2014)

Figure 46. Cross profile 14 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

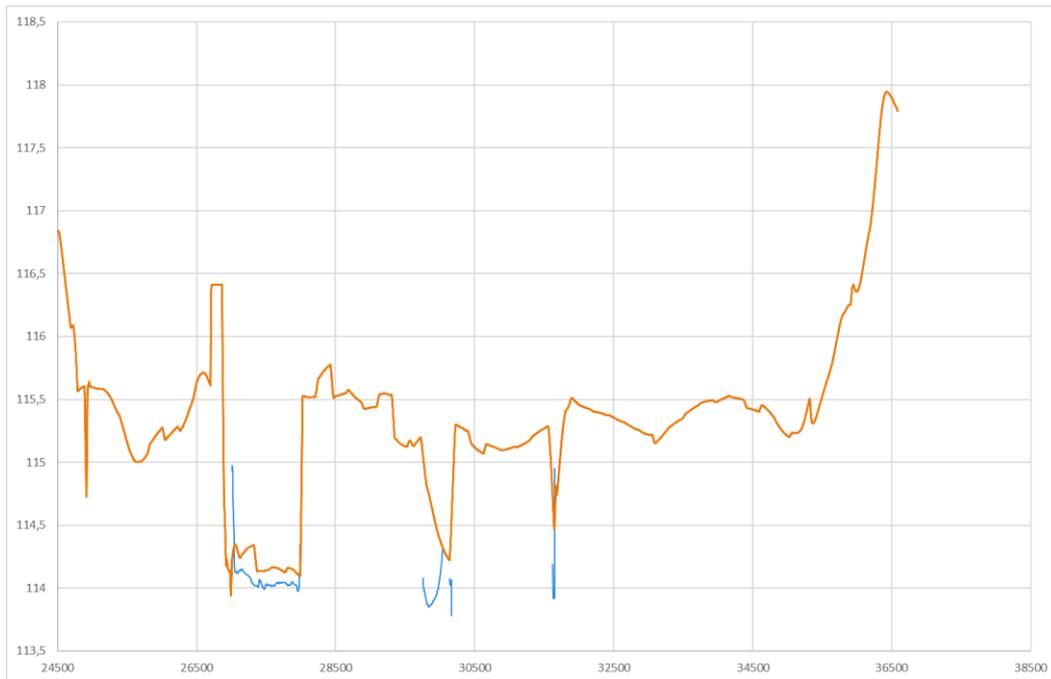


Abb. 47. Querprofil 15, Sediment-Oberfläche (orange - 1996, blau - 2014)

Figure 47. Cross profile 15 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

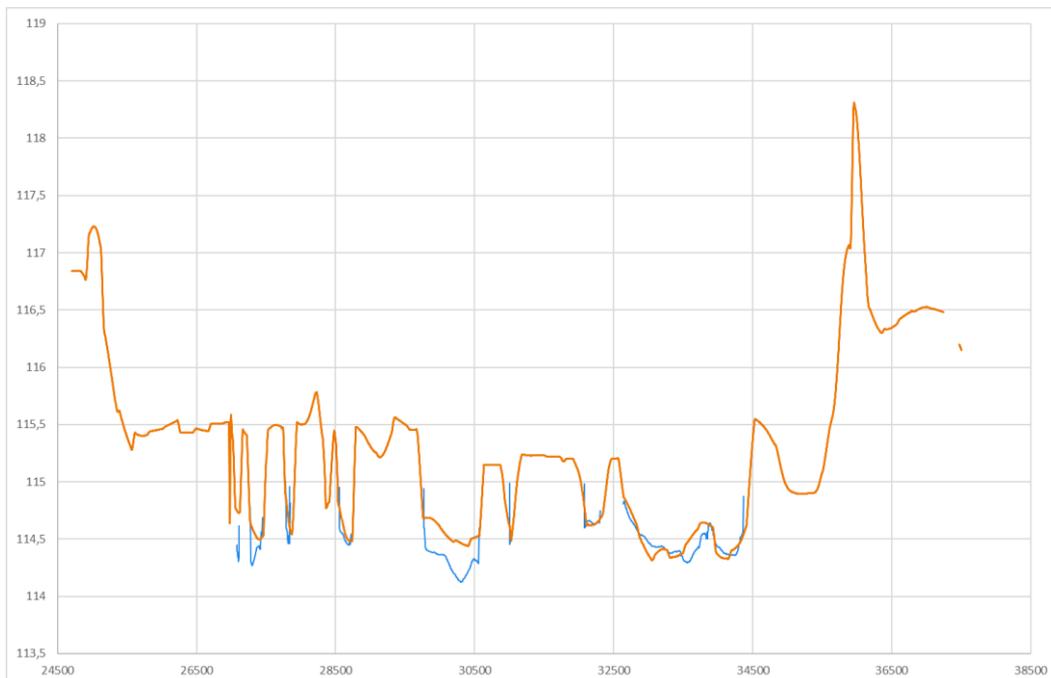


Abb. 48. Querprofil 16, Sediment-Oberfläche (orange - 1996, blau - 2014)

Figure 48. Cross profile 16 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

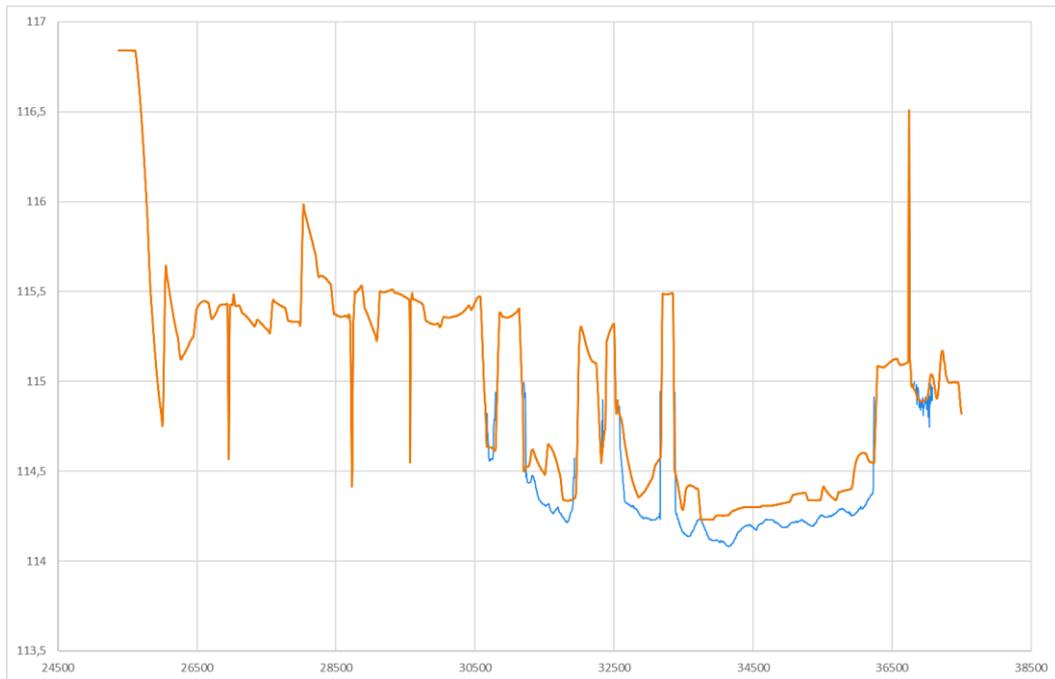


Abb. 49. Querprofil 17, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014)

Figure 49. Cross profile 17 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

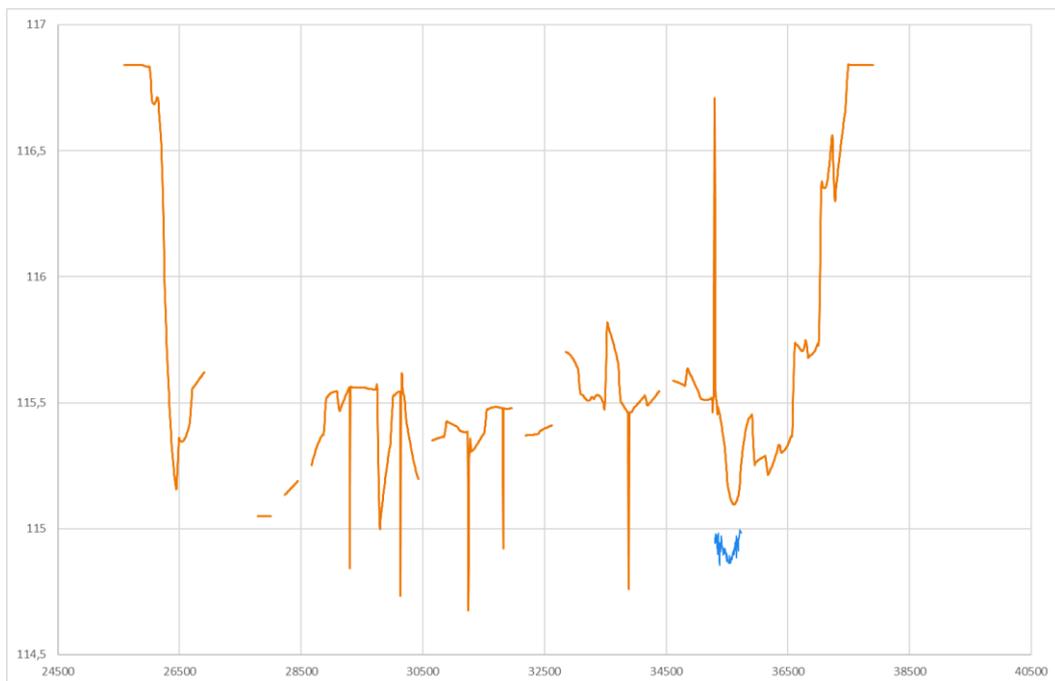


Abb. 50. Querprofil 18, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 50. Cross profile 18 sediment surface level (orange – 1996, blue – 2014).

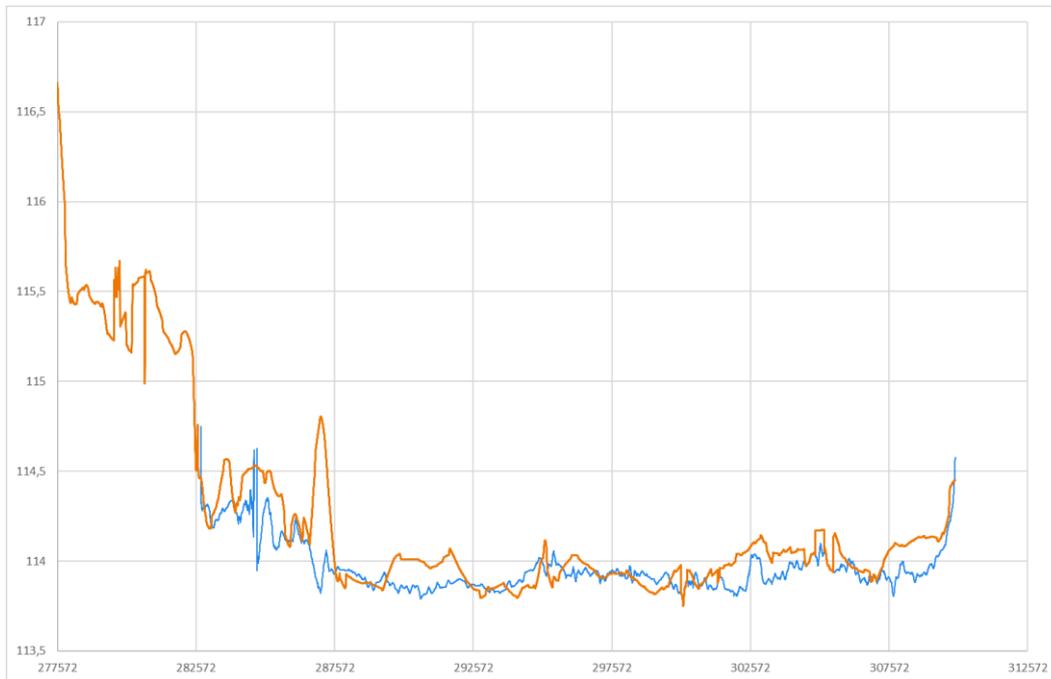


Abb. 51. Längsprofil entlang der Tiefenlinie 1997, Sediment-Oberfläche (orange – 1996, blau – 2014).

Figure 51. Longitudinal profile along depth contour 1997, Sediment surface (orange – 1996, blue – 2014).

7.2.2 Pseudo-Profile 1996–2014 für das Seebecken im Bereich des Schilfgürtels

Pseudo-profiles 1996-2014 in the reedbelt

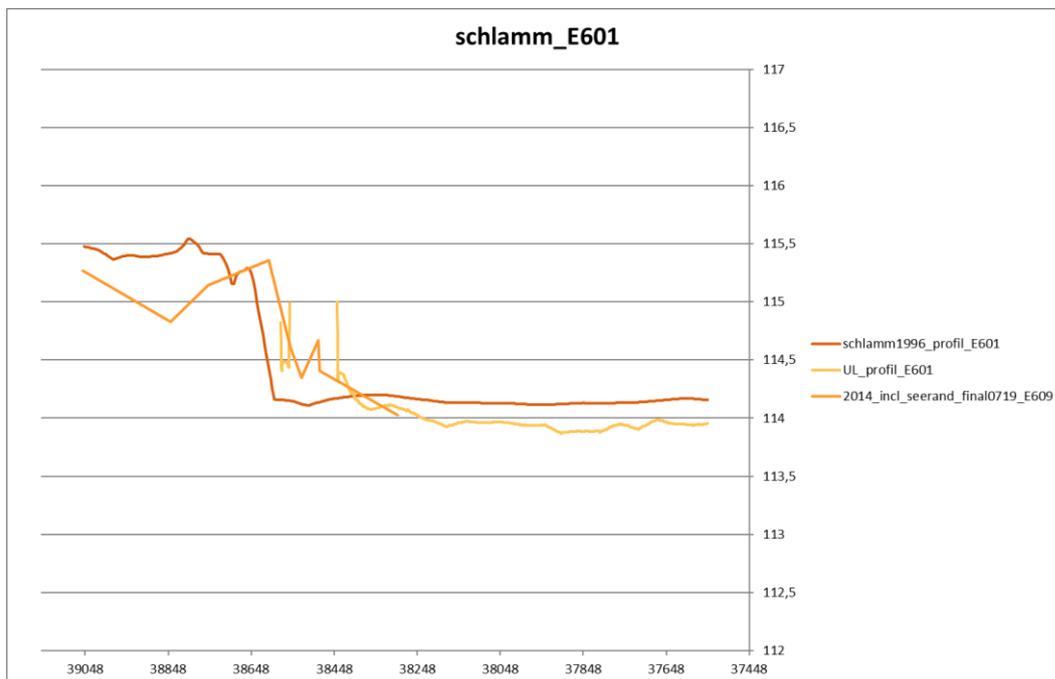


Abb. 52. Pseudo-Profil E601/609, jeweils Sediment-Oberkante, 1996 Schilf und Offenwasser (rot), 2014 Offenwasser (gelb), 2014 Schilf (hellbraun)

Figure 52. Pseudo-profile E601/609 with sediment surface level, 1996 reed and open lake (red), 2014 open lake (yellow), 2014 reed (light brown).

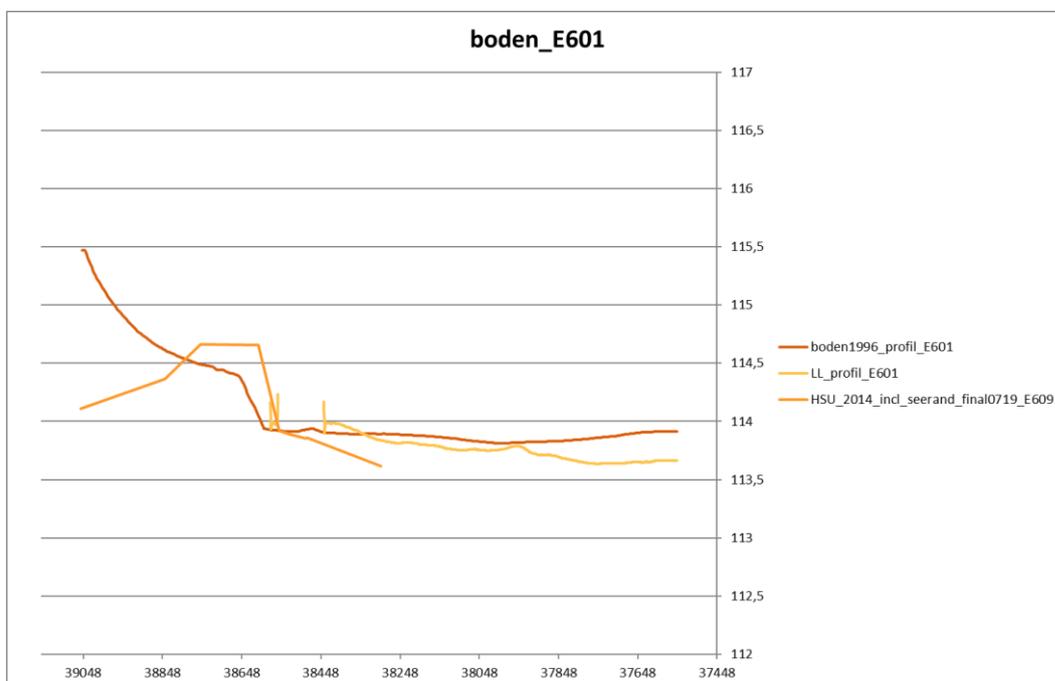


Abb. 53. Pseudo-Profil E601/609, jeweils Sediment-Unterkante (fester Boden), 1996 Schilf und Offenwasser (rot), 2014 Offenwasser (gelb), 2014 Schilf (hellbraun).

Figure 53. Pseudo-profile E601/609 with sediment bottom level (solid ground), 1996 reed and open lake (red), 2014 open lake (yellow), 2014 reed (light brown).

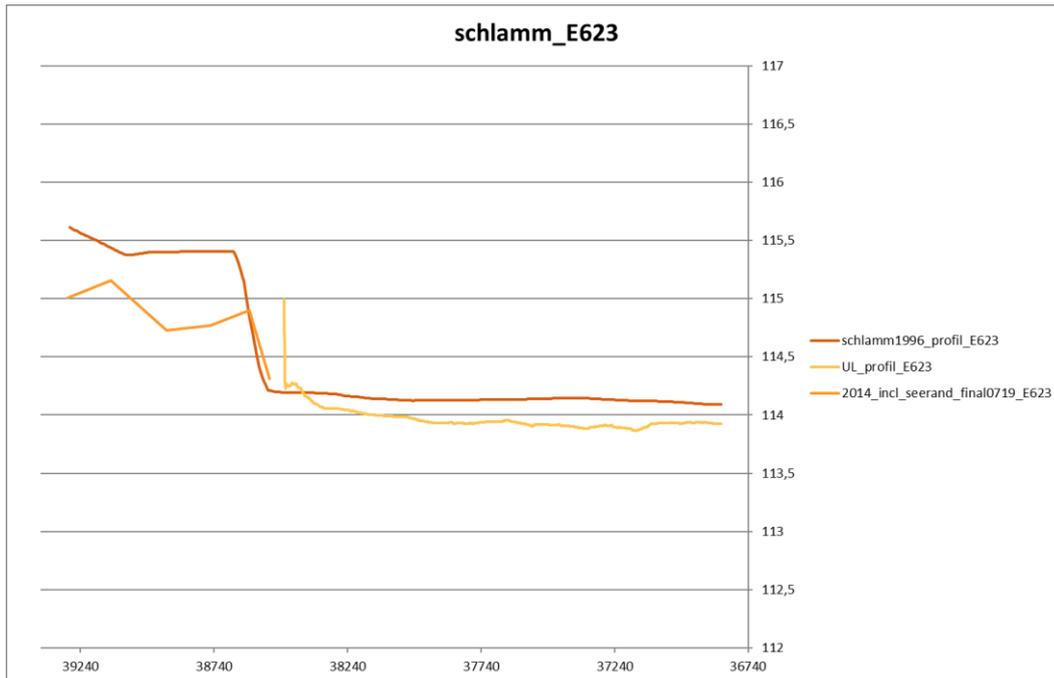


Abb. 54. Pseudo-Profil E623, Sedimentoberkante, Farbzordnung siehe Abb. 52

Figure 54. Pseudo-profile E623, sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

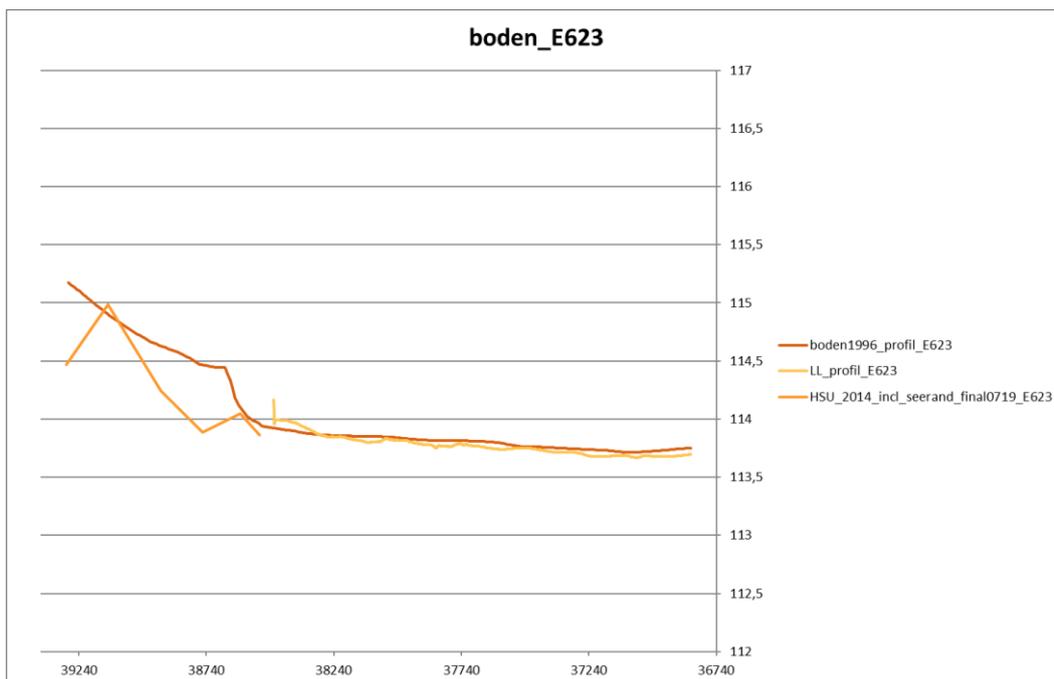


Abb. 55. Pseudo-Profil E623, Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzordnung siehe Abb. 53.

Figure 55. Pseudo-profile E623, sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

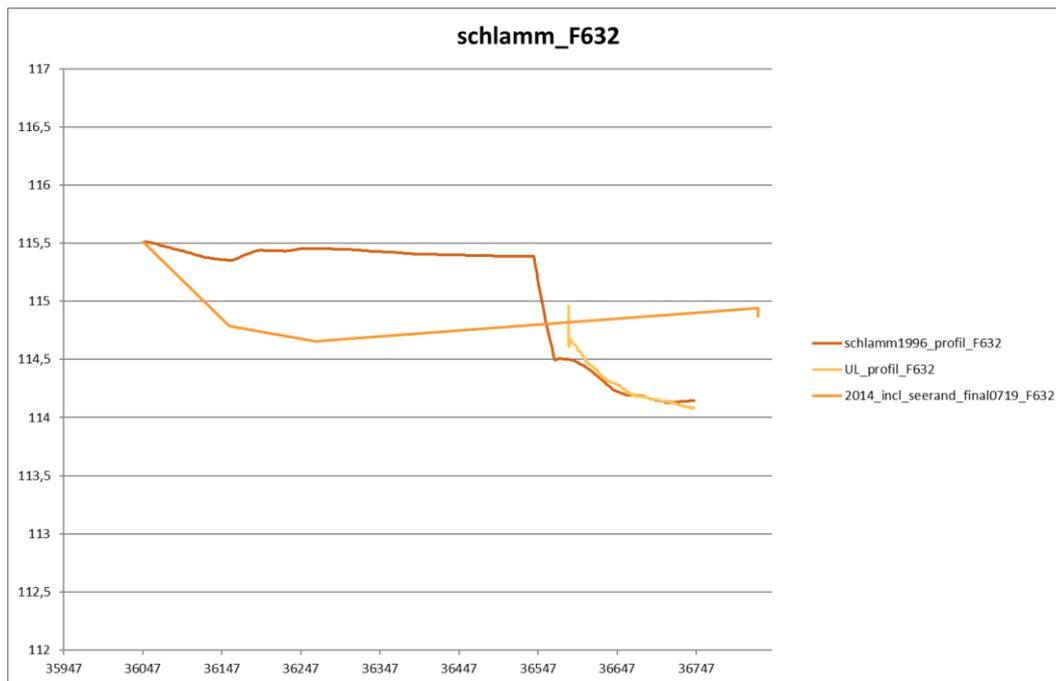


Abb. 56. Pseudo-Profil F632, Sedimentoberkante, Farbzuordnung siehe Abb. 52

Figure 56 Pseudo-profile F632, sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

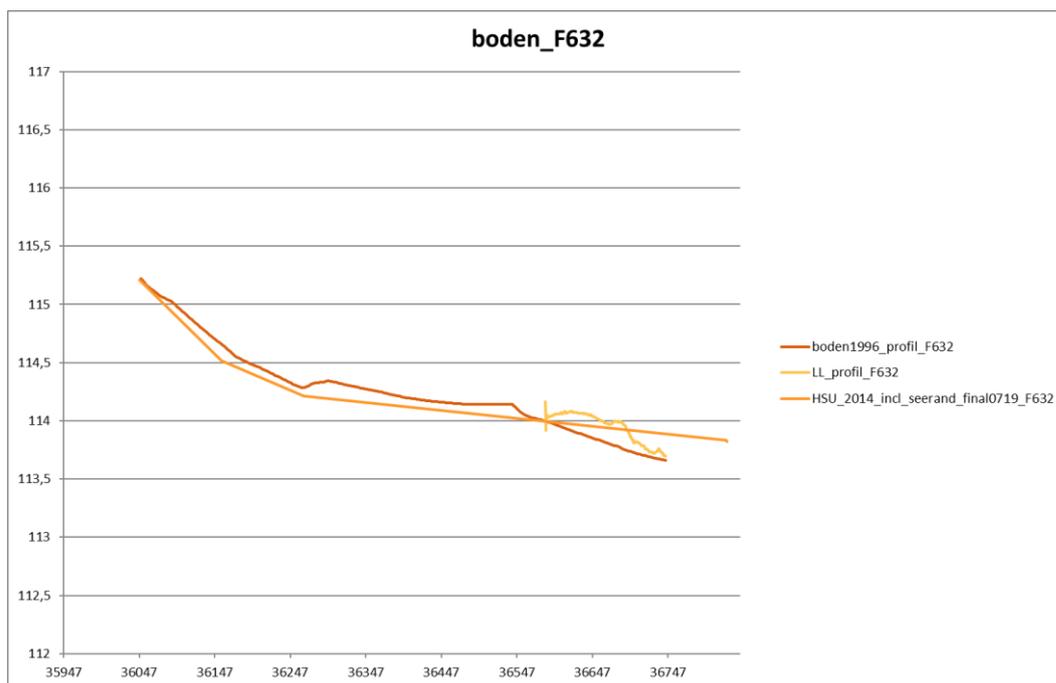


Abb. 57. Pseudo-Profil F632, Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzuordnung siehe Abb. 53.

Figure 57. Pseudo-profile F632, sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

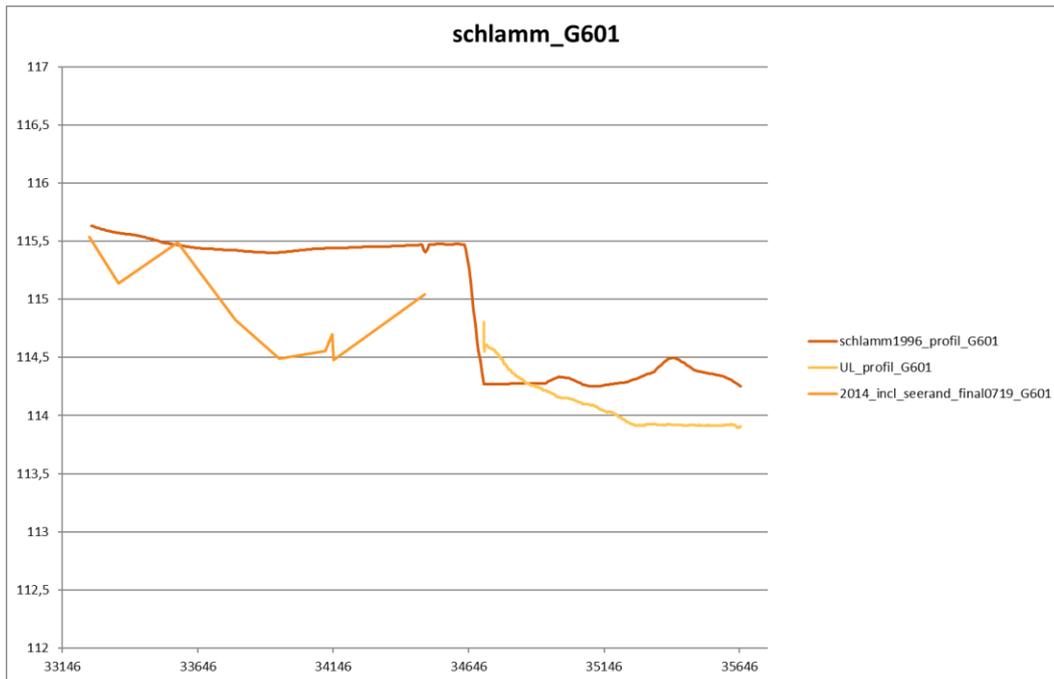


Abb. 58. Pseudo-Profil G601, Sedimentoberkante, Farbz Zuordnung siehe Abb. 52

Figure 58. Pseudo-profile G601, sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

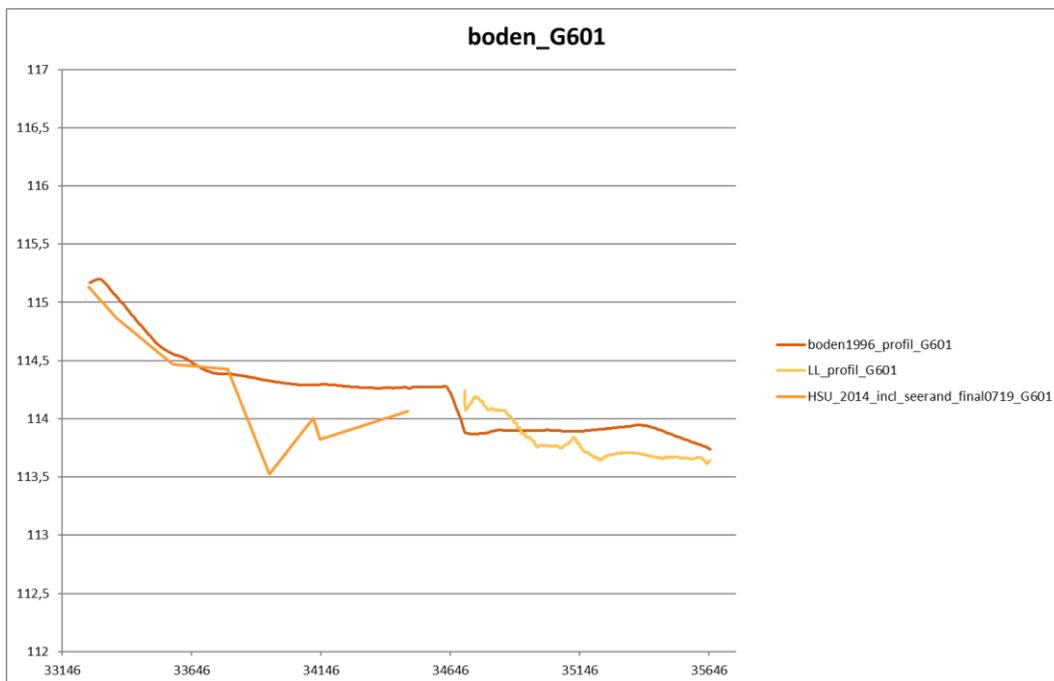


Abb. 59. Pseudo-Profil G601, Sedimentunterkante (fester Boden), Farbz Zuordnung siehe Abb. 53.

Figure 59. Pseudo-profile G601, sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

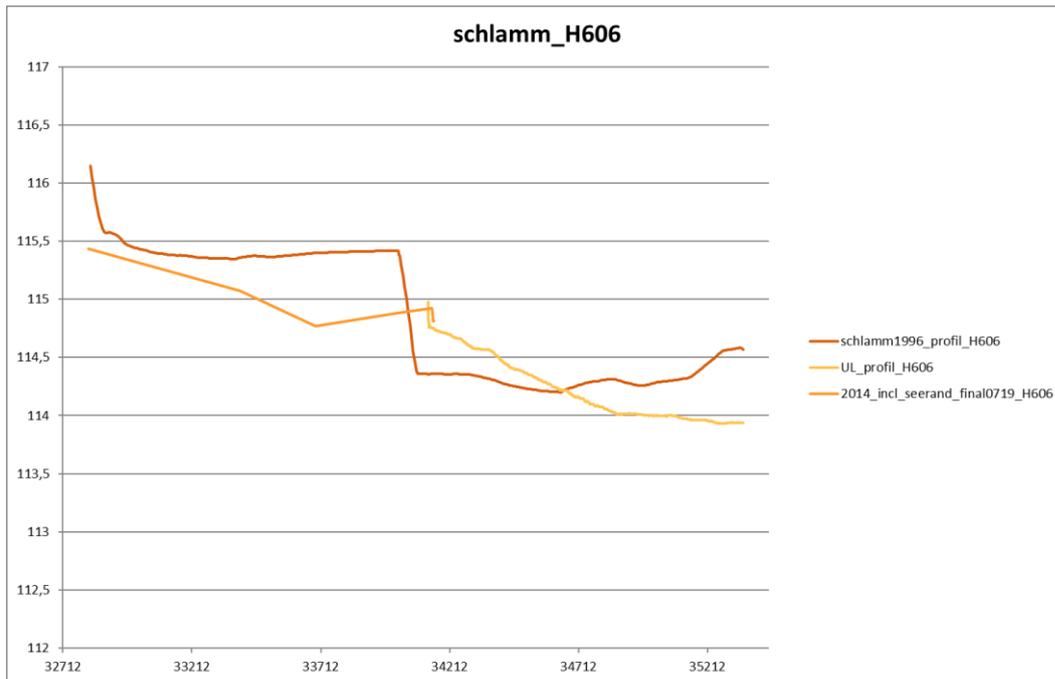


Abb. 60. Pseudo-Profil H606, Sedimentoberkante, Farbzordnung siehe Abb. 52

Figure 60. Pseudo-profile H606, sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

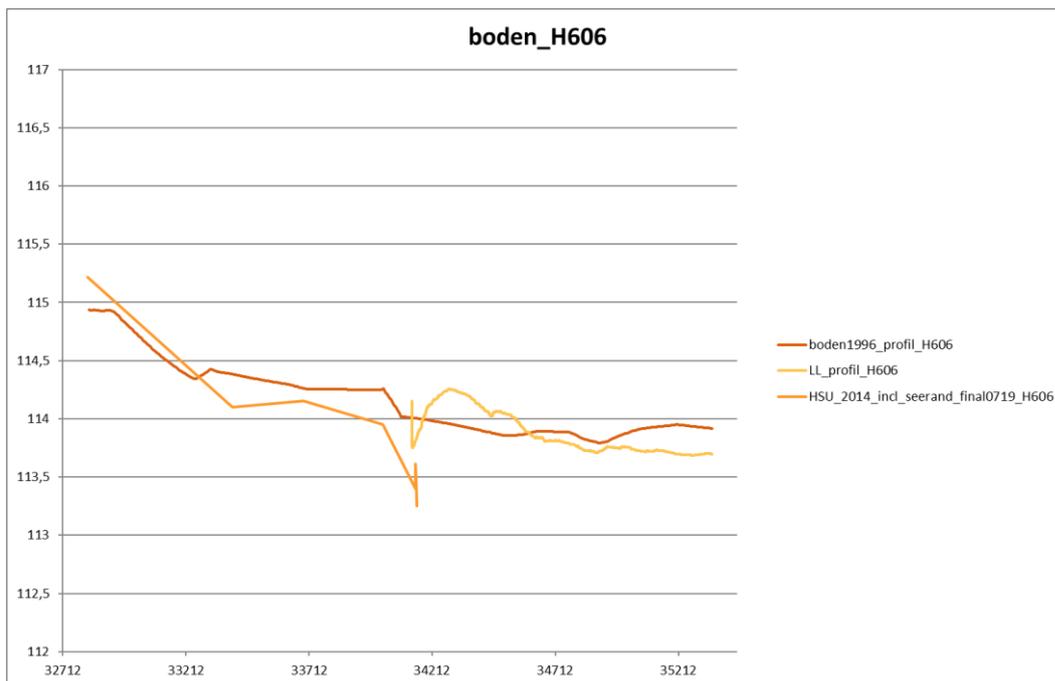


Abb. 61. Pseudo-Profil H606, Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzordnung siehe Abb. 53.

Figure 61. Pseudo-profile H606, sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.



Abb. 62. Pseudo-Profil J601, Sedimentoberkante, Farbzuordnung siehe Abb. 52

Figure 62. Pseudo-profile J601, sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

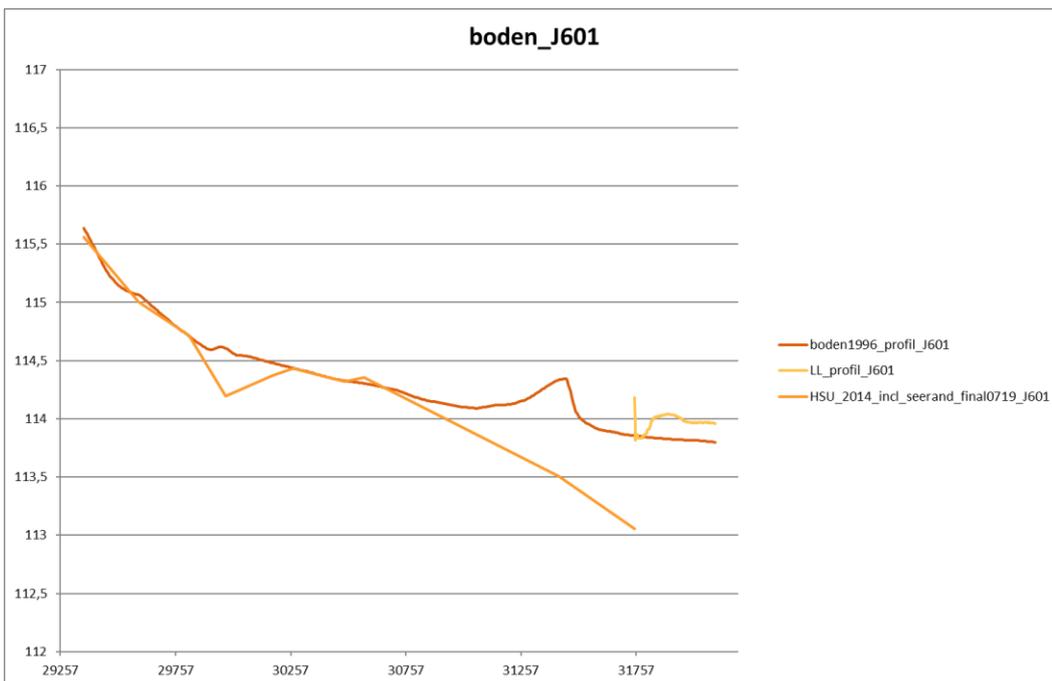


Abb. 63. Pseudo-Profil J601, Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzuordnung siehe Abb. 53.

Figure 63. Pseudo-profile J601, sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.



Abb. 64. Pseudo-Profil J613, Sedimentoberkante, Farbzordnung siehe Abb. 52

Figure 64. Pseudo-profile J613, sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

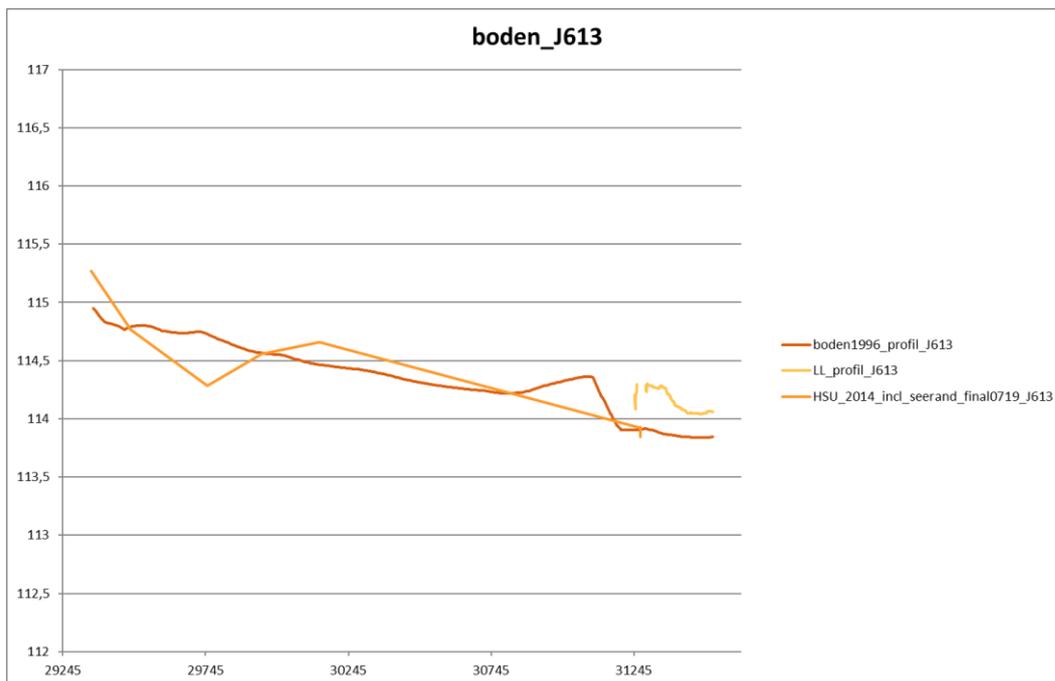


Abb. 65. Pseudo-Profil J613, Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzordnung siehe Abb. 53.

Figure 65. Pseudo-profile J613, sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

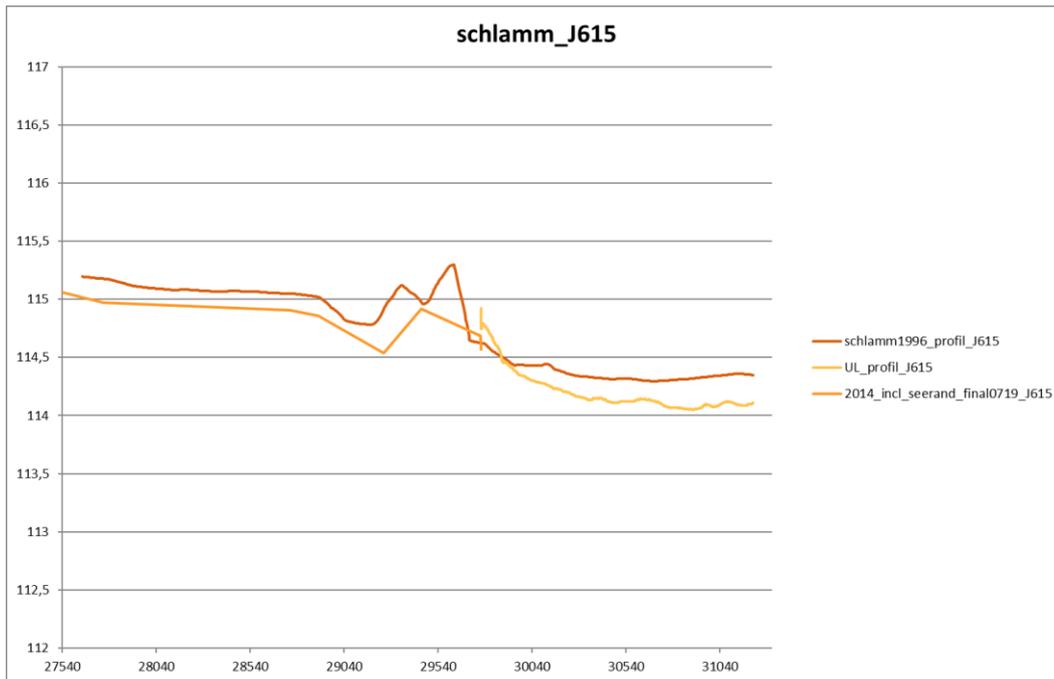


Abb. 66. Pseudo-Profil J615, Sedimentoberkante, Farbzuordnung siehe Abb. 52

Figure 66. Pseudo-profile J615, sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

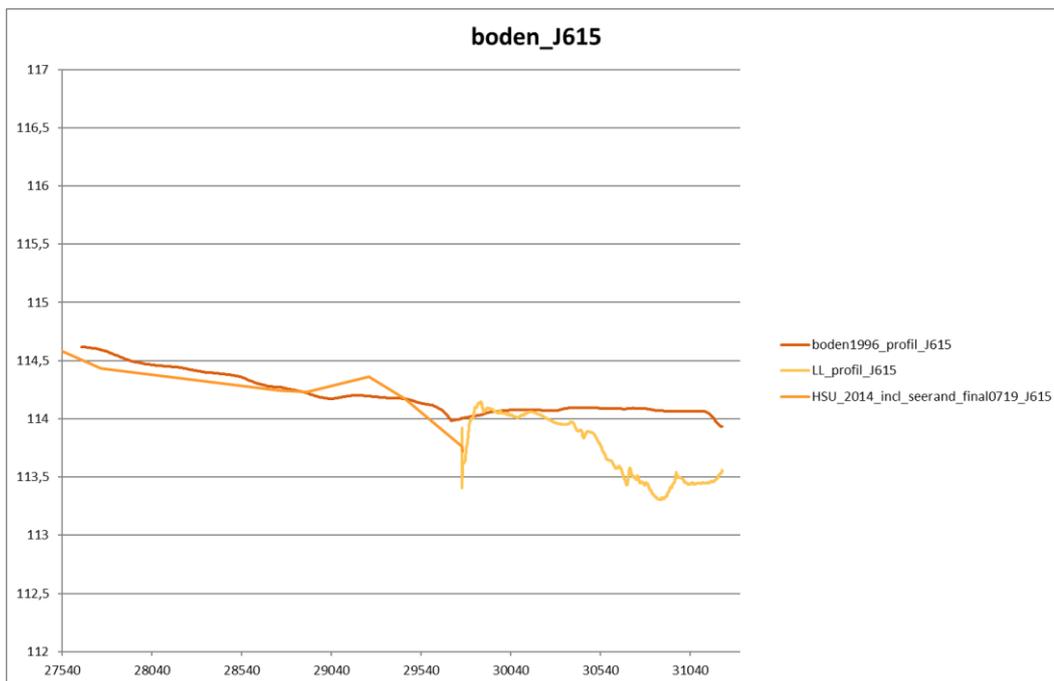


Abb. 67. Pseudo-Profil J615, Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzuordnung siehe Abb. 53.

Figure 67. Pseudo-profile J615, sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

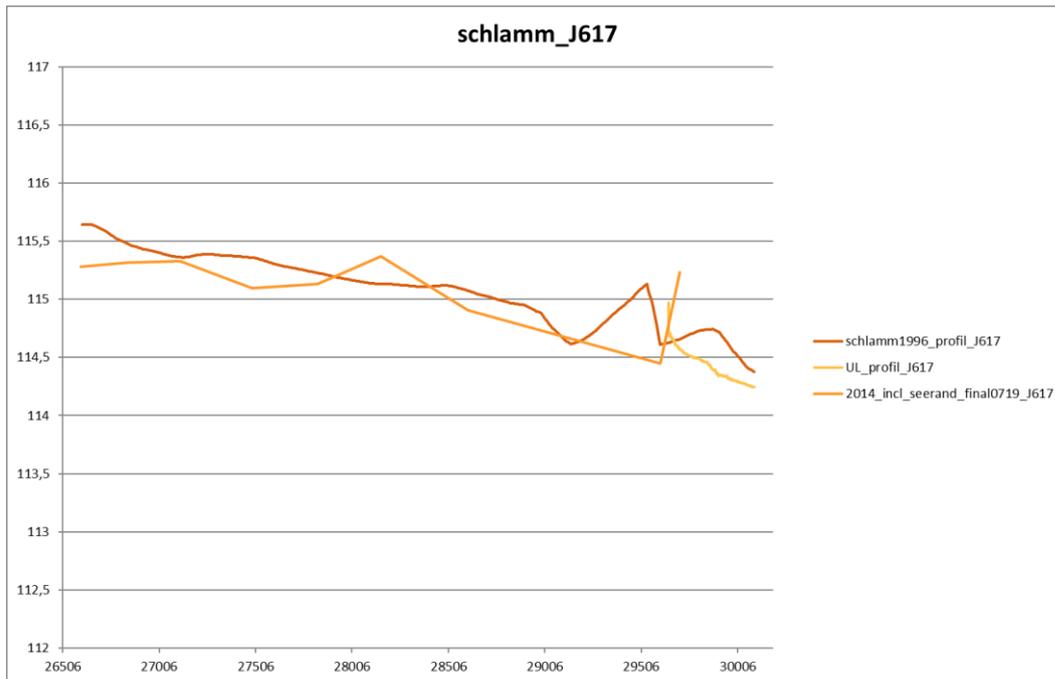


Abb. 68. Pseudo-Profil J617, Sedimentoberkante, Farbzuoordnung siehe Abb. 52

Figure 68. Pseudo-profile J617, sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

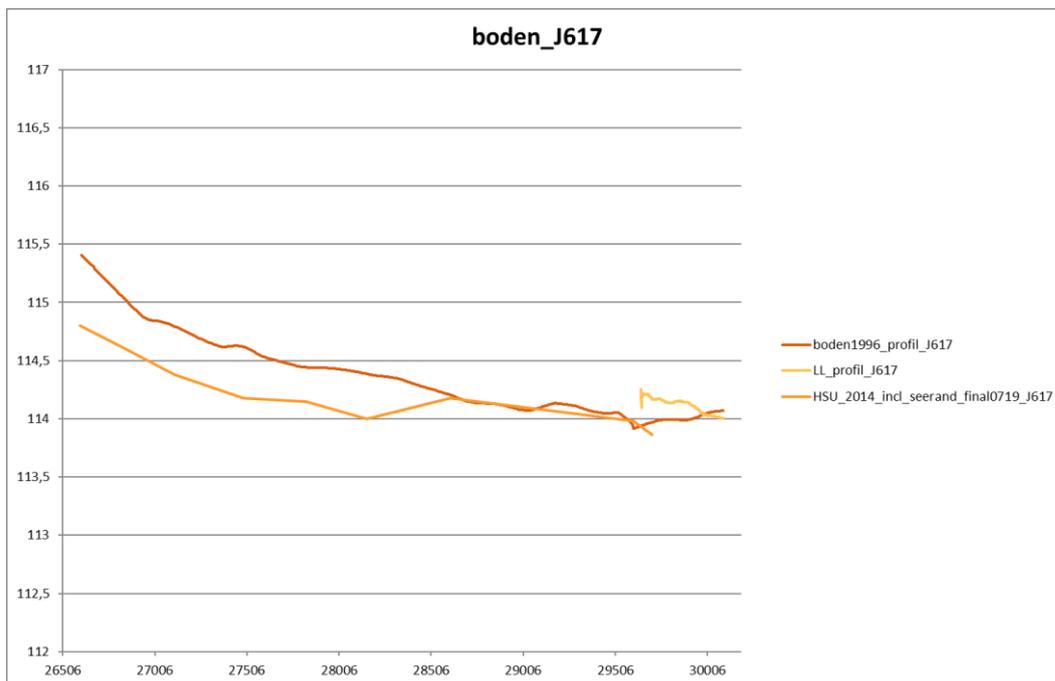


Abb. 69. Pseudo-Profil J617, Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzuoordnung siehe Abb. 53.

Figure 69. Pseudo-profile J617, sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

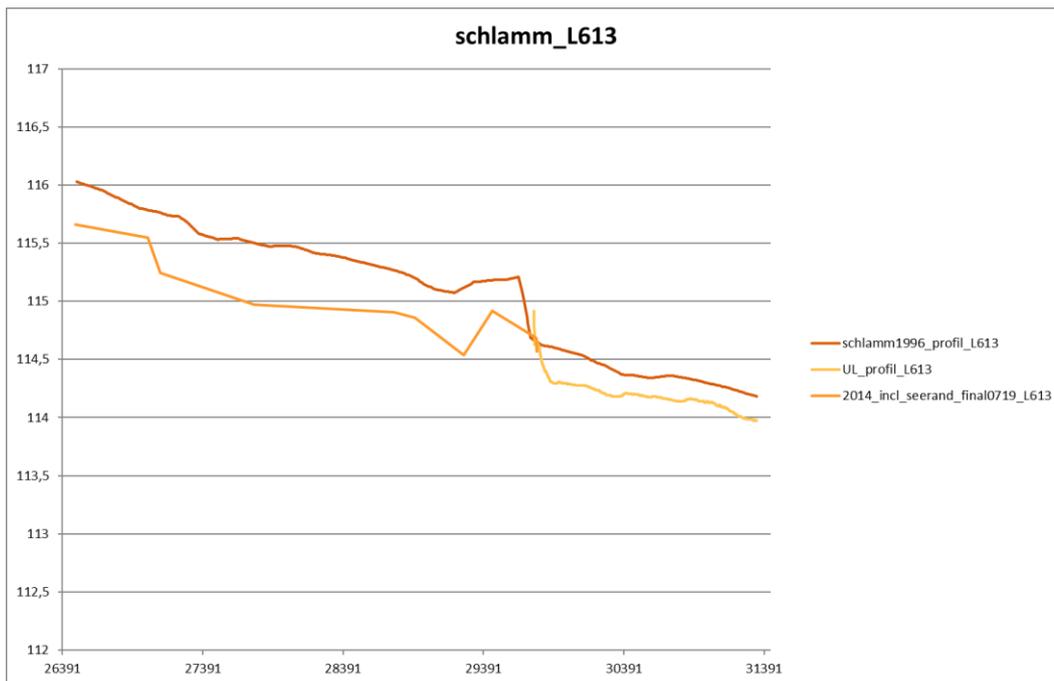


Abb. 70. Pseudo-Profil L613, Sedimentoberkante, Farbzuordnung siehe Abb. 52

Figure 70. Pseudo-profile L613, sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

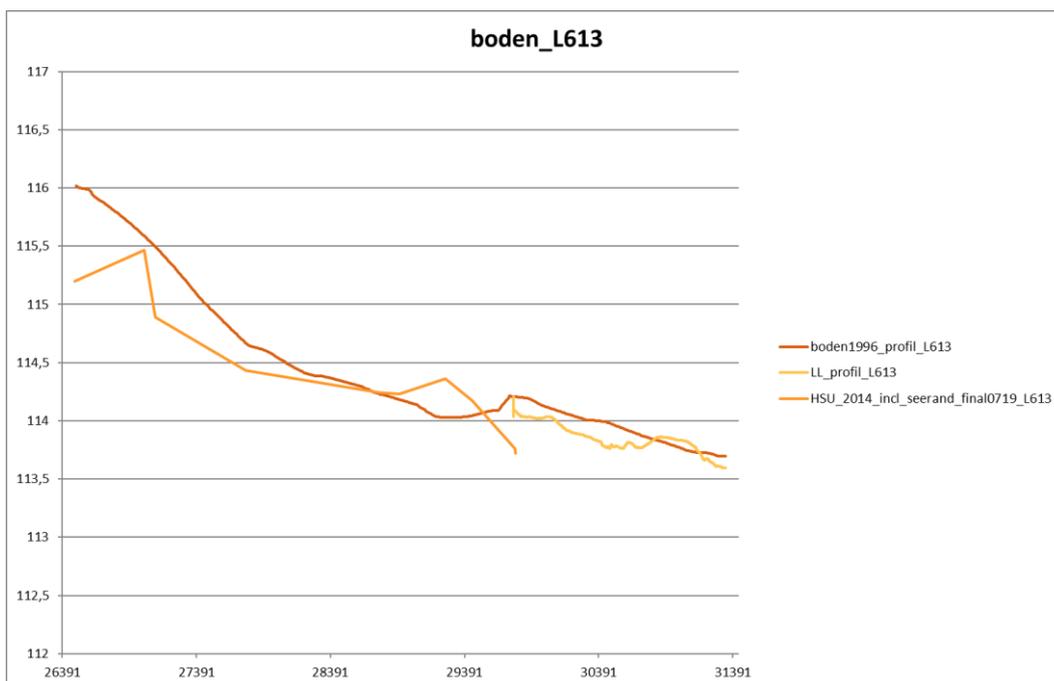


Abb. 71. Pseudo-Profil L613, Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzuordnung siehe Abb. 53.

Figure 71. Pseudo-profile L613, sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

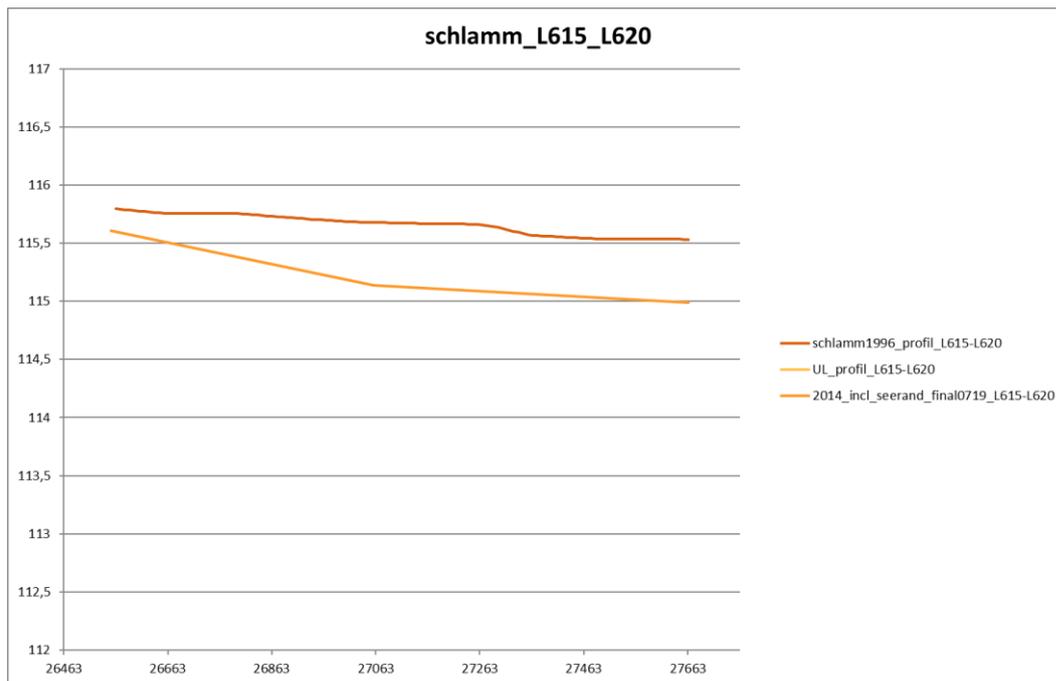


Abb. 72. Pseudo-Profil L615_L620 (Profilsegment Schilfgürtel), Sedimentoberkante, Farbzuordnung siehe Abb. 52

Figure 72. Pseudo-profile L615_L620 (profile segment reed belt), sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

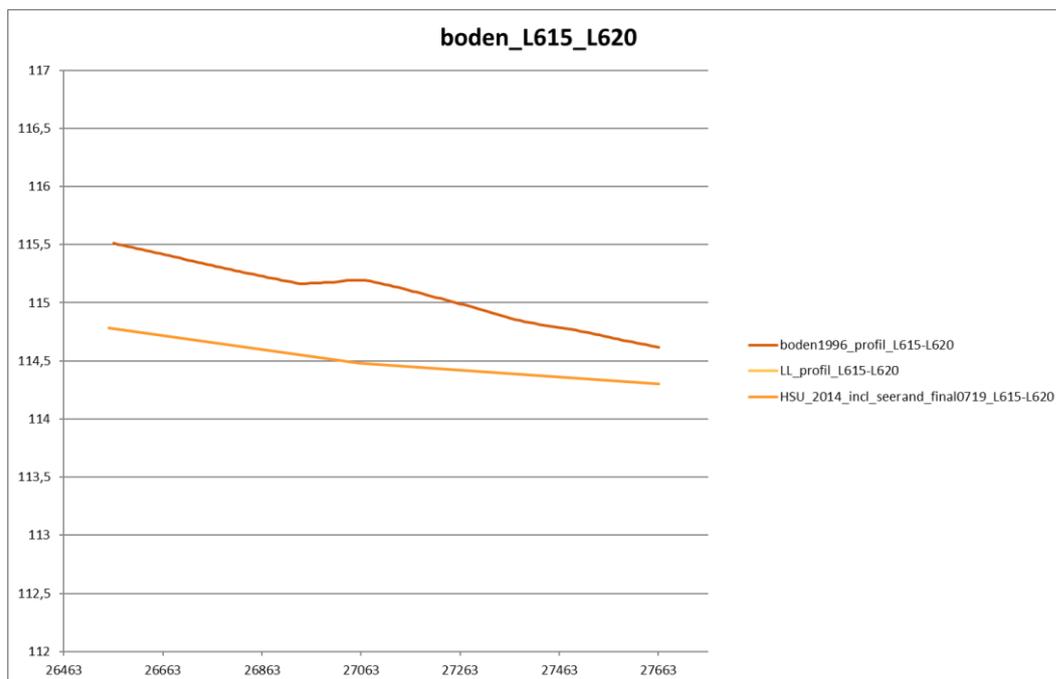


Abb. 73. Pseudo-Profil L615_L620 (Profilsegment Schilfgürtel), Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzuordnung siehe Abb. 53.

Figure 73. Pseudo-profile L615_L620 (profile segment reed belt), sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

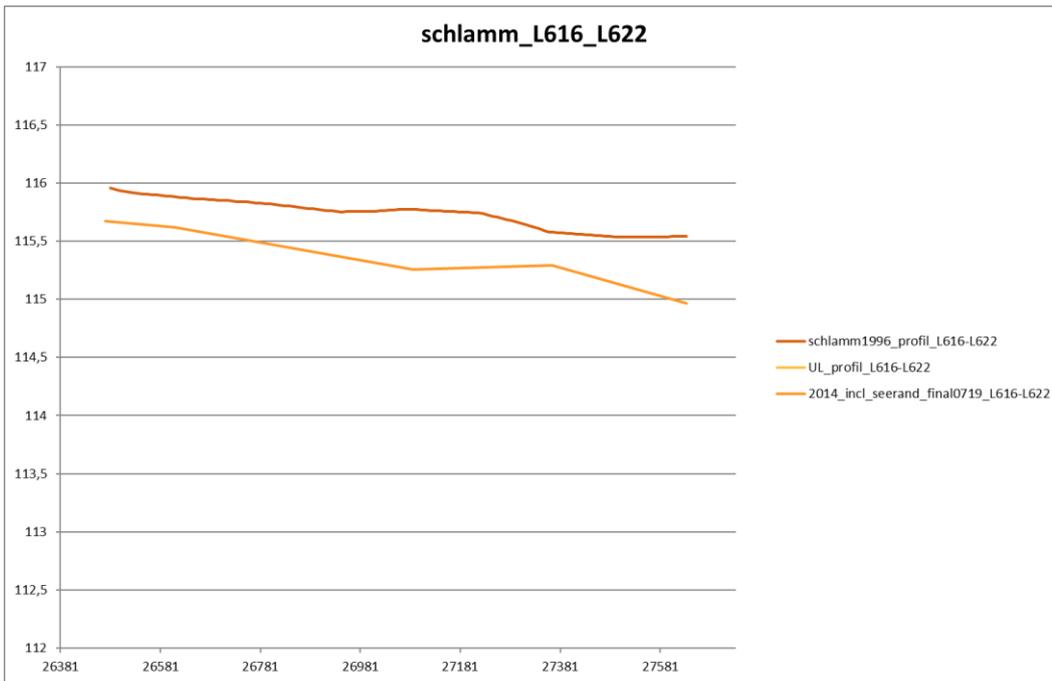


Abb. 74. Pseudo-Profil L616_L622 (Profilsegment Schilfgürtel), Sedimentoberkante, Farbzuordnung siehe Abb. 52

Figure 74. Pseudo-profile L616_L622 (profile segment reed belt), sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

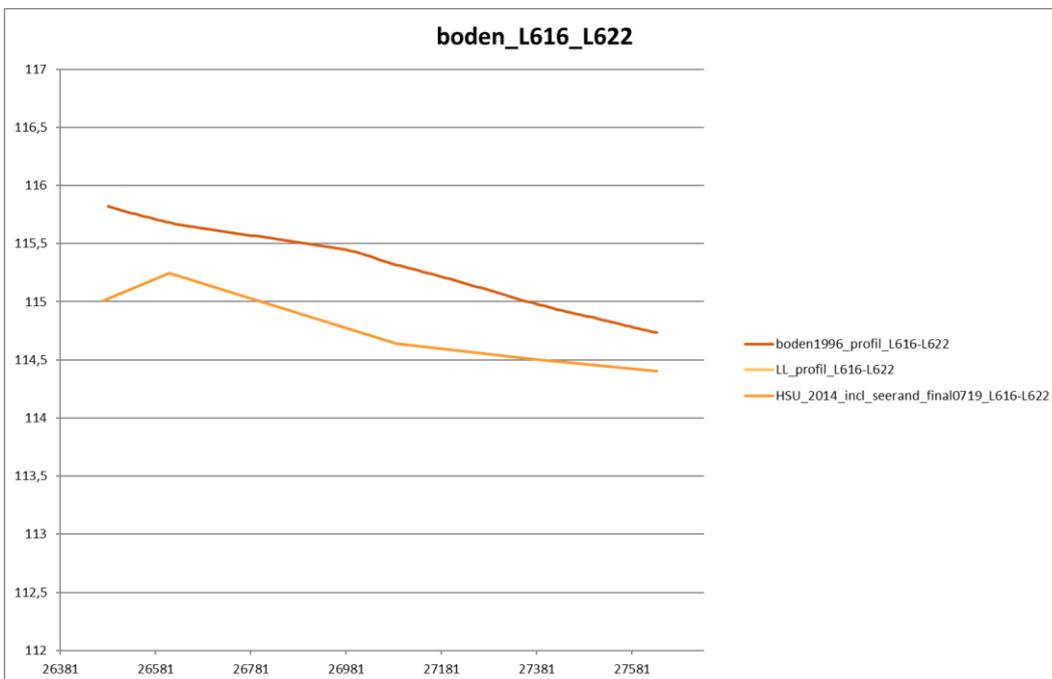


Abb. 75. Pseudo-Profil L616_L622 (Profilsegment Schilfgürtel), Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzuordnung siehe Abb. 53.

Figure 75. Pseudo-profile L616_L622 (profile segment reed belt), sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

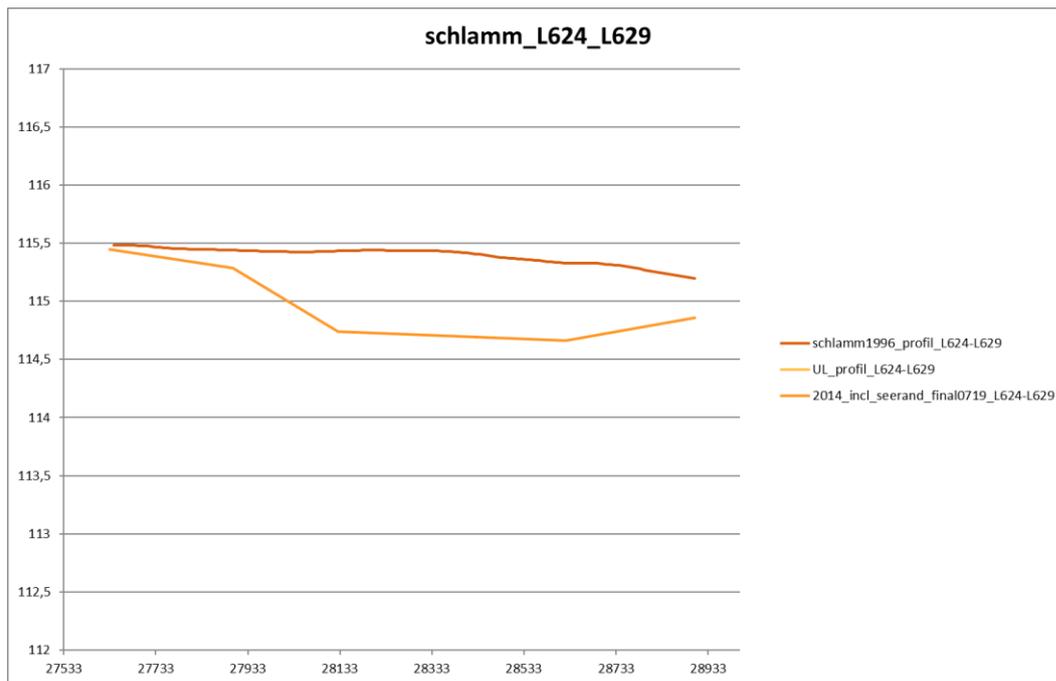


Abb. 76. Pseudo-Profil L624_L629 (Profilsegment Schilfgürtel), Sedimentoberkante, Farbzuordnung siehe Abb. 52

Figure 76. Pseudo-profile L624_L629 (profile segment reed belt), sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

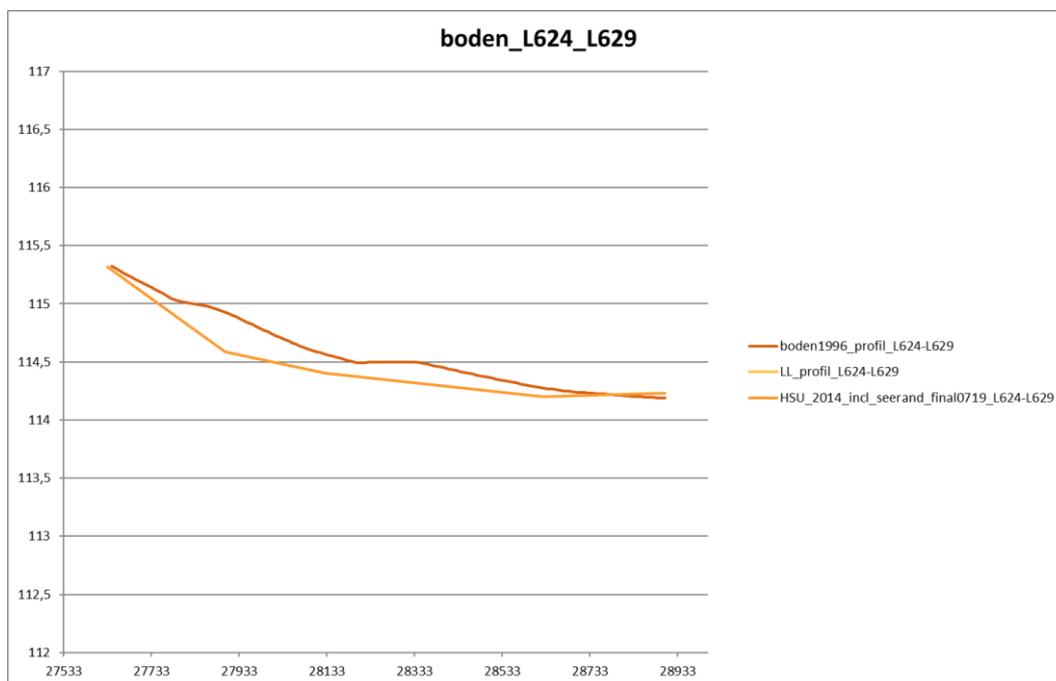


Abb. 77. Pseudo-Profil L624_L629 (Profilsegment Schilfgürtel), Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzuordnung siehe Abb. 53.

Figure 77. Pseudo-profile L624_L629 (profile segment reed belt), sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

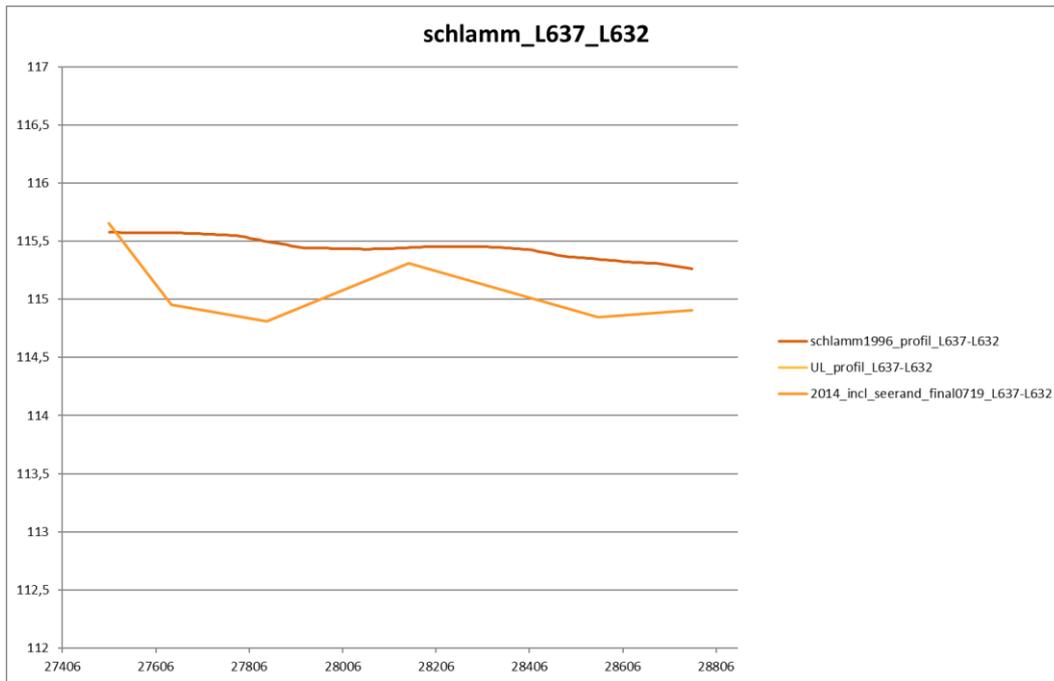


Abb. 78. Pseudo-Profil L637_L632 (Profilssegment Schilfgürtel), Sedimentoberkante, Farbzuordnung siehe Abb. 52

Figure 78. Pseudo-profile L637_L632 (profile segment reed belt), sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

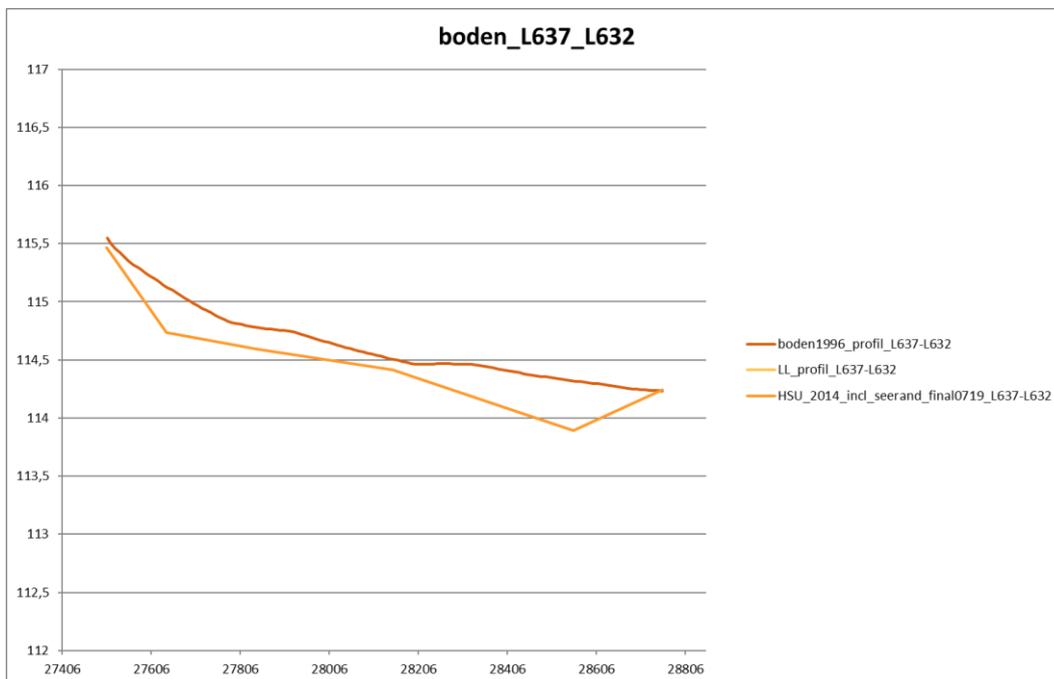


Abb. 79. Pseudo-Profil L637_L632 (Profilssegment Schilfgürtel), Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzuordnung siehe Abb. 53.

Figure 79. Pseudo-profile L637_L632 (profile segment reed belt), sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

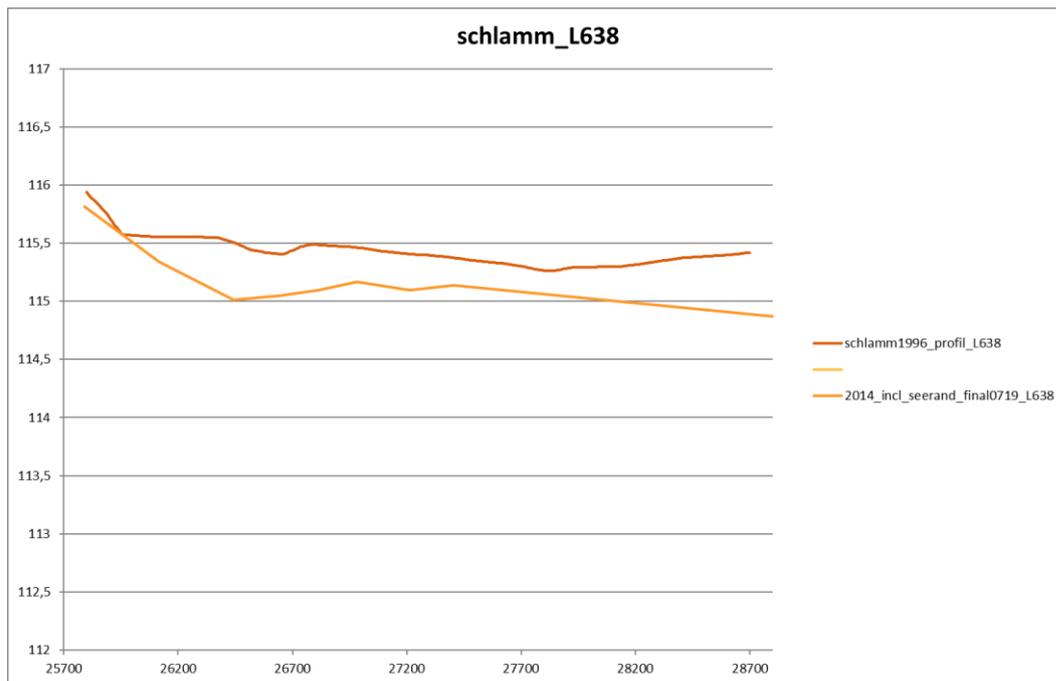


Abb. 80. Pseudo-Profil L638 (Profilsegment Schilfgürtel), Sedimentoberkante, Farbzordnung siehe Abb. 52

Figure 80. Pseudo-profile L638 (profile segment reed belt), sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

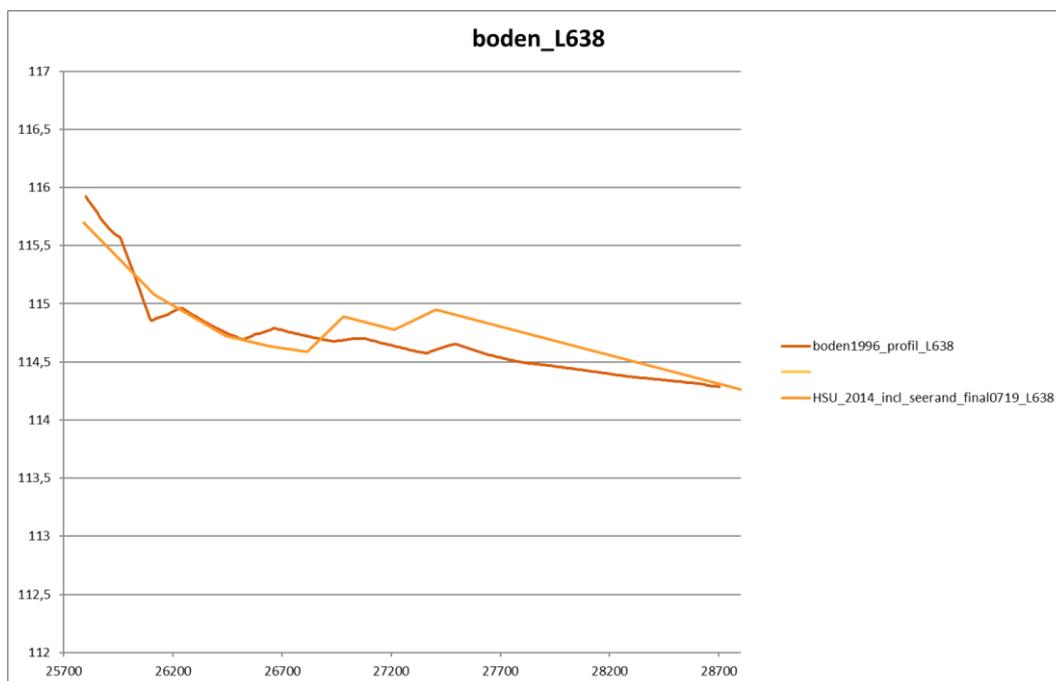


Abb. 81. Pseudo-Profil L638 (Profilsegment Schilfgürtel), Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzordnung Abb. 53.

Figure 81. Pseudo-profile L638 (profile segment reed belt), sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

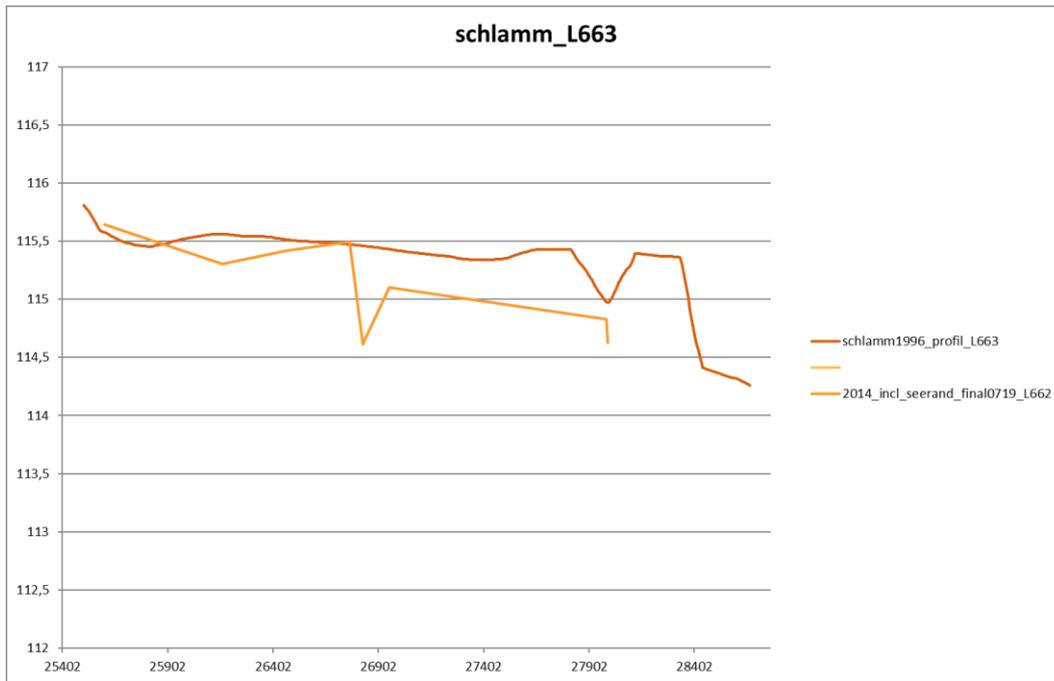


Abb. 82. Pseudo-Profil L663 (Profilsegment Schilfgürtel), Sedimentoberkante, Farbzuordnung siehe Abb. 52

Figure 82. Pseudo-profile L663 (profile segment reed belt), sediment surface level, color assignment as shown in Figure 52.

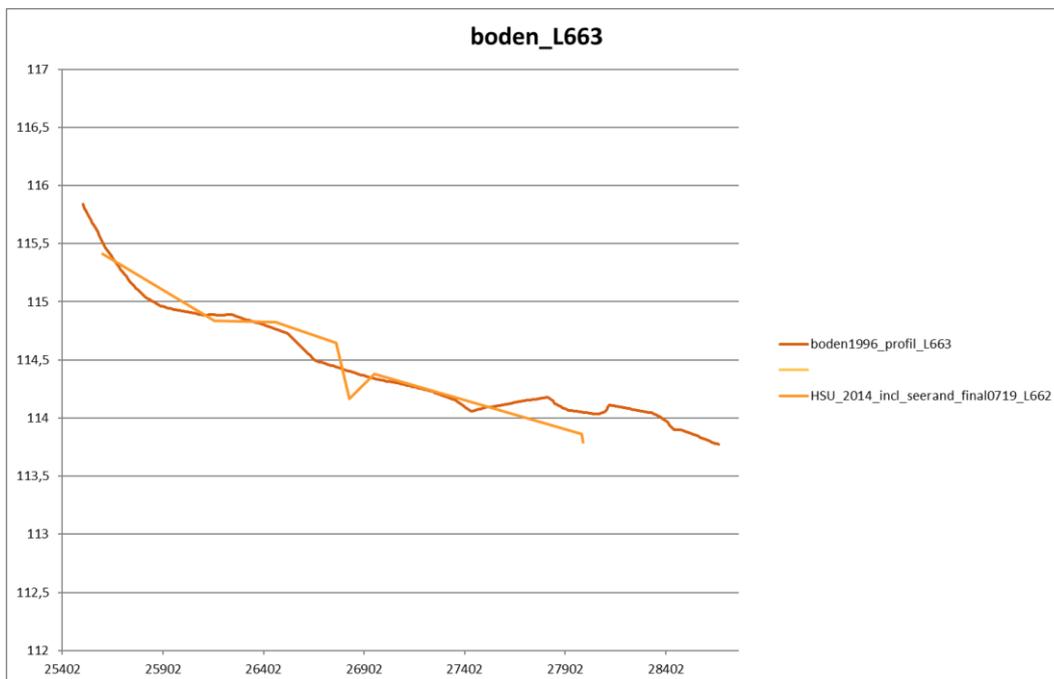


Abb. 83. Pseudo-Profil L663 (Profilsegment Schilfgürtel), Sedimentunterkante (fester Boden), Farbzuordnung siehe Abb. 53

Figure 83. Pseudo-profile L663 (profile segment reed belt), sediment bottom level (solid ground), color assignment as shown in Figure 53.

7.3 Schlammabaggerungen laut Wasserbuch

Information on sediment dredging available in the Water Code of the provincial government of Burgenland, Dept. 5 Baudirektion, from 2004/2005 to 2020

Tabelle 3. Angaben zu Schlammabaggerungen im Wasserbuch des Amtes der Bgld. Landesregierung, Abt. 5 Baudirektion, im Zeitraum 2004/2005 bis 2020.

Table 3. Data on sediment dredging according to water book at the Government of Burgenland, Dpt. 5 Baudirektion, in the period 2004/2005 to 2020.

Gemeinde	Umsetzung	Gst. Nr. / Bereich	Bescheidzahl	Bescheid-datum	Entnahme m ³	Anmerkungen
Breitenbrunn	2004-2005	4488/2	5-W-A1759/27-2003	09.12.03		1500 m ³ Trockensubstanz
Breitenbrunn	2009-2011	"Bereich 5er Steg und Außenmole"	5-W-A1759/71-2009	14.05.09		1500 m ³ Trockensubstanz
Breitenbrunn	2014-2016	4488/2, 4504	5-W-A1759/82-2013	19.12.13		5000 m ³ Trockensubstanz
Breitenbrunn	2019-2021	4504, 4488/2	EU-09-06-380-30	28.11.18		8000 m ³ Trockensubstanz
Jois	2010-2011	Inselwelt	ND-09-06-2850-17-2010	03.11.10		k.A. zur Kubatur
Mörbisch	2017	6064/240	EU-09-06-203-25	10.02.17	1 115	
Mörbisch	2017-2019	6039/248, 6064/110, 6064/240	EU-09-06-1213-8	19.12.17		geräumte Fläche 15.000 m ² , k.A. zur Kubatur
Neusiedl	2006	Refugium, Kanäle	5-W-A1826/8-2006	05.09.06	1 600	
Neusiedl	2013	5770/43, 5770/37, 5770/39, 5770/44	ND-09-06-2057-25-2013	21.01.13	9 000	
Neusiedl	2013	5770/43	ND-09-06-2057-34-2013	09.04.13	6 000	
Neusiedl	2018	5770/37	ND-09-06-3697-52-2017	22.12.17	17 000	
Neusiedl	2010-2013	5770/52-86	ND-09-06-2218-33-2009	05.10.09	570	
Neusiedl	2013-2014	5770/32, 5770/33, 5770/43	ND-09-06-2057-78-2013	21.11.13		geräumte Fläche 1,80 ha, k.A. zur Kubatur
Neusiedl	2013-2014	5770/17	ND-09-06-3341-40-2013	28.07.14		k.A. zur Kubatur
Neusiedl	2014-2016	Refugium, Kanäle	ND-09-06-3474-19/42	04.03.15	6 600	
Neusiedl	2017-2018	5770/43	ND-09-06-3697-21-2017	16.02.17	9 000	
Neusiedl	2018-2021	5770/17	ND-09-06-3341-66-2018	16.10.18	10 000	
Podersdorf	2004-2007	8308, 6237/1	5-W-A3264/7-2005	21.03.05		Fläche 16.000 m ² , k.A. zur Kubatur
Podersdorf	2015-2016	8308, 6237/77, 6237/1	ND-09-06-3330-32-2015	06.10.15	7 500	
Podersdorf	2018-2019	8308, 6237/1	ND-09-06-3330-66-2018	19.10.18	17 000	
Podersdorf	2018-2019	6237/109	ND-09-06-3810-12-2018	03.01.18	3 500	
Rust	2005-2006	4089 (Yachtclub)	5-W-A2483/7-2004	29.11.04	11 100	
Weiden	2006	1938/1	5-W-A2403/16-2006	10.03.06		k.A. zur Kubatur
Weiden	2017	1940/9, 1940/368	ND-09-06-3755-18-2017	16.02.17		k.A. zur Kubatur
Weiden	2008-2009	Seepark Bauteil II, Halbinsel V	5-W-A1596/12-2008	15.05.08	12 000	