

Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen: Verfahrenserprobung (BoStA-MAP) und Stichprobenkartierung am Bodensee

Jörg Ostendorp

ecodatadesign, Birkenstraße 50, D-45133 Essen

ostendorp@ecodatadesign.de

Wolfgang Ostendorp

Limnologisches Institut der Universität Konstanz, D-78464 Konstanz

wolfgang.ostendorp@uni-konstanz.de

**Bericht der AG Umweltphysik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz
Dezember 2022**

Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen



Zitiervorschlag:

OSTENDORP, J. & OSTENDORP, W. (2022): Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen: Verfahrenserprobung (BoStA-MAP) und Stichprobenkartierung am Bodensee. – Bericht der AG Umweltphysik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz für das SuBoLakes-Projekt. Konstanz, 24 S.

Kurzzusammenfassung

Nach dem BoStA-MAP-Verfahren wurden in 29 ausgewählten, 1 km langen Uferabschnitten des Bodensees die dort vorhandenen Bootsstationierungsanlagen (BoStA), ihre Strukturelemente, Ausstattungselemente und Bootsliegeplätze kartiert. Insgesamt konnten so 121 BoStA mit einer Gesamtfläche von knapp 0,6 km² und 2.912 Bootsliegeplätze erfasst und typisiert werden.

Gemäß dieser Typisierung wurde der spezifische Flächenbedarf für die Liegeplätze bezogen auf die BoStA insgesamt und bezogen auf den eigentlichen Stationierungsbereich (Liegefläche) berechnet.

Die Ergebnisse dieser Stichprobenkartierung wurden anschließend einem Vergleich mit einer älteren Kartierung der Uferstruktur des Bodensees unterzogen (TEIBER 2002), die für den gesamten See vorliegt. Es konnte gezeigt werden, dass es deutliche Unterschiede bei der Kartierung von BoStA-Typen mit fehlender oder sehr gering ausgeprägter Infrastruktur gibt. Die Gesamtflächen und die räumliche Verteilung großer Anlagen waren jedoch sehr ähnlich.

Abstract

OSTENDORP, J. & OSTENDORP, W. (2022): Berth-specific land consumption of boat-stationing facilities. Procedure testing (BoStA-MAP) and sample mapping at Lake Constance. - Report of the Environmental Physics Group at the Limnological Institute of the University of Konstanz for the SuBoLakes project of the German Federal Environmental Foundation (Deutsche Bundesstiftung Umwelt, DBU). Konstanz, 24 pp.

According to the BoStA-MAP procedure, in 29 randomly selected 1 km long shore sections of Lake Constance, the existing BoStA, their structural elements, equipment elements and boat berths were mapped. In total, 121 BoStA with a total area of almost 0.6 km² and 2,912 boat berths were identified and typified.

According to this typification, the specific area used by a berth place was calculated in relation to the BoStA area in total and in relation to the actual berth area.

The results of this survey were then compared with an older mapping of the shore structure of Lake Constance (TEIBER 2002), which is available for the entire lake. We demonstrate that there are significant differences in the mapping of BoStA types with missing or very low infrastructure. However, the total area and spatial distribution of large berthing facilities were very similar.



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Methodik und Quellen	1
2.1	Stichprobenkartierung	1
2.1.1	Das BoStA-MAP-Verfahren	1
2.1.2	Geoprocessing	2
2.1.3	Auswahl der Stichprobenflächen.....	2
2.1.4	Geländebegehung - Ground truth	2
2.1.5	Datenquellen.....	3
2.1.6	Anmerkungen zur Kartierung im GIS	3
2.1.6.1	Räumliche und inhaltliche Abgrenzung von Bootsstationierungsanlagen	3
2.1.6.2	Zeitlicher Versatz zwischen Luftbildquelle und tatsächlicher Situation	4
2.1.6.3	Nicht verortete Ausstattungselemente	5
2.1.6.4	Ausweisung von Potentialflächen	5
2.1.6.5	Ausweisung von Wasseraustauschpotentialflächen	6
2.2	Harmonisierung der Daten aus der IBK-Kartierung.....	6
3	Ergebnisse	7
3.1	Die Stichprobenflächen	7
3.2	Absoluter und liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen	7
3.3	Weitere Liegeplatz-Charakteristika.....	16
3.3.1	Datenqualität	16
3.3.2	Wasseraustauschpotential.....	16
3.4	Ausstattungselemente.....	16
3.5	Vergleich der Stichprobenkartierung mit der Kartierung der IBK.....	17
4	Diskussion	22
5	Literatur- und Quellenverzeichnis	24



1 Einleitung

Der vorliegende Bericht ist Teil der Untersuchungen des vierten Arbeitspaketes (AP4) *Flächenbedarf und Flächenverbrauch* im Projekt *SuBoLakes – Umweltverträgliche Freizeitschifffahrt auf Seen in Deutschland*, das durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert wird (<https://www.subolakes.de/projekt/>).

Das AP4 untersucht den planerischen Flächenbedarf und den tatsächlichen Flächenverbrauch der ruhenden Freizeit- und Fahrgastschifffahrt hinsichtlich der zu erwartenden Auswirkungen auf die Ufer-Ökosysteme und der möglichen Erhaltungsrisiken für Unterwasser- und Feuchtbodendenkmäler. Gebietskulisse sind der Bodensee sowie Seen in Bayern und Brandenburg.

Der vorliegende Bericht schließt an die Entwicklung des BoStA-MAP-Verfahrens zur Erfassung von Bootsstationierungsanlagen und ihrer Struktur- und Ausstattungselemente an (OSTENDORP & OSTENDORP 2022a). Vorausgegangen war die Ermittlung des Flächenverbrauchs am Bodensee auf Basis der sog. IBK-Kartierung nach TEIBER (2002). Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden in OSTENDORP & OSTENDORP (2022b) dargestellt.

Gegenstand des vorliegenden Berichts sind:

1. die Erprobung des BoStA-MAP-Verfahrens an einer konkreten Gebietskulisse,
2. die Ermittlung des Flächenverbrauchs von unterschiedlichen Bootsstationierungsanlagen in ausgewählten Uferabschnitten am Bodensee (Stichprobenkartierung),
3. ein Vergleich dieser Stichprobenkartierung mit den Ergebnissen aus der geringfügig angepassten IBK-Kartierung.

Die Erkenntnisse zu Flächenverbrauch, Bauweisen, Strukturen, Ausstattung und Nutzung der Bootsstationierungsanlagen sollen im weiteren Verlauf des *SuBoLakes*-Projektes in die Entwicklung eines Bewertungssystems einfließen, auf dessen Basis Empfehlungen für die umweltverträgliche Lenkung der Freizeitschifffahrt ausgesprochen werden können.

2 Methodik und Quellen

2.1 Stichprobenkartierung

2.1.1 Das BoStA-MAP-Verfahren

Das BoStA-MAP-Verfahren, nach dem diese Stichprobenkartierung durchgeführt wurde, ist in OSTENDORP & OSTENDORP (2022a) ausführlich beschrieben. Hierbei werden auf Basis von Luftbildquellen eine Reihe von Komponenten in einem Geografischen Informationssystem (z. B. QGIS) digitalisiert und die Ergebnisse in einer strukturierten Datenbank (z. B. MS Access) zusammengeführt. Hier erfolgt auch die Typisierung der Komponenten nach den jeweiligen Objekttypenkatalogen und die Eingabe weiterer Sachdaten.

Bei den Komponenten handelt es sich um:

- (1) Bootsstationierungsanlagen („BoStA“; Polygon-Layer; berechnet aus den Strukturelementen),
- (2) Strukturelemente der Bootsstationierungsanlagen („STE“; Polygon-Layer),
- (3) Bootsliegeplätze („LP“; Punkt-Layer),
- (4) verortete Ausstattungselemente („AEvo“; Punkt-Layer),
- (5) Potentialflächen („PF“; Polygon-Layer),
- (6) Wasseraustauschpotentialflächen („WA“; Polygon-Layer).

Eine weitere Komponente, die

- (7) nicht verorteten Ausstattungselemente,

wird nur in Form von Sachdaten in der Datenbank erfasst.

Im Verlauf der Kartierung wurden zunächst die einzelnen Strukturelemente kartiert, dann nach und nach die weiteren Komponenten. Zum Abschluss konnte aus der Summe aller Strukturelemente-Geometrien der BoStA-Layer automatisch per *dissolve*-Befehl in ArcMap erzeugt werden.

Das Verfahren ist insofern einfach gehalten und setzt auf der klaren Anwendbarkeit der verschiedenen Objekttypenkataloge auf. Einzige als solche zu benennende Kartiervorschrift ist, dass sich Strukturelemente nicht überlappen dürfen.

Die GIS-Arbeiten wurden mit QGIS 3.2x und ArcMap 10.4 durchgeführt. Koordinatenbezugssystem war UTM32N (EPSG 25832). Die Datenbank-Arbeiten erfolgten mit MS Access (Office 365).

2.1.2 Geoprocessing

Für die Auswertung der Flächengrößen von Bootsstationierungsanlagen und Strukturelementen, ihrer Position bezogen auf Potentialfläche (PF) und Wasseraustauschpotentialfläche (WA) war es lediglich notwendig, ein *Intersect* der Layer

- (1) $WA \times PF$ sowie
- (2) $STE \times WA \times PF$

durchzuführen und anschließend die Flächen der Teilgeometrien zu berechnen. Die weiteren Auswertungen erfolgten in der Datenbank, in der die oben genannten *Intersect*-Layer wiederum verknüpft sind.

Die Zuordnung von (i) Ausstattungselementen zu einer BoStA bzw. von (ii) Liegeplätzen zu Strukturelementen erfolgte bereits bei Anlage der Datensätze in der Datenbank. Eine Verschneidung zwischen ihnen war somit nicht mehr nötig.

Durchzuführen war abschließend nur noch ein *Intersect* zwischen

- (3) $LP \times WA \times PF$

um ermitteln zu können, in welchem Typ der Wasseraustauschpotentialflächen sich ein Liegeplatz befindet.

2.1.3 Auswahl der Stichprobenflächen

Da eine seeumfassende Kartierung im AP4 des *SuBoLakes*-Projekts nicht budgetiert war, wurde eine Zufallsstichprobe von 10 % der Kilometer-Abschnitte ($n = 289$ km Uferlänge) untersucht.

Als Stichprobenflächen wurden 1 km lange Uferabschnitte gewählt, die sich in gleichmäßigen Abständen entlang einer Bezugsuferlinie verteilen. Als Bezugsuferlinie diente dabei die aus der Bodensee-Uferbewertung der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB 2017) mit den in OSTENDORP & OSTENDORP (2022b) genannten Anpassungen hinsichtlich der Neuorientierung im Uhrzeigersinn und der Transformation in das amtliche UTM-Koordinatensystem (EPSG 25832).

Der Startpunkt, d. h. der erste aus 10 Uferabschnitten wurde durch eine Zufallszahl zwischen 1 und 10 ermittelt (hier: km-Abschnitt 007). Alle weiteren Abschnitte ergaben sich durch Addition von 10 (also: km-Abschnitte 017 bis 287). Damit waren alle Seeteile und Gebietseinheiten gleichmäßig berücksichtigt.

Insofern diese Abgrenzung zu einer Zerschneidung einer BoStA geführt hätte, wurden End- und Anfangspunkt des Uferabschnittes so versetzt, dass die BoStA entweder innerhalb oder außerhalb des Abschnitts lag. Dabei wurde die ursprüngliche Länge des Uferabschnitts soweit möglich beibehalten. Eine Ausnahme hiervon bildeten die großen (und homogenen) Bojenfelder, die zerschnitten werden durften (vgl. Kapitel 2.2).

2.1.4 Geländebegehung - Ground truth

Insoweit rechtlich (Auslassung eingezäunter Privatgrundstücke) und topografisch möglich, wurden alle Stichprobenflächen landseitig begangen und die vorkommenden Bootsstationierungsanlagen katalogisiert und fotodokumentiert. Diese Geländebegehung fand zwischen Mitte Februar und Anfang Mai 2022 statt.

2.1.5 Datenquellen

Die wichtigsten Datenquellen für die räumliche Abgrenzung und Typisierung der Bootsstationierungsanlagen und ihrer Komponenten waren amtliche Digitale Orthofotos (DOP) und die Fotodokumentation der eigenen Geländebegehung. Bei den digitalen Orthofotos handelte es sich um die zum Zeitpunkt der Kartierung aktuellen:

- DOP20 des Landesamts für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL BW) (<https://www.lgl-bw.de/Produkte/Geodaten/Digitale-Orthophotos/>) bereitgestellt via WMS,
- DOP10 des Vorarlberger Geografischen Informationssystems (VoGIS) (http://vogis.cnv.at/mapserver/mapserv?map=i_luftbilder_r_wms.map&version=1.3.0),
- DOP10 des Schweizerischen Bundesamtes für Landestopografie swisstopo (<https://www.swisstopo.admin.ch/de/geodata/images/ortho/swissimage10.html>).

Die bayrische Stichprobenfläche in Lindau (km 167) wurde dabei durch die DOP10 aus Vorarlberg abgedeckt. Die ebenfalls in Bayern gelegene Stichprobenfläche km 157 wurde nach den in

- Google Earth (Tile-Server: <https://mt1.google.com/vt/lyrs=s&x={x}&y={y}&z={z}>)

dargestellten Luftbildern kartiert.

Als weitere Datenquellen sind zu nennen:

- die Bezugsuferlinie der IGKB wie oben angegeben,
- die Tiefenvermessungsdaten der IGKB, aus der die Isohypsen für die Mittelwasserlinien (Untersee und Seerhein 395,02 m NHN, Obersee 395,23 m NHN) sowie für die Potentialfläche abgeleitet wurden (IGKB 2016),
- die Hafenmeister-Tabelle der *Internationalen Bodensee + Boot-Nachrichten* (IBN) mit Stand Mai 2021 (IBN 2021), nach welcher die nichtverorteten Ausstattungselemente erfasst wurden,
- Google Maps (<https://www.google.de/maps/>) für stereoskopische Ansichten und StreetView-Fotos.

2.1.6 Anmerkungen zur Kartierung im GIS

2.1.6.1 Räumliche und inhaltliche Abgrenzung von Bootsstationierungsanlagen

Eine wesentliche Frage zur Ermittlung des Flächenverbrauchs von Bootsstationierungsanlagen ist die nach ihrer exakten räumlichen Abgrenzung. Ein Hafen beispielsweise besteht aus mehreren Strukturelementen, von denen viele einer gemischten Nutzung unterliegen. Somit stellte sich regelmäßig die Frage: Wo fängt eine BoStA an, wo genau hört sie auf, welche Strukturelemente gehören noch dazu, welche nicht? Eine ähnliche Frage ergab sich, wenn zwei aneinandergrenzende BoStA sich ein Strukturelement, z. B. einen Zufahrtsweg, teilen.

Während sich für die zweite Frage eine einfache Lösung formulieren lässt, indem die gemeinsam genutzten Strukturelemente zur Hälfte der einen und zur Hälfte der anderen BoStA zugeschlagen werden, bleibt eine Antwort auf die erste Frage im Einzelfall unscharf.

Beispiel: Für die vorliegende Kartierung wurde z. B. in Hagnau auch ein weit außerhalb der Potentialfläche gelegenes Trockenlager berücksichtigt, da eine unmittelbare funktionelle Anbindung an den See durch eine Zufahrtsstraße samt Bootsslip gegeben war. Die nördlich davon gelegenen Boote auf der gegenüberliegenden Straßenseite (rot eingekreist) wurden hingegen nicht berücksichtigt, da die Primärnutzung der Fläche eine andere ist (Obstbau) und eine nur kurzzeitige Lagerung der Boote angenommen wurde (

Abbildung 1).

Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen

Als weiteres Kriterium zur Abgrenzung von BoStA gegeneinander wurde ihr (mutmaßlicher) Betreiber herangezogen. Dies bedeutet, dass z. B. innerhalb eines einzelnen Hafenbeckens auch mehrere BoStA nebeneinander vorkommen können.

Beispiel: Hafenkomplex in Hard (AT) mit privater und beruflicher Schifffahrt sowie einem Werftbetrieb (

Abbildung 2).

Die Formulierung einer allgemeingültigen Kartiervorschrift zur Abgrenzung von BoStA, die alle Eventualitäten berücksichtigt, war jedoch nicht möglich. Die Kenngröße „BoStA-Anzahl“ hat auch deshalb eine nur eingeschränkte Aussagekraft.



Abbildung 1: Als BoStA berücksichtigte (grau unterlegte Fläche) und nicht berücksichtigte Bootsliegeplätze (roter Kreis) in Hagnau. Erläuterungen siehe Text. Hintergrund: Google Earth.

2.1.6.2 Zeitlicher Versatz zwischen Luftbildquelle und tatsächlicher Situation

Die Kartierung der einzelnen Komponenten erfolgte nach Stand der oben genannten Orthofotos. Diese geben mitunter nicht mehr die Situation wieder, die während der Geländebegehung in 2022 angetroffen wurde. Eine genaue Verortung von geänderten Strukturelementen (z. B. die Erweiterung oder Versetzung eines Steges) war ohne entsprechende Luftbildgrundlage jedoch nicht überall mit ausreichender Sicherheit möglich, so dass auf eine Korrektur generell verzichtet wurde.



Abbildung 2: Abgrenzung von Bootsstationierungsanlagen (grau unterlegte Flächen) im Hafenkomplex Hard (AT; Fläche 187) auch nach ihren mutmaßlichen Betreibern. Einzelheiten s. Text. Hintergrund: Google Earth.

2.1.6.3 Nicht verortete Ausstattungselemente

Primäre Datenquelle für die Erfassung der nicht verorteten Ausstattungselemente war die *Hafenmeistertabelle* der IBN (IBN 2021). Im Gegensatz zu verorteten Ausstattungselementen können nicht verortete Ausstattungselemente grundsätzlich auch dann erfasst werden, wenn sie sich nicht auf der kartierten BoStA-Fläche befinden, funktionell, aber eindeutig mit ihr in funktioneller Verbindung stehen.

Beispiel: ein durch Skipper (und externe Hafengäste) stark frequentierter Gastronomiebetrieb.

Nicht übernommen wurden jedoch Einträge der Hafenmeistertabelle, die sich offensichtlich auf externe bzw. allgemeine Serviceleistungen im Hafenumfeld bezogen, z. B. die Angabe „Tankstelle im Ort“ oder „Kiosk“, insofern dieser ein nicht klar erkennbarer Bestandteil der Bootsstationierungsanlage war.

2.1.6.4 Ausweisung von Potentialflächen

Die Ausweisung der Potentialflächen als Bezugsgröße zur Ermittlung der relativen Belastung eines Uferabschnitts durch Bootsstationierungsanlagen richtet sich nach der in OSTENDORP & OSTENDORP (2022a) dargestellten Definition. Die seeseitige Abgrenzung der Potentialfläche am Bodensee orientierte sich dabei an der Haldenkante, die für alle Seeteile bei 391 m NHN angesetzt wurde. Die landseitige Abgrenzung orientierte sich an der 397,5 m NHN-Isohypse.

In jedem Einzelfall wurden die Abgrenzungen an die tatsächliche topographische Situation angepasst, insbesondere bei Bojenfeldern, die über die Halde hinausragten oder im Falle von seenahen Aufschüttungen, die sich über das Niveau von 397,5 m NHN erstreckten.

2.1.6.5 Ausweisung von Wasseraustauschpotentialflächen

Die Digitalisierung von Wasseraustauschpotentialflächen orientiert sich für die Land-Wassergrenze an der Mittelwasserlinie (Untersee und Seerhein 395,02 m NHN, Obersee 395,23 m NHN) bzw. der Grenze entlang emers sichtbarer Einbauten wie Ufermauern oder Molen.

Die Unterscheidung zwischen Flächen mit *freiem bis wenig eingeschränktem* und *deutlich eingeschränktem* Wasseraustauschpotential erfolgte nach subjektiver Einschätzung.

2.2 Harmonisierung der Daten aus der IBK-Kartierung

Die genaue Aufbereitung und Adaption der Originaldaten der IBK-Kartierung wurde bereits in OSTENDORP & OSTENDORP (2022b) erläutert. Vereinfacht dargestellt, wurden den Geometrien aus der IBK-Kartierung entweder die BoStA-Typen aus dem entsprechenden Objektkatalog zugeordnet oder sie wurden verworfen. Änderungen an den Geometrien sollten nicht vorgenommen werden. Abweichend von dieser Vorgabe mussten für die hier dargestellte Vergleichsuntersuchung zwei IBK-Geometrien von Bojenfeldern auf dieselben Abschnittsgrenzen reduziert werden, wie dies auch bei der Stichprobenkartierung erfolgte (vgl. Abbildung 3). Andernfalls wäre kein sinnvoller Flächen-Vergleich möglich gewesen.

Ebenfalls wurden die vorhandenen Objekttypen-Zuordnungen aus OSTENDORP & OSTENDORP (2022b) noch einmal überprüft und in Einzelfällen neu bewertet. Zudem wurden einige veraltete Objekttypenbezeichnungen und Nummerierungen der BoStA an den aktuellen Stand des Objektkatalog angepasst.



Abbildung 3: Beispiel für die uferenkrechte Zerschneidung eines Bojenfeldes (links, hellblau) entlang der Grenze der Stichprobenfläche (rote Linie). Der westliche Teil des Bojenfeldes bleibt unberücksichtigt, obwohl er Teil der IBK-Geometrie war. Rechts: Steganlage Wangen mit unterschiedlich eingefärbten Strukturelementen. Rote Punkte – Liegeplätze. Hintergrund: DOP20 des LGL BW.

3 Ergebnisse

3.1 Die Stichprobenflächen

Die Abbildung 4 zeigt die räumliche Verteilung und ungefähre Größe der Potentialflächen aller 29 Stichprobenflächen am Bodensee. Die Nummerierung erfolgt im Uhrzeigersinn, zunächst für das Festland, danach für die Insel Mainau (nur Fläche 287). In Tabelle 1 werden die einzelnen Stichprobenflächen kurz charakterisiert. Auf eine kartografische Einzeldarstellung wird aufgrund der hierfür notwendigen sehr großen Zoomstufe verzichtet.

Insgesamt wurden durch die Stichprobenauswahl alle Bereiche des Bodensees abgedeckt. Sie umfassen Steilufer mit sehr kleinen und Flachufer mit sehr großen Potentialflächen, naturnahe und urbane Uferabschnitte, Bereiche mit vielen sehr kleinen Bootsstationierungsanlagen als auch solche mit großen Hafenkplexen. Ebenso sind alle drei Seeteile (Obersee, Übersee, Untersee) und alle relevanten Verwaltungseinheiten repräsentiert.

Eine Sonderstellung nimmt die Fläche 287 vor der Insel Mainau ein (Abbildung 5). Zum einen ist sie diejenige Fläche mit dem größten Verhältnis Bootsstationierungsanlagen zu Potentialfläche (75%). Zum anderen handelt es sich bei der Bootsstationierungsanlage um den Objekttyp *1.1 Ankerplatz*, also den einzigen Objekttypen, der im strengen Sinn keine Anlage mit Infrastruktur darstellt, sondern allein aufgrund seiner regelmäßigen, wiederkehrenden Nutzung erfasst wird. Auf die Besonderheit dieser Fläche wird in den nachfolgenden Ergebnissen mehrfach verwiesen.

3.2 Absoluter und liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen

Der von uns erhobene Datensatz eröffnet zahlreiche Auswertungs- und Darstellungsoptionen unter unterschiedlichen Gesichtspunkten und Fragestellungen. Ein wichtiger Aspekt ist die Flächeninanspruchnahme, die absolut oder bezogen auf einen Liegeplatz angegeben werden kann (‘liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch‘). Dabei können entweder nur die unmittelbaren Liegeflächen oder die nautisch notwendigen Infrastrukturflächen oder die Gesamtfläche der BoStA einschließlich der Suprastrukturflächen berechnet werden (vgl. auch Abbildung 6; Begriffe: s. OSTENDORP & OSTENDORP 2022a, Abschn. 2.2, Tab. 4).

Als Bezugsgröße dient der faktische Liegeplatz, d. h. eine Land- oder Wasserfläche, die tatsächlich als Liegeplatz genutzt wird, unabhängig davon, ob der Liegeplatz behördlich genehmigt ist oder nicht. Dabei ist zu beachten, dass die Anzahl der Liegeplätze nicht zwangsläufig der Anzahl an Booten entspricht, insofern diese im Jahresverlauf zwischen Wasser- und Trockenliegeplatz wechseln. Bei einigen BoStA-Typen ist darüber hinaus von temporären Liegeplätzen auszugehen, etwa bei einigen Trockenliegeplätzen in Häfen, die auch während der Saison teils mit Booten belegt sind. Im Folgenden fließen alle Liegeplätze in die Betrachtung ein.

Die Tabelle 2 gibt ein Gesamtbild des absoluten Flächenverbrauchs innerhalb der Stichprobenflächen am Bodensee wieder. Die gesamte Potentialfläche aller 29 Uferabschnitte beträgt dabei rund 7,9 km², was einer durchschnittlichen Breite von ca. 270 m der Uferabschnitte entspricht. Je nach Breite der Uferplattform ergeben sich erhebliche Abweichungen von diesem Mittelwert. Mit 6,1 km² erstrecken sich knapp 80 % der Potentialfläche auf Wasserflächen unterhalb der Mittelwasserlinie.

Insgesamt wurden 121 BoStA und 2.912 Liegeplätze identifiziert. Dies entspricht etwa 4 BoStA und 100 Liegeplätze je km Uferabschnitt. Bei der Anzahl der Bootsstationierungsanlagen muss allerdings berücksichtigt werden, dass es sich um eine aussageschwache Kenngröße handelt, da unterschiedliche BoStA-Typen wie ein einzelner Strandliegeplatz und ein großer Sportboothafen gleichermaßen als eine Einheit gezählt wurden.

Die Gesamtfläche aller BoStA beträgt knapp 0,6 km², was etwa 7,5% der Potentialfläche entspricht. Davon liegen ca. 80 % der Fläche unterhalb und 20% oberhalb der Mittelwasserlinie. Ein ähnliches Verhältnis ergab sich zwischen Wasser- und Landliegeplätzen (2.246 zu 666 LP). Nur ein geringer Teil der BoStA befand sich außerhalb der Potentialfläche (10.965 m²).

Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen

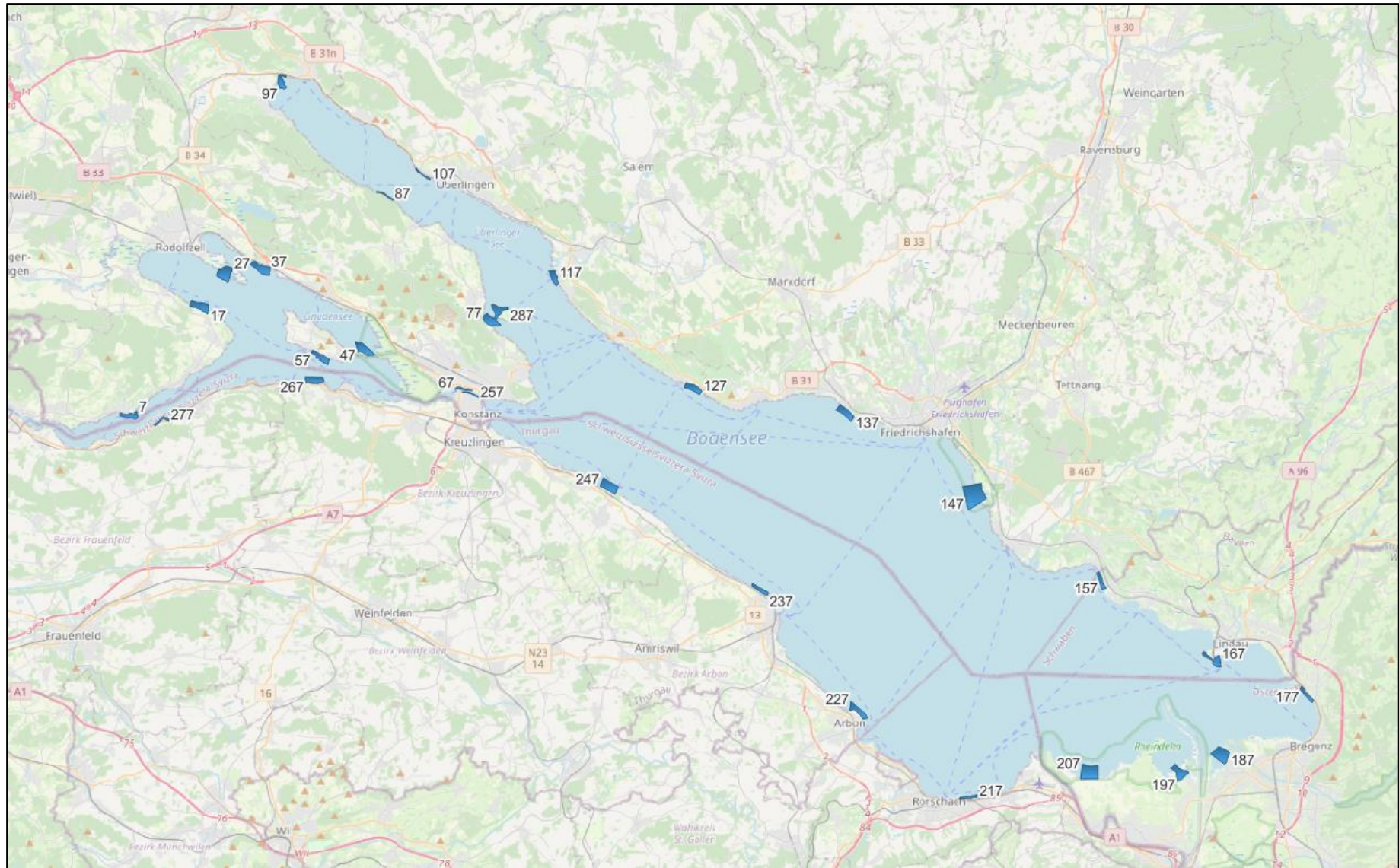


Abbildung 4: Lage der Stichprobenflächen am Bodensee mit Angabe der Kilometerbezeichnung entlang ihrer Bezugsuferlinie im Uhrzeigersinn. Kartenhintergrund: OpenStreetMap.

Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen

Tabelle 1: Charakterisierung der untersuchten Stichprobenflächen.

Abschnitt	Bezeichnung	Charakterisierung	Verwaltung*	Seeteil	Potentialfläche [m ²]	davon durch BoStA belegt
7	Wangen	Hafen und Bojenfelder in Ortskernlage	BW-KN	Untersee	189.842	24%
17	Gaienhofen-Gundholzen	Einzelstege im Schilfgürtel vor Eigenheim-Siedlung, umgeben von einem Naturschutzgebiet	BW-KN	Untersee	348.811	6%
27	Radolfzell-Mettnau	einzelne Landliegeplätze eines Kurbetriebs in ländlicher Umgebung am Rand eines Naturschutzgebiets	BW-KN	Untersee	426.264	0%
37	Reichenau-Schlafbach	Campingplatz in ländlicher Umgebung mit Landliegeplätzen	BW-KN	Untersee	359.733	1%
47	Reichenau-Schopflen	Naturschutzgebiet, keine BoStA	BW-KN	Untersee	340.463	0%
57	Reichenau-Ob.Rheinstraße	zahlreiche Strandliegeplätze, Stege und Kleinsthäfen vor privaten Anwesen in dörflicher Umgebung	BW-KN	Untersee	236.420	2%
67	Konstanz-Industriegebiet	Werftgelände und Steganlagen in städtischer Umgebung	BW-KN	Untersee	51.599	25%
77	Konstanz-Mainauried	Naturschutzgebiet, keine BoStA	BW-KN	Überlinger See	316.942	0%
87	Konstanz-Wallhausen	Landschaftsschutzgebiet an einem Steiluferabschnitt in ländlicher Umgebung, keine BoStA	BW-KN	Überlinger See	41.733	0%
97	Bodman-Ludwigshafen	Campingplatz in ländlicher Umgebung am Rand eines Naturschutzgebietes, keine BoStA	BW-KN	Überlinger See	216.550	0%
107	Überlingen-Goldbach	Uferpark (ehem. LGS-Gelände) in städtischer Umgebung mit individuellem Bootsslip vor privatem Anwesen	BW-FN	Überlinger See	44.026	0%
117	Unteruhldingen	Sportboothäfen und Landesteg der Passagierschifffahrt in Ortskernlage	BW-FN	Überlinger See	206.061	26%
127	Hagnau	Bojenfeld, kleinräumige Stege und Hafen in Ortsrandlage	BW-FN	Obersee	255.126	8%
137	Friedrichshafen-Manzell	naturnahes und vorgeschüttetes Ufer vor Industrieanlagen; keine BoStA	BW-FN	Obersee	309.930	0%
147	Eriskirch-Strandbad	Naturschutzgebiet mit Strandbad; keine BoStA	BW-FN	Obersee	1.021.738	0%
157	Nonnenhorn	kleine Stege, Slips, Landliegeplätze und Häfen vor privaten Anwesen in dörflicher Umgebung	BY-LI	Obersee	153.269	1%
167	Lindau-Insel	großer Verkehrshafen mit Steganlagen für Sportboote in städtischer Umgebung	BY-LI	Obersee	246.784	9%
177	Lochau	Sportboothafen am Rande eines Uferparks in dörflicher Umgebung	AT-VB	Obersee	139.391	14%
187	Hard	Häfen, Landestege, Werft und Landliegeplätze in Ortskernlage	AT-VB	Obersee	488.713	17%

Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen

Abschnitt	Bezeichnung	Charakterisierung	Verwaltung*	Seeteil	Potentialfläche [m ²]	davon durch BoStA belegt
197	Fußach-Rheindelta	Häfen und Werft in ländlicher Umgebung am Rand eines Naturschutzgebietes	AT_VB	Obersee	325.058	9%
207	Gaißau-Höchst	Sportboothafen in ländlicher Umgebung im Naturschutzgebiet	AT-VB	Obersee	603.216	3%
217	Rorschach-Rorschacherberg	Sportboothafen am Rande eines ehem. Industriegebiets in Ortskernlage	CH-SG	Obersee	88.429	4%
227	Arbon	Ortskernlage mit Uferauffüllungen, keine BoStA	CH-TG	Obersee	266.923	0%
237	Romanshorn-Holzenstein	Stege, Slips und Mauerliegeplätze vor privaten Anwesen in dörflicher Umgebung	CH-TG	Obersee	153.723	1%
247	Altnau	Sportboothafen, Landungssteg der Passagierschiffahrt und Werft in dörflicher Umgebung	CH-TG	Obersee	391.414	8%
257	Konstanz-Paradies	Mauerliegeplätze vor ehemal. Industrieareal in städtischer Umgebung	BW-KN	Untersee	28.185	59%
267	Ermatingen-Westerfeld	wenige Mauerliegeplätze vor privaten Anwesen	CH-TG	Untersee	272.811	0%
277	Steckborn-Glarisegg	wenige Mauerliegeplätze und Landliegeplätze vor privaten Anwesen	CH-TG	Untersee	67.421	2%
287	Konstanz - Insel Mainau	Privates Freizeitgelände mit ausgedehntem seeseitigem Ankergrund	BW-KN	Überlinger See	262.777	(75%)

* BW-KN – Baden-Württemberg Landkreis Konstanz; BW-FN – Baden-Württemberg Bodenseekreis; BY-Li – Bayern Lkrs. Lindau; AT-VB – Österreich Land Vorarlberg; CH-SG – Schweiz Kanton St. Gallen; CH-TG – Schweiz Kanton Thurgau.



Abbildung 5: Fläche 287 vor der Insel Mainau. Hintergrund: oben DOP20 LGL BW unten Google Earth. Unterschiedliche, aber regelmäßige Nutzungsintensität durch ankernde Boote auf einem im Objekttypenkatalog für Bootsstationierungsanlagen ausgewiesenen „Ankerplatz“ (Objekttyp 1.1). Rote Linie = Potentialfläche.

Tabelle 2: Übersicht über den absoluten Flächenverbrauch von BoStA und ihren Liegeplätzen in den untersuchten Stichprobenflächen (alle Widmungen).

Flächen	[m ²]
Potentialfläche gesamt [m ²]	7.853.353
- davon Wasserfläche	6.114.825
- davon Landfläche	1.738.528
BoStA-Gesamtfläche[m ²]	598.629
- davon im Wasser	476.399
- davon an Land	122.231
- BoStA innerhalb der Potentialfläche	587.665
- BoStA außerhalb der Potentialfläche	10.965

Mengen	[Anzahl]
Anzahl BoStA	121
Anzahl Liegeplätze	2912
- Wasserliegeplätze	2246
- Landliegeplätze	666

Wie eingangs beschrieben können zur Darstellung eines liegeplatzspezifischen Flächenverbrauchs verschiedene Bezugsflächen zugrunde gelegt werden. Im Folgenden sind dies (a) die Gesamtfläche der BoStA inkl. aller Infra- und Suprastrukturen und (b) die Liegeflächen von Booten, also der Bereich, in dem die Boote stationär verbracht werden. Abbildung 6 veranschaulicht diese Bezugsflächen am Beispiel des Hafens Unteruhldingen. Bei den Liegeflächen (Polygon) handelt es sich dementsprechend um einen Strukturelemente-Typ („STE“; vgl. Kapitel 2.1.1). Über diesen ist auch eindeutig definiert, ob es sich um Land- oder Wasserliegeflächen handelt. Die Liegeflächen können einen oder mehrere Liegeplätze enthalten, die als Punkt-Layer erfasst werden und den Liegeflächen zugeordnet sind. Für jede Liegefläche lässt sich somit die durchschnittliche Größe eines Liegeplatzes berechnen, für jeden Liegeflächen-Typ der gewichtete Mittelwert seiner Liegeplätze bzw. die gewichtete Standardabweichung (insofern es mehr als nur eine Liegefläche pro Liegeflächen-Typ gibt).

In Tabelle 3 sind der Flächenverbrauch der BoStA-Typen und die Anzahl ihrer Liegeplätze dargestellt. Tabelle 4 zeigt den Flächenverbrauch bezogen auf die Liegeflächen-Typen. Zur besseren Vergleichbarkeit auf Ebene der Einzelliegeplätze werden in den beiden Tabellen nur BoStA mit der Widmung „Sport- und Freizeitschiffahrt“ dargestellt. Sie machen mit 106 der 121 BoStA insgesamt den bei weitem größten Anteil aus. Da die Widmung von Bootsstationierungsanlagen und Strukturelementen unterschiedlich angegeben werden kann (z. B. ein Liegeplatz für die Berufsschiffahrt innerhalb eines Hafens mit überwiegender Sport- und Freizeitnutzung), weicht die Anzahl der Liegeplätze in beiden Tabellen voneinander ab.

(a) Flächenverbrauch nach BoStA-Typen

Der flächenmäßig größte BoStA-Typ ist mit fast 0,2 km² der 1.1 Ankerplatz (Tabelle 3). Es handelt sich hierbei jedoch ausschließlich um die bereits dargestellte Fläche im Uferabschnitt 287 der Insel Mainau. Es folgen 5.2 Hafen mit insgesamt 0,175 km² und 1.2 Ankerbojen(felder) mit 0,072 km². Alle weiteren Objekttypen besitzen deutlich geringere Flächen. Größer als 10.000 m² sind lediglich noch 2.2 Mauerliegeplätze (17.030 m²), 3.4 Bootssteganlagen/Pfahlstege (15.331 m²) und 3.5 Bootssteganlagen/Schwimmstege (13.630 m²).

Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen

Objekttyp mit der höchsten Anzahl an Liegeplätzen (1.290 LP) ist der 5.2 *Hafen*. Dies entspricht etwa 50% aller erfassten Liegeplätze. Es folgen 6.2 *Trockenlager* (288 LP), 2.2 *Mauerliegeplätze* (271 LP), 1.2 *Ankerbojen* (139 LP), 3.4 *Bootssteganlage/Pfahlstege* (114 LP) und 3.5 *Bootssteganlagen/Schwimmstege* (107 LP). Alle weiteren BoStA-Typen haben in Summe jeweils weniger als 50 Liegeplätze.

Hinsichtlich des liegeplatzspezifischen Flächenverbrauchs bezogen auf die BoStA-Gesamtfläche liegt erneut der 1.1 *Ankerplatz* im Uferabschnitt 287 vorn (4.920 m²/LP), gefolgt von 1.2 *Ankerbojen* (524 m²/LP). Der Flächenverbrauch für *Steganlagen* und *Häfen* (Objekttypen 3.3, 3.4, 5.2) kann jeweils bei ca. 125 m²/LP angesetzt werden, für 2.2 *Mauerliegeplätze* bei 63 m²/LP und für 6.2 *Trockenlager* bei 32 m²/LP. Die Variabilität zwischen den einzelnen Stationierungsanlagen eines Typs ist erheblich und zeigt, dass lokale Besonderheiten eine wichtige Rolle spielen.



Abbildung 6: Bezugsflächen (blau) für die Berechnung des liegeplatzspezifischen Flächenverbrauchs. Oben: Bezugsfläche „Gesamt-BoStA“ inkl. aller Infra- und Supra-Strukturen. Unten: Bezugsfläche „Liegefläche“. Die einzelnen Liegeplätze/Liegeplatzgruppen sind in Form roter Punkte dargestellt. Hafen Unteruhldingen. Luftbildhintergrund: Google Earth.

Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen

Tabelle 3 Gesamt-Flächenverbrauch und Liegeplatzanzahl der BoStA-Typen mit Widmung „Sport- und Freizeitschifffahrt“ und Liegeplatz-spezifischer Brutto-Flächenverbrauch.

BoStA-Typ	Anzahl BoStA	Fläche Land [m ²]	Fläche Wasser [m ²]	Fläche Gesamt [m ²]	Liegeplätze Land Anzahl	Liegeplätze Wasser Anzahl	Liegeplätze Gesamt Anzahl	Fläche pro Liegeplatz Mittelwert [m ²]	Fläche pro Liegeplatz StdAbw [m ²]
1.1 Ankerplatz	1	-	196.817	196.817	-	40	40	4.920	-
1.2 Ankerboje	5	-	72.891	72.891	-	139	139	524	63
2.2 Mauerliegeplatz	11	5.032	11.998	17.030	13	258	271	63	11
2.9 Pfähle u. Mauern (sonst.)	2	188	1.889	2.077	-	21	21	99	14
3.1 Bootssteg/Pfahlsteg	3	7	449	456	-	4	4	114	61
3.2 Bootssteg/Schwimmsteg	1	18	144	163	-	2	2	81	-
3.4 Bootssteganlage/Pfahlstege	2	4.359	10.972	15.331	10	114	124	124	13
3.5 Bootssteganlage/Schwimmstege	3	1.493	12.137	13.630	-	107	107	127	13
3.6 Bootssteganlage (sonst.)	2	1.789	7.842	9.630	-	40	40	241	707
4.1 Bootsschuppen	2	295	248	542	2	2	4	136	100
4.2 Bootshaus	1	11	25	36	-	1	1	36	-
5.1 Kleinsthafen	16	1.410	5.190	6.600	1	41	42	113	92
5.2 Hafen	11	61.176	114.206	175.382	154	1.136	1.290	122	33
6.1 Strandliegeplatz	19	2.735	20	2.755	45	-	45	61	34
6.2 Trockenlager	17	9.191	73	9.264	288	-	288	32	15
6.3 Bootsgarage	2	659	99	758	7	-	7	108	106
6.9 Landliegeplätze (sonst.)	7	290	212	501	8	-	8	63	44
9.1 Bootsstationierungsanlagen (sonst.)	1	35	60	96	2	-	2	48	-
Gesamt	106	86.535	414.171	500.706	530	2.038	2.568	-	-

(b) Flächenverbrauch nach Liegeflächen-Typen

Bezogen auf den Flächenverbrauch der eigentlichen Liegeflächen, d. h. ohne weitere sie umgebenden Strukturelemente einer BoStA (Tabelle 4), zeichnet sich ein etwas klareres Bild ab. Abgesehen vom *1.2.1 Ankerliegeplatz* (Uferabschnitt 287) sind 6 Strukturelemente-Typen zu nennen, die flächen- oder mengenmäßig eine Rolle spielen. Die größte Anzahl an Liegeplätzen findet sich in Form von *1.2.6 Schwimmsteg-/Ponton-Liegeplätzen* (888 LP). *1.2.4 Molen-/Kai-/Böschungsliegeplätze* stellen die zweitgrößte Gruppe dar mit 684 LP. Es folgen *3.1.2 Trockenlager* (432 LP), *1.2.5 Pfahlsteg-Liegeplatz* (276 LP), *1.2.2 Ankerbojen-Liegeplatz* (139 LP) und *3.1.1 Strandliegeplätzen* (45 LP).

Flächenmäßig am größten – sowohl bezogen auf die Gesamtfläche (72.891 m²) als auch die Fläche pro Liegeplatz (524 m²) – ist der Objekttyp *1.2.2 Ankerbojen-Liegeplatz*. *1.2.4 Molen-/Kai-/Böschungsliegeplätze* nehmen 29.636 m² ein, *1.2.6 Schwimmsteg-/Ponton-Liegeplätze* 27.955 m² und *1.2.5 Pfahlsteg-Liegeplätze* 11.348 m². Hinsichtlich des Flächenverbrauchs pro Liegeplatz sind sich diese drei Wasserliegeplatztypen recht ähnlich, wobei die Liegeplätze an Schwimmstegen mit 31 m² geringfügig kleiner sind als jene an Pfahlstegen (41m²) und Ufermauern/-böschungen (43m²).

Bei den Landliegeplätzen verbraucht ein *3.1.1 Strandliegeplatz* mit durchschnittlich 61 m² etwas mehr Platz in Anspruch als ein Liegeplatz des Typs *3.1.2 Trockenlager* (29 m²). Allerdings ist die Heterogenität der Strandliegeplätze ungleich größer, was sich auch in der deutlich höheren Standardabweichung von 34 widerspiegelt.

Tabelle 4: Flächenverbrauch der Bootsliegeplätze mit „Widmung Sport- und Freizeitschifffahrt“

Strukturelement-Typ	Liegeplätze Anzahl	Fläche gesamt [m ²]	Fläche pro LP Mittelwert [m ²]	Fläche pro LP StdAbw [m ²]
1.2.1 Anker-Liegeplatz	40	196.817	4.920	-
1.2.2 Ankerbojen-Liegeplatz	139	72.891	524	63
1.2.4 Molen-/Kai-/Böschungsliegeplatz	684	29.636	43	14
1.2.5 Pfahlsteg-Liegeplatz	276	11.348	41	16
1.2.6 Schwimmsteg-/Ponton-Liegeplatz	888	27.955	31	11
1.2.7 Bootsschuppen-Liegeplatz	7	606	87	34
1.2.8 Bootshaus-Liegeplatz	3	248	83	40
1.2.9 Bootsunterstände (sonst.)	2	61	31	16
1.2.99 Wasserliegeplätze (sonst.)	4	1.077	269	256
1.3.9 Stege/Plattformen (sonst.)	6	101	17	-
2.1.1 Bootsrampe (= Bootsslip, Slipanlage)	6	335	56	50
3.1.1 Strandliegeplatz	45	2.755	61	34
3.1.2 Trockenlager	432	12.610	29	10
4.1.1 Bootsgarage	8	388	48	34
Gesamt	2.540	356.828	-	-

3.3 Weitere Liegeplatz-Charakteristika

3.3.1 Datenqualität

In der Tabelle 5 ist die Zahl der Liegeplätze dargestellt, die mit einer bestimmten Qualität erfasst werden konnten. Von den insgesamt 2.912 erfassten Liegeplätzen sind nur 67 mit einem höheren Grad an Unsicherheit behaftet. 46 Liegeplätze sind hinsichtlich ihrer Verortung dynamisch, d. h. ihre reale Lage kann durch den jahreszeitlich variablen Wasserstand bedingt in unterschiedlichen (Luftbild-)Jahrgängen voneinander abweichen. Weitere 628 Liegeplätze wurden nicht einzeln, sondern in Form von Gruppen (63 Gruppen mit je 2 bis 130 LP) erfasst, bei denen die bootsgenaue Verortung keine Rolle spielt und die Anzahl geschätzt wurde. 2.171 Liegeplätze wurden punktgenau digitalisiert.

Tabelle 5: Anzahl der ermittelten Liegeplätze unterteilt nach Datenqualität; alle Widmungen berücksichtigt.

Datenqualität	Anzahl LP	% LP
Anzahl und Verortung sicher oder weitgehend sicher	2.171	75%
Anzahl geschätzt, Gruppen-Verortung (STE-Zentroid)	628	22%
Anzahl weitgehend sicher, Verortung dynamisch	46	2%
Anzahl und Verortung unsicher	67	2%
Gesamt	2.912	

3.3.2 Wasseraustauschpotential

Für die Beurteilung potentieller Emissionen, die von BoStA ausgehen können, wurde als weiteres Attribut das Wasseraustausch-Potential zwischen dem See und dem Wasservolumen der BoStA bestimmt. Die entsprechend in Tabelle 6 klassifizierten Flächen können auf die darin befindlichen Liegeplätze bezogen werden. Bei 666 Liegeplätzen handelt es sich um Landliegeplätze, für die kein Wasseraustauschpotential definiert ist. Bei 1316 bzw. 204 ist das Wasseraustauschpotential *eingeschränkt* oder *umgebungsbedingt eingeschränkt*. 726 Liegeplätze der untersuchten Flächen befinden sich im direkten Kontakt mit der Seefläche ohne nennenswerte Einschränkungen des Wasseraustauschs.

Tabelle 6 Anzahl der Liegeplätze nach dem Typ ihrem Wasseraustauschpotential.

Wasseraustauschpotential	Anzahl LP	% LP
Landfläche	666	23%
frei bis wenig eingeschränkt	726	25%
deutlich eingeschränkt	1316	45%
umgebungsbedingt eingeschränkt	204	7%
Gesamt	2.912	

3.4 Ausstattungs-elemente

Die verorteten und die nicht verorteten Ausstattungselemente der BoStA wurden ebenfalls erfasst. Auf die oben dargestellten Flächenangaben haben sie jedoch keine Auswirkungen. Auswertungsmöglichkeiten ergeben sich stattdessen insbesondere im Hinblick auf ihre ökologischen Auswirkungen, den mit ihnen verbundenen Umweltbelastungen und -risiken (Sicherheit/Gefahrenvermeidung) sowie dem Komfortangebot von BoStA und der entsprechenden Freizeitbetätigung durch Besucher. Einige Beispiele sind in OSTENDORP & OSTENDORP (2022a) benannt.

3.5 Vergleich der Stichprobenkartierung mit der Kartierung der IBK

Die vorliegende Stichprobenkartierung erstreckte sich auf 10% des Bodensee-Ufers, während die IBK-Kartierung (TEIBER 2002) flächendeckend den gesamten Uferstreifen umfasste. Ein Vergleich beider Kartierungen ist auf der Basis der 29 Stichproben-Uferabschnitte möglich.

Bereits bei der Adaption der IBK-Daten war klar, dass es durch den zeitlichen Versatz und der abweichenden Zielsetzung beider Kartierungen zu großen Abweichungen mit Daten des BoStA-MAP-Verfahrens kommen kann (OSTENDORP & OSTENDORP 2022b). Diese Abweichungen liegen vor allem in den unterschiedlichen Objekttypenkatalogen und Zielsetzungen beider Verfahren begründet, die zu unterschiedlichen oder gar fehlenden Geometrien führen können.

Ein Vergleich beider Erhebungen ist demnach nur auf BoStA-Ebene, nicht jedoch auf der Ebene der Strukturelemente oder Liegeplätze möglich. Daher wurden die im BoStA-MAP-Verfahren sehr genau typisierten Objekte zunächst an die weniger genaue Typisierung der IBK-Kartierung angepasst. Dies betrifft z. B. die Objekttypen „Schwimmstege“ und „Pfahlstege“, die für den Vergleich als „Stege (sonst)“ zusammengefasst wurden.

Die Tabelle 7 zeigt einen Vergleich der Anzahl und der Fläche der nach beiden Verfahren ermittelten BoStA. Es fällt auf, dass beim BoStA-MAP-Verfahren sowohl Anzahl der Anlagen als auch deren Gesamtfläche deutlich größer sind. Die Erklärung ist, dass die Anzahl der BoStA stark vom unterschiedlichen Detailierungsgrad des jeweiligen Kartierungsverfahrens abhängig ist, da einige kleine Objekttypen, wie z. B. die 6.1 *Strandliegeplätze*, in der IBK-Kartierung nicht systematisch erfasst wurden. Bei der Fläche liegt die große Abweichung jedoch fast ausschließlich im bereits mehrfach angesprochenen *Ankerplatz* im Uferabschnitt 287 begründet, einem Objekttypen, der in der IBK-Kartierung nicht erfasst wurde. Lässt man diesen Ankerplatz unberücksichtigt, sind die Gesamtflächen beider Kartierungen ähnlich (0,402 vs. 0,428 km²).

Tabelle 7: Vergleich von Anzahl und Fläche der BoStA-Objekttypen zwischen Stichprobenkartierung nach dem BoStA-MAP-Verfahren und der IBK-Kartierung (TEIBER 2002).

BoStA-Typ	Anzahl		Fläche (m ²)	
	BoStA-MAP	IBK	BoStA-MAP	IBK
1.1 Ankerplatz	1	0	196.817	
1.2 Ankerboje	5	4	72.891	76.339
2.1 Anbindepfahl	2	0	448	
2.2 Mauerliegeplatz	11	4	17.030	14.225
2.9 Pfähle u. Mauern (sonst.)	2	0	2.077	
3.3 Bootssteg (sonst.)	6	6	1.376	2.589
3.6 Bootssteganlage (sonst.)	11	5	58.625	35.871
4.1 Bootsschuppen	3	2	649	120
4.2 Bootshaus	1	1	36	60
5.1 Kleinsthafen	16	13	6.600	3.346
5.2 Hafen	16	17	228.026	286.699
6.1 Strandliegeplatz	19	0	2.755	
6.2 Trockenlager	18	11	9.943	8.883
6.3 Bootsgarage	2	4	758	240
6.9 Landliegeplätze (sonst.)	7		501	
9.1 Bootsstationierungsanlagen (sonst.)	1		96	
Summe:	121	67	598.629	428.371

Bezogen auf die einzelnen Objekttypen gibt es insbesondere bei den 3.6 *Bootssteganlagen* und 5.2 *Hafen* größere Abweichungen der Fläche. Die Abweichungen der anderen Objekttypen sind hingegen gering oder ihre Fläche größenmäßig eher unbedeutend. Die Ursache für die genannte Abweichung der beiden Objekttypen liegt im Wesentlichen an der Art der Digitalisierung des Hafens in Lindau (Uferabschnitt 167) und des Hafenkomplexes in Hard (Uferabschnitt 187). In beiden Abschnitten erstrecken sich die IBK-Geometrien der Hafenbecken auf einen deutlich größeren Bereich als bei der BoStA-MAP-Kartierung, bei der die einzelnen BoStA ohne die weitläufige vorgelagerte Zufahrtsfläche erfasst wurde (vgl. auch Abbildung 2). Es handelt sich also in erster Linie um eine technische Gegebenheit bei der Adaption der IBK-Daten, die wie beschrieben unter der Prämisse erfolgte, die Ausgangsgeometrien nicht zu verändern.

In Tabelle 8 sind Anzahl und Gesamtfläche der BoStA pro Uferabschnitt dargestellt, wie sie nach beiden Verfahren ermittelt wurden. Tabelle 9 zeigt eine noch tiefere Aufschlüsselung nach den einzelnen BoStA-Objekttypen innerhalb der Uferabschnitte. Sie verdeutlicht, wodurch etwaige Abweichungen in der Tabelle 8 bedingt sind. Den flächenmäßig größten Unterschied (196.817 m²) zwischen beiden Kartierungen gibt es, wie auch schon bei der Betrachtung der Objekttypen, im Uferabschnitt 287 (Mainau) durch den großen, in der IBK-Kartierung nicht erfassten Ankerplatz. Es folgen die ebenfalls bereits genannten Uferabschnitte 187 Hard (27.866 m²) und 167 Lindau (20.273 m²), bei denen der Unterschied in der oben dargestellten Adaptionproblematik begründet ist. Die größte inhaltliche bzw. zahlenmäßige Abweichung weist der Abschnitt 57 auf der

Tabelle 8: Vergleich von Anzahl und Gesamtfläche der BoStA pro Uferabschnitt zwischen der Stichprobenkartierung nach dem BoStA-Verfahren und der IBK-Kartierung. Die nicht aufgeführten Uferabschnitte 47, 77, 87, 97, 137, 147 und 227 enthielten keine BoStA.

Uferabschnitt	Anzahl		Fläche (m ²)		Differenz (m ²)
	BoStA-MAP	IBK	BoStA-MAP	IBK	BoStA-MAP – IBK
7	6	5	46.271	45.085	1.186
17	1	1	20.265	21.997	- 1.732
27	1	0	47	-	47
37	1	1	2.039	2.660	-621
57	20	3	4.062	728	3.334
67	8	4	16.703	19.036	- 2.332
107	1	1	32	399	-366
117	11	11	55.157	47.692	7.466
127	6	5	23.140	22.578	562
157	7	9	2.613	1.867	747
167	1	1	23.254	43.527	-20.273
177	1	1	19.740	17.825	1.915
187	11	4	84.259	112.125	-27.866
197	3	2	29.556	25.355	4.201
207	2	2	17.278	8.323	8.955
217	2	2	3.494	3.851	-357
237	13	2	2.269	132	2.137
247	6	4	33.169	40.002	- 6.833
257	6	5	16.502	14.576	1.925
267	6	2	459	120	339
277	7	2	1.503	494	1.009
287	1	0	196.817	-	196.817
Summe:	121	67	598.629	428.370	170.259

Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen

Insel Reichenau auf, der besonders viele Strandliegeplätze (14 Objekte) enthält, die nur beim BoStA-MAP-Verfahren kartiert wurden. Flächenmäßig sind sie jedoch unbedeutend. In den meisten anderen Uferabschnitten kommen beide Kartierungen besonders für die klar erkennbaren Objekttypen flächenmäßig zu sehr ähnlichen Ergebnissen. Abweichungen in der kartierten Fläche gleichen sich in Summe aller Uferabschnitte weitgehend aus: Mal ist bei der BoStA-MAP-Kartierung eine leicht größere Fläche erfasst worden (z. B. Abschnitt 7 in Wangen), mal bei der IBK-Kartierung (z. B. Abschnitt 17 Gaienhofen-Gundholzen).

Tabelle 9: Vergleich von Anzahl und Fläche der BoStA-Objekttypen in den nach dem BoStA-MAP-Verfahren und dem IBK-Verfahren kartierten Uferabschnitten (vgl. Abbildung 4). Die nicht aufgeführten Uferabschnitte 47, 77, 87, 97, 137, 147 und 227 enthielten keine BoStA.

Uferabschnitt	BoStA-Typ	Anzahl		Fläche (m ²)		Differenz (m ²)
		BoStA-MAP	IBK	BoStA-MAP	IBK	BoStA-MAP – IBK
7	1.2 Ankerboje	2	2	34.741	36.504	-1.764
7	3.6 Bootssteganlage (sonst.)	1	1	11.147	8.329	2.818
7	6.1 Strandliegeplatz	1	-	74	-	74
7	6.2 Trockenlager	2	2	310	252	58
17	1.2 Ankerboje	1	1	20.265	21.997	-1.732
27	6.1 Strandliegeplatz	1	-	47	-	47
37	6.2 Trockenlager	1	1	2.039	2.660	-621
57	5.1 Kleinsthafen	4	3	1.455	728	726
57	6.1 Strandliegeplatz	14	-	2.375	-	2.375
57	6.9 Landliegeplätze (sonst.)	2	-	232	-	232
67	2.1 Anbindepfahl	1	-	224	-	224
67	2.2 Mauerliegeplatz	1	-	211	-	211
67	3.3 Bootssteg (sonst.)	1	1	617	1.136	-519
67	3.6 Bootssteganlage (sonst.)	4	3	14.973	17.899	-2.926
67	6.2 Trockenlager	1	-	679	-	679
107	6.2 Trockenlager	-	1	-	399	-399
107	6.9 Landliegeplätze (sonst.)	1	-	32	-	32
117	3.3 Bootssteg (sonst.)	1	1	258	137	120
117	3.6 Bootssteganlage (sonst.)	1	-	6.563	-	6.563
117	5.1 Kleinsthafen	7	6	2.346	1.678	668
117	5.2 Hafen	2	3	45.990	45.495	496
117	6.2 Trockenlager	-	1	-	382	-382
127	1.2 Ankerboje	1	1	17.780	17.837	-57
127	3.3 Bootssteg (sonst.)	1	1	106	246	-141
127	5.1 Kleinsthafen	1	1	194	170	23
127	5.2 Hafen	1	1	1.973	1.271	702
127	6.2 Trockenlager	2	1	3.088	3.053	35
157	5.1 Kleinsthafen	2	2	1.190	697	493
157	6.1 Strandliegeplatz	3	-	259	-	259
157	6.2 Trockenlager	1	3	815	930	-115
157	6.3 Bootsgarage	1	4	349	240	109
167	5.2 Hafen	1	1	23.254	43.527	-20.273
177	5.2 Hafen	1	1	19.740	17.825	1.915
187	2.9 Pfähle u. Mauern	2	-	2.077	-	2.077
187	3.6 Bootssteganlage	4	-	21.758	-	21.758
187	4.1 Bootsschuppen	2	-	551	-	551
187	5.2 Hafen	3	4	59.872	112.125	-52.253

Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen

Uferabschnitt	BoStA-Typ	Anzahl		Fläche (m ²)		Differenz (m ²)
		BoStA-MAP	IBK	BoStA-MAP	IBK	BoStA-MAP – IBK
197	2.1 Anbindepfahl	1	-	225	-	225
197	5.2 Hafen	2	2	29.331	25.355	3.976
207	5.2 Hafen	2	2	17.278	8.323	8.955
217	3.3 Bootssteg (sonst.)	1	1	140	274	-134
217	5.2 Hafen	1	1	3.354	3.577	-223
237	4.2 Bootshaus	1	1	36	60	-24
237	5.1 Kleinsthafen	2	1	1.416	72	1.344
237	6.2 Trockenlager	6	-	580	-	580
237	6.9 Landliegeplätze (sonst.)	4	-	237	-	237
247	3.6 Bootssteganlage (sonst.)	1	1	4.184	9.643	-5.459
247	5.2 Hafen	3	2	27.233	29.201	-1.968
247	6.2 Trockenlager	2	1	1.751	1.158	593
257	2.2 Mauerliegeplatz	5	4	16.339	14.225	2.114
257	3.3 Bootssteg (sonst.)	1	1	163	351	-189
267	2.2 Mauerliegeplatz	4	-	266	-	266
267	4.1 Bootsschuppen	1	2	97	120	-23
267	9.1 BoStA (sonst.)	1	-	96	-	96
277	1.2 Ankerboje	1	-	105	-	105
277	2.2 Mauerliegeplatz	1	-	215	-	215
277	3.3 Bootssteg (sonst.)	1	1	93	444	-351
277	6.2 Trockenlager	3	1	681	50	630
277	6.3 Bootsgarage	1	-	409	-	409
287	1.1 Ankerplatz	1	-	196.817	-	196.817
Summen:		121	67	598.629	428.370	170.259

In welcher Form die BoStA-Flächen pro Uferabschnitt nach beiden Verfahren miteinander korrelieren zeigen Abbildung 7 und Abbildung 8. In beiden Abbildungen sind die BoStA-MAP-Flächen auf der Y-Achse gegen die IBK-Flächen auf der X-Achse aufgetragen. Der Uferabschnitt 287 wurde dabei nicht berücksichtigt, da es sich um einen infrastrukturlosen Objekttyp handelt, der bei der IBK-Kartierung (Uferstrukturkartierung) so nicht hätte erfasst werden können. Ebenfalls sind Flächen nicht berücksichtigt, die nach beiden Verfahren keine BoStA enthalten. Abbildung 7 zeigt die Korrelation inkl. der beiden Abschnitte in Lindau (167) und Hard (187). Während die meisten flächenmäßig bedeutsamen Uferabschnitte oberhalb der Regressionsgeraden liegen, befinden sich diese beiden Abschnitte deutlich darunter. Die Steigung der Regressionsgeraden zwischen BoStA-MAP und IBK liegt demnach nur bei $b = 0,78$, der Korrelationskoeffizient r^2 bei $0,963$.

Ohne Berücksichtigung der beiden genannten Uferabschnitte 167 und 187 mit den besonderen Gegebenheiten bei der Adaption der IBK-Geometrien (Abbildung 8) liegt die Steigung der Regressionsgerade zwischen beiden Verfahren hingegen nahe bei $b = 1$ und auch der Korrelationskoeffizient r^2 erhöht sich auf $0,956$. Dies verdeutlicht, dass beide Verfahren in den meisten Fällen zu den gleichen Ergebnissen kommen, was die Berechnung der BoStA-Gesamtflächen eines Uferabschnitts angeht. Allerdings kann es in einzelnen Uferabschnitten durch abweichende Interpretation und Abgrenzung der räumlichen Bedingungen zu größeren Abweichungen kommen, so dass solche Uferabschnitte ggf. separat zu betrachten sind.

Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen

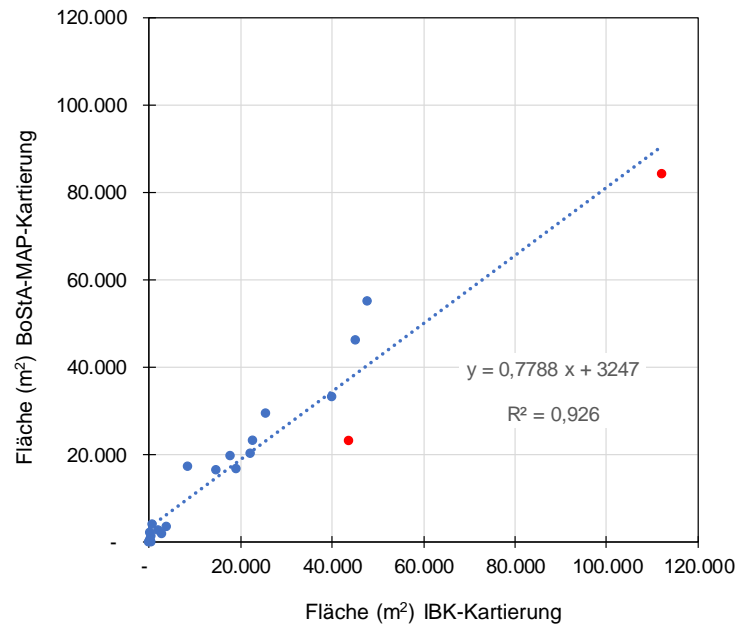


Abbildung 7: Regression der pro Uferabschnitt ermittelten Flächensumme aller BoStA [m^2] zwischen der BoStA-MAP- (Y) und der IBK-Kartierung (X). Der Uferabschnitt 287 Mainau sowie diejenigen ohne BoStA-Vorkommen sind nicht berücksichtigt (vgl. Text). Rote Punkte: die Uferabschnitte 167 in Lindau (links) und 187 in Hard (rechts).

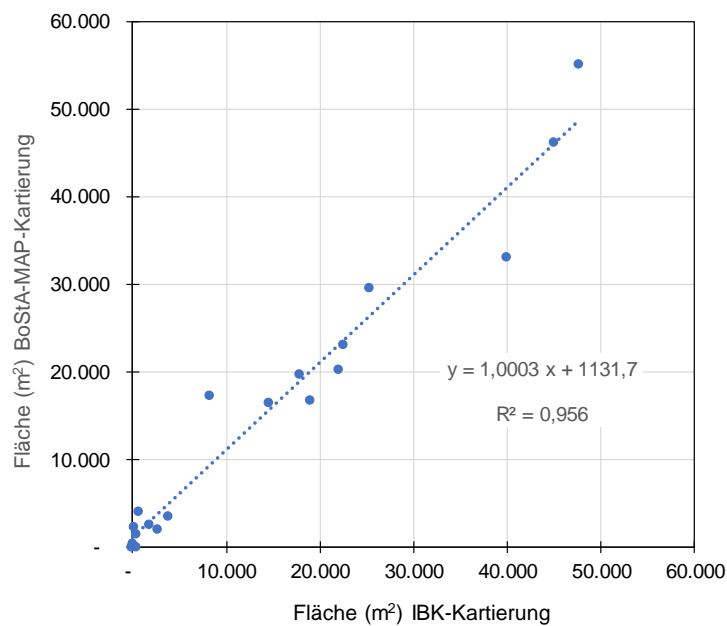


Abbildung 8: Regression der pro Uferabschnitt ermittelten Flächensumme aller BoStA [m^2] zwischen der BoStA-MAP- (Y) und der IBK-Kartierung (X) wie in Abbildung 7, jedoch ohne die Uferabschnitte 167 und 187.

4 Diskussion

Im vorliegenden Bericht wurden die Ergebnisse der Kartierung von Bootsstationierungsanlagen zufallsgemäß ausgewählter Uferabschnitte am Bodensee nach dem BoStA-MAP-Verfahren dargestellt. Diese Kartierung diente (i) der Erprobung des Verfahrens an einer konkreten Gebietskulisse, (ii) der Ermittlung des liegeplatzspezifischen Flächenverbrauch in den Stichprobenflächen und (iii) dem Vergleich mit den Ergebnissen aus der IBK-Kartierung in denselben Flächen.

Die Anwendbarkeit des BoStA-MAP-Verfahrens hat sich bei der Stichprobenkartierung als einfach und schlüssig erwiesen. Für eine exakte Typisierung der Strukturelemente waren dabei die beiden Fotodokumentation von Bedeutung, die während der Geländebegehung im Frühjahr 2022 bzw. anlässlich der IBK-Kartierung in den Jahren 1999 bis 2001 entstanden sind. Mit den Auffangpositionen *x.9 sonstiges/gemischt/nicht differenziert* bieten die Objekttypenkataloge jedoch auch bei weniger guter Erkennbarkeit der Strukturen eine Möglichkeit, sie zu erfassen – und ggf. später zu präzisieren. Durch die exakte Verortung der Strukturelemente, der Ausstattungselemente und einzelner Liegeplätze liefert das Verfahren wichtige Grundlagendaten, die für die Einschätzung von ökologischen Belastungen sowie für die Planung und umweltgerechte Minimierung von BoStA von Bedeutung sind. Ein weiteres Merkmal des Verfahrens ist, dass nicht nur die aus nautischer Sicht wichtigen Kernelemente einer BoStA („Infrastruktur“), sondern auch die darüber hinaus gehende touristischen und Erholungssuprastruktur erfasst wird, darunter die flächenhaft ausgeprägten Strukturelemente als auch die nicht flächigen Ausstattungselemente und Serviceleistungen.

Die im Rahmen der Stichprobenkartierung zusammengetragenen Daten bieten die Grundlage für eine Vielzahl von statistischen und raumbezogenen Auswertungsmöglichkeiten. In diesem Bericht wurde neben dem absoluten auch der liegeplatzspezifische Flächenverbrauch dargestellt. Dieser gibt das Verhältnis einer Bezugsfläche zur Anzahl der Liegeplätze wieder. Als Bezugsflächen wurden hier (a) die Gesamtfläche der jeweiligen BoStA und (b) die Liegefläche für die stationäre Verbringen von Booten herangezogen.

In den 29 je 1 km langen Uferabschnitten wurden insgesamt 121 BoStA mit einer Gesamtfläche von knapp 0,6 km² und 2.912 Liegeplätzen identifiziert (2.246 Wasser-, 666 Landliegeplätze). Die flächenmäßig bedeutendsten BoStA-Typen waren ein großflächiger, infrastrukturloser Ankergrund vor der Insel Mainau (0,2 km²), gefolgt von Häfen (0,175 km²) und Bojenfeldern (0,072 km²). Der BoStA-Typ mit der höchsten Anzahl an Liegeplätzen (1.290 LP) ist der Hafen. Dies entspricht etwa 50% aller erfassten Liegeplätze. Den größten liegeplatzspezifischen Flächenbedarf haben, abgesehen vom Ankerplatz, hingegen die Bojenfelder (524 m²/LP), während dieser beim Objekttyp Hafen nur bei 122 m²/LP lag, jeweils bezogen auf die BoStA-Gesamtfläche.

Bezogen auf die Liegefläche als untergeordnetes Strukturelement einer BoStA, befinden sich die meisten Liegeplätze an Schwimmstegen (684 LP), Ufermauern/-böschungen (684 LP) und Trockenlagern (432 LP). Den geringsten liegeplatzspezifischen Flächenverbrauch wiesen dabei die Liegeplätze an den Schwimmstegen (31 m²/LP) und Trockenlagern (29 m²/LP) auf (zum Vergleich: Mauerliegeplatz 43 m²/LP, Pfahlsteg 41 m²/LP). Inwiefern dies Rückschlüsse auf unterschiedliche Bootsgrößen erlaubt oder auf eine intensivere Ausnutzung einer limitierten Flächenverfügbarkeit zurückzuführen ist, bleibt vorerst offen.

Die Ergebnisse zum Flächenverbrauch stehen zunächst für sich allein, da es einstweilen an Vergleichsdaten aus anderen Wassersportrevieren mangelt.

Wie genau der Flächenverbrauch der einzelnen Strukturelemente-Typen schließlich in ein Bewertungssystem zur Einschätzung ihrer typischen Auswirkungen auf die Umwelt berücksichtigt werden soll, ist Gegenstand eines weiteren Reports (in Vorbereitung).

Der Vergleich zwischen der BoStA-MAP-Kartierung von 2022 und der aufbereiteten IBK-Kartierung von 1999-2001 hat gezeigt, dass die (aufbereitete) IBK-Kartierung für die meisten BoStA-Typen einen brauchbaren Überblick über den Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen und ihrer räumlichen Verteilung am Bodensee geben kann. Zwar gibt es z. T. erhebliche Abweichungen bei der Abgrenzung bzw. Definition von Bootsstationierungsanlagen, was zu deutlich unterschiedlichen BoStA-Anzahlen führt. Im Gesamtflächenverbrauch schlägt sich dies aber kaum nieder, da es insbesondere kleine Objekttypen wie Strandliegeplätze

sind, die in der IBK-Kartierung nicht bzw. nur in einer nicht adaptierbaren Form berücksichtigt wurden (ungeeignete Geometrien, fehlende Typisierung). Eine Ausnahme stellt der flächenmäßig bedeutsame Ankerplatz des Uferabschnitts 287 Mainau dar, der jedoch bereits innerhalb des BoStA-MAP-Verfahrens selbst eine Sonderrolle einnimmt.

Eine Regressionsrechnung hat gezeigt, dass die Kartierungen beider Verfahren auf einer hohen Generalisationsebene (Flächensummen aller BoStA je Uferabschnitt) grundsätzlich gut vergleichbar sind. Bei einzelnen Abschnitten oder bei detaillierterer Betrachtung, etwa auf der Ebene der BoStA-Typen können jedoch erheblich Abweichungen auftreten, die im Wesentlichen durch die unterschiedliche Kartierungsmethodik, unsere Adaption der IBK-Daten und in geringem Maße vom zeitlichen Versatz abhängig sind. Ein Vergleich mit den originalen, nicht aufbereiteten Ergebnissen der IBK-Kartierung wäre allerdings nicht möglich gewesen.

Der hier erarbeitete Datensatz steht für weitere Auswertungen im Rahmen spezifischer Fragestellungen zur Verfügung. Hierzu gehören beispielsweise die Modellierung von Gefahrensituationen aufgrund von Schadstofffreisetzungen durch Boote oder Anlagen in den BoStA selbst („Wasseraustauschpotential“), Analyse der Beschattungswirkung unterschiedlicher Steg-Typen, die Lokalisation von Beeinträchtigungen der Sedimentdeckschichten über archäologische Bodendenkmäler (Pfahlbau-Kulturschichten), die Minimierung von Lichtsmog durch wasserseitigen Mastlaternen und Stegbeleuchtungen („verortete Ausstattungselemente“) und nicht zuletzt auch die großräumige Darstellungen von touristischen Angeboten und Serviceleistungen („nicht verortete Ausstattungselemente“) in den BoStA eines Wassersportreviers.

5 Literatur- und Quellenverzeichnis

- IBN (2021) (Internationale Bodensee + Boot-Nachrichten). Hafenmeistertabelle Stand Mai 2021. Hg. Druck- und Verlagshaus Hermann Daniel GmbH & Co. KG. Betriebsgesellschaft, Balingen (Download: <https://www.ibn-online.de/>).
- IGKB (2016): Tiefenschärfe – Hochauflösende Vermessung Bodensee. Blaue Reihe, Bericht Nr. 61. Download unter: <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.855987>
- IGKB (2017): Bodensee-Uferbewertung 2017 – Datei: „Uferbewertung_2017_V2_11_15122020.kmz“, 9,42 MB - Download unter: https://www.igkb.org/fileadmin/user_upload/dokumente/bowis/Uferbewertung_2017_V2_11_15122020.kmz
- OSTENDORP, W. & OSTENDORP, J. (2022a): Typisierung von Bootsstationierungsanlagen (BoStA), ihrer Struktur- und Ausstattungselemente. - Bericht der AG Umweltp Physik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz für das SuBoLakes-Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU). Konstanz, 28 S.
- OSTENDORP, J. & OSTENDORP, W. (2022b): Flächenbedarf der Bootsstationierungsanlagen (BoStA) am Bodensee. Bericht der AG Umweltp Physik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz für das SuBoLakes-Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU). Konstanz, 31 S. + Anlage.
- TEIBER, P. (2002): Zustandsbeschreibung des Bodenseeuferes 2000/2001. – CD-ROM. Herausgeber: Internationale Bodenseekonferenz (IBK) & Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.