



# Umweltbelastungen durch die Sport- und Fahrgastschifffahrt – eine Übersicht

**Wolfgang Ostendorp**

Limnologisches Institut der Universität Konstanz, D-78464 Konstanz  
[wolfgang.ostendorp@uni-konstanz.de](mailto:wolfgang.ostendorp@uni-konstanz.de)

**Bericht der AG Umweltphysik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz  
März 2025**



**Zitiervorschlag:**

OSTENDORP, W. (2025): Umweltbelastungen durch die Sport- und Fahrgastschifffahrt – eine Übersicht. Bericht der Arbeitsgruppe Umweltphysik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz für das SuBoLakes-Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (Az. 35825/01), 55 S., Konstanz. <https://doi.org/10.48787/kops/subolakes/352-2-1rxt5oszihxb89>

**Kurzzusammenfassung**

Die Sport- und Fahrgastschifffahrt (Motorboote, Segelboote, Kurs- und Ausflugsschiffe) gehört an vielen Küsten und Binnengewässern Europas zu den bevorzugten Tourismusangeboten und Freizeitbetätigungen. Seit Mitte der 1980er Jahre steigt weltweit die jährliche Zahl der Veröffentlichungen, in denen auf die ökologischen Problemfelder der Freizeitschifffahrt hingewiesen wird. Es fehlt jedoch an einer Synopsis, die den Bootssport als sozial-ökologisches System betrachtet, dabei auf die wechselseitigen Abhängigkeiten der Kompartimente eingeht und mögliche Indikatoren diskutiert. In diesem Beitrag wird anhand von 72 Übersichtsarbeiten der aktuelle Kenntnisstand dargestellt und mit Hilfe des DPSIR Modells weiterentwickelt. Schwerpunkt ist die Analyse der Umweltauswirkungen der Bootsstationierungsanlagen (BoStA) und der fahrenden Schifffahrt sowie eine Übersicht der möglichen Mitigationsmaßnahmen und ihrer Akteure. Auf diesen Ergebnissen bauen die Forschungsergebnisse des SuBoLakes-Projekts der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) auf.

**Abstract**

OSTENDORP, W. (2025): Environmental impact of recreational boating and excursion boating - an overview. Report of the Environmental Physics Group at the Limnological Institute of the University of Konstanz for the SuBoLakes project of the Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU, German Federal Environmental Foundation) (Ref. No. 35825/01), 55 pp., Konstanz. <https://doi.org/10.48787/kops/subolakes/352-2-1rxt5oszihxb89>

Recreational boating (motorboats, sailboats) and excursion boating is one of the favourite tourist attractions and leisure activities on many European coasts and inland waters. Since the mid-1980s, the annual number of publications pointing out the ecological problems of leisure boating has been increasing worldwide. However, a synopsis is lacking that considers boating as a socio-ecological system, addressing the interdependencies of the different subsystems, and discussing possible indicators. In this article, the current state of knowledge is presented, based on 72 review papers, and further developed using the DPSIR model. The focus is on analysing the environmental impacts of boat stationing facilities (BoStA) and of boats on the move as well as an overview of possible mitigation measures and their actors. The research results of the SuBoLakes project of the German Federal Environmental Foundation (DBU) build on these findings.



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Treibende Kräfte ( <i>Drivers</i> ).....	3
2.1	Primäre treibende Kräfte .....	3
2.2	Sekundäre treibende Kräfte .....	5
3	Bremsende Kräfte ( <i>Retarding Forces</i> ).....	6
3.1	Primäre bremsende Kräfte.....	6
3.2	Sekundäre bremsende Kräfte.....	6
4	Belastungen ( <i>Pressures</i> ).....	8
4.1	Flottengrößen.....	9
4.2	Lebensdauer.....	11
4.3	Nutzung und Betrieb .....	11
4.4	Liegeplätze, nautische Infrastruktur und touristische Suprastruktur .....	12
4.5	Revier-Typen.....	13
5	Zustand ( <i>State</i> ) .....	13
5.1	Internationale Literatur .....	14
5.1.1	Methodik .....	14
5.1.1.1	Systematische Recherche .....	14
5.1.1.2	Unsystematische Recherche .....	15
5.1.2	Ergebnisse .....	15
5.1.3	Übersichtsarbeiten .....	18
5.1.3.1	Auswahl der Übersichtsarbeiten.....	18
5.1.3.2	Themenschwerpunkte.....	19
5.2	Umweltauswirkungen.....	22
5.2.1	Umweltauswirkungen durch Produktion und Bereitstellung.....	22
5.2.2	Umweltauswirkungen durch Bootsstationierung.....	22
5.2.3	Umweltauswirkungen durch die fahrende Sport- und Fahrgastschifffahrt.....	25
5.2.4	Umweltauswirkungen durch Außerdienststellung und Abwracken .....	26
5.2.5	Weitere Effekte.....	27
6	Auswirkungen ( <i>Impacts</i> ) .....	28
6.1	Ökosystemfunktionen und Ökosystemleistungen .....	28
6.2	Ökosystemleistungen und gemeinschaftliche Gesetzgebung .....	30
6.3	Ökosystemleistungen und Sportschifffahrt .....	30
6.4	Potentielle Beeinträchtigung von Ökosystemleistungen .....	32
6.5	Kapazitätsgrenzen und ökologische Tragfähigkeit.....	33
7	Reaktion ( <i>Response</i> ).....	38
8	Schlussfolgerungen und Ausblick .....	41
9	Danksagung.....	41
10	Quellenverzeichnis .....	42
10.1	Literatur .....	42
10.2	Rechtstexte, Urteile .....	54
10.3	Normen, untergesetzliche Standards .....	55



## Glossar

Begriff	Abkürzung	Beschreibung
Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V. / Skipper Club, Skipper-Portal, ADAC Marina-Führer	ADAC	Angebote und Marketing-Instrumente des ADAC SE und der ADAC- Chefredaktion für Skipper: Marinas, Bojenfelder, Ankerbuchten, Revier- und Länderinformationen, Bootsregistrierung, Yachtcharter, Hausbooturlaub, Bordbibliothek
Anthropozän		jüngstes Zeitalter, in dem der Mensch zu einem der wichtigsten Einflussfaktoren für die biologischen, geologischen und atmosphärischen Prozesse auf der Erde geworden ist; der Beginn wird durch Konvention auf das Jahr 1950 festgelegt; das ‚Anthropozän‘ ist durch die <i>International Union of Geological Sciences</i> nicht als offizielle geochronologische Zeiteinheit anerkannt
Automatic Identification System	AIS	Funksystem, das durch den Austausch von Navigations- und anderen Schiffsdaten die Sicherheit und die Lenkung des Schiffsverkehrs verbessert; seit 2000 verbindlicher Standard der Internationalen Seeschifffahrts-Organisation (IMO); seit 2016 auch auf bestimmten Binnenschifffahrtsstraßen (DE) und Schiffsgrößen verpflichtend; generell nicht verpflichtend für sog. Kleinfahrzeuge, darunter auch Sportboote
Bootsstationierungsanlage	BoStA	Anlagen und Vorrichtungen, die der Bereitstellung und dem Betrieb von Liegeplätzen für stillliegende Wasserfahrzeuge dienen, einschließlich der funktionell und zugleich räumlich zugehörigen Infra- und Suprastruktur
Deutscher Motoryachtverband e. V.	DMYV	Dachverband für den motorisierten Wassersport; Interessenvertretung auf allen Ebenen sowie die Förderung des Motorboot- und Yachtsports in sämtlichen Facetten; ca. 500 Mitgliedsvereine und mehrere Tausend Einzelmitglieder
Deutscher Seglerverband e. V.	DSV	Zusammenschluss der deutschen Segel- und Surfvereine, der Landesseglerverbände und der Klassenvereinigungen, über 1.200 Vereine und circa 180.000 Vereinsmitgliedern
DPSIR-Modell	DPSIR	steht für Driver–Pressure–State–Impact–Response; stellt mit Hilfe von fünf Kategorien Ursache–Wirkungs–Beziehungen zwischen anthropogenen Aktivitäten und ihren ökologischen und sozioökonomischen Folgen her
Fahrgastschiff		ein Wasserfahrzeug, das für mehr als 12 Fahrgäste zzgl. der Mannschaft und des weiteren Personals zugelassen ist (vgl. Richtlinie 2013/53/EU (Sportbootrichtlinie))
Infrastruktur (einer BoStA)		nautisch wichtige Anlagen, Einrichtungen, Werkzeuge und Hilfsmittel, die für das sichere Ein- und Ausfahren, das Be- und Entladen, Betreten und Verlassen, Ein- und Auswassern sowie die sichere Unterbringung von Boot und Mannschaft erforderlich sind.
Mitigationsstrategie		Ansatz, der die negativen Folgen (hier: der Sport- und Fahrgastschifffahrt) gezielt abschwächen, reduzieren oder aufheben soll
Ökosystem(dienst)leistung ( <i>ecosystem service</i> )	ESS	aus anthropozentrischer Sicht die Nutzen bzw. Vorteile, die Menschen für die eigene Existenz und ihr Wohlbefinden von Ökosystemen beziehen
Ökosystemfunktion ( <i>ecosystem function</i> )	ESF	funktionale Phänomene innerhalb eines Ökosystems, die auf physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen und Wechselwirkungen zwischen den Prozessen beruhen
Revier		ein bestimmtes Gewässer oder Teil eines Gewässers, auf dem es üblich und erlaubt ist, bestimmte Formen des Wassersports auszuüben, und das sich von anderen Revieren durch unterschiedliche nautische Anforderungen, gesetzliche Regelungen und/oder geographische Entfernung unterscheidet

Begriff	Abkürzung	Beschreibung
Scoping		Festlegung von Aufgaben- oder Untersuchungsumfängen in komplexen Planungs-, Management- und Herstellungsprozessen, u. a. bei der Umweltprüfung bestimmter Bauvorhaben (EU-Recht: Richtlinie 97/11/EG, Bundesrecht: § 15 UVPG, § 34 NatSchG)
sozial-ökologisches System	SES	voneinander abhängige und miteinander verbundene Systeme aus Mensch und Natur; der Mensch wird als Teil von Ökosystemen betrachtet, die er von der lokaler bis globaler Ebene formt, wobei er andererseits von der Fähigkeit dieser Systeme abhängt, Ökosystem(dienst)leistungen für das menschliche Wohlbefinden und die gesellschaftliche Entwicklung bereitzustellen
Sport- und Fahrgastschiff-fahrt	SFS	Siehe: Sportboot, Fahrgastschiff
Sportboot		ein ↪ Wasserfahrzeug, das zu Sport- oder Erholungszwecken verwendet wird, unabhängig von der Antriebsart, sofern bestimmte Abmessungen oder zulässige Personenzahlen nicht überschritten werden, jedoch unter Ausschluss von Wassermotorrädern; die Abmessungen richten sich nach der Richtlinie 2013/53/EU (Sportbootrichtlinie), die zulässigen Personenzahlen nach §2 Abs. 1 Satz 1 der See-Sportbootverordnung vom 29. August 2002 (BGBl. I S. 3457), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 3. März 2020 (BGBl. I S. 412) geändert worden ist"
Suprastruktur (einer BoStA)		Anlagen, Einrichtungen, Hilfsmittel usw., die über die Infrastruktur hinaus dem Komfort, der Freizeitgestaltung, Geselligkeit und Unterhaltung, der Gastronomie und Hotellerie und der Anbindung an den umliegenden Verkehrs- und Siedlungsraum dienen und dabei häufig nicht nur den Hafendienstleistungen, sondern auch einem breiten (landseitigen) Publikum zur Verfügung stehen
Treibhausgase	THG	anthropogene Treibhausgase des Kyoto-Protokolls 1997 (v. a. Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid, verschiedene fluorierte Gase)
Wasserfahrzeug		bewegter Schwimmkörper, der für die Fortbewegung von Menschen, Gütern oder spezieller Ausrüstung unter Wasser (Unterwasserfahrzeuge) oder auf der Wasseroberfläche (Wasserfahrzeuge i.e.S.) bestimmt ist; darin sind nicht enthalten „Bodeneffektfahrzeuge“ und „schwimmendes Gerät“, weiterhin sog. unbemannte Schiffs- bzw. Bootsmodelle, Tauch-Roboter u. a.
Wassertourismus		alle Tourismusangebote, in denen das offene Meer, Küstengewässer, Seen, Flüsse und Kanäle die natürliche Grundvoraussetzung für Tourismusaktivitäten darstellen (Wasserwandern, Segeln, Motorbootfahren, Bootschartering, Surfen, Wasserski, Tauchen, Angeln/Fischen, Rafting, Canyoning, Fahrgastschifffahrt, Flusskreuzschifffahrt, Hochseekreuzschifffahrt, Fährschifffahrt, Traditionsschifffahrt)
Reaktionsantwortsystem		Ökosystem-Komponente (Lebensraum, taxonomische Gruppe(n), Ökosystemfunktion), die als Reaktion auf einen bestimmten Belastungstyp mit einer spezifischen Änderung ihrer taxonomischen Zusammensetzung oder bestimmter ökosystemarer Funktionen reagiert ("Antwort")

## 1 Einleitung

Die Umweltbelastungen, die von der Sport- und Fahrgastschifffahrt (☞<sup>1</sup>SFS) ausgehen, sind das Resultat einer Vielzahl von Faktoren, die miteinander interagieren. Sie nehmen ihren Anfang bei den Motiven und Intentionen der individuellen Nutzer, gehen weiter über die nachweisbaren Folgen für Habitate, Individuen, Populationen, Lebensgemeinschaften und Ökosysteme sowie für andere Nutzer und reichen bis zu korrigierenden Maßnahmen der zuständigen Behörden, der Wassersportwirtschaft und -vereinigungen sowie weiterer Akteure.

Das kritische Verständnis der Zusammenhänge kann sich nicht mit der umweltwissenschaftlichen Beschreibung von Zustandsgrößen und Mechanismen begnügen, denn schließlich sind die Umweltbelastungen in historische, ökonomische, soziale, politische und rechtliche Zusammenhänge eingebettet. Dies gilt erst recht für die ☞Mitigationsstrategien, die zusammen mit den gesellschaftlich möglichen und akzeptierten Steuerungsoptionen konzipiert werden müssen. Sie beginnen bei Wertschätzung unbelasteter (semi-)aquatischer Ökosysteme, der Akzeptanz von individuellen Nutzungseinschränkungen und enden bei der Umsetzung und Erfolgskontrolle der für effizient gehaltenen Maßnahmen.

Somit bilden Sport- und Fahrgastschifffahrt innerhalb des gesellschaftlichen Subsystems ‚Freizeit und Tourismus‘ ein sozial-ökologisches System (*social-ecological system*, ☞SES; Berkes & Folke 1998; Preiser et al. 2018; Biggs et al. 2021), das mit den Ansätzen einer sozial-ökologischen Forschung untersucht werden kann.

Diese Forschungsperspektive, die sich in den letzten 30 Jahren international herausgebildet hat, zielt darauf ab, Strategien zur Lösung gesellschaftlicher Nachhaltigkeitsprobleme zu entwickeln. Sie verknüpft soziale, ökologische und ökonomische Perspektiven, mithin die gemeinhin akzeptierten drei Säulen der nachhaltigen Entwicklung (vgl. Tremmel 2003). Seit 1999 wird die sozialökologische Forschung durch das *Bundesministerium für Bildung und Forschung* als Teil der Nachhaltigkeitswissenschaft im Rahmen des Programms *Forschung für nachhaltige Entwicklungen* (FONA) gefördert (BMBF 2015, 2021). Kennzeichnend für diesen Forschungsansatz ist der problemorientierte Fokus auf Nachhaltigkeitspolitik und -praxis einschließlich der Entwicklung von Ansätzen für Resilienz und adaptiver staatlicher Steuerungs- und Regelungssysteme. Vor diesem Hintergrund überwiegen rein zahlenmäßig sozialwissenschaftliche gegenüber naturwissenschaftlichen Beiträgen, andererseits betont der Ansatz den methodischen Pluralismus, so dass sich die Grenzen zwischen herkömmlichen Umweltwissenschaften auf der einen und Sozial- und Politikwissenschaften auf der anderen Seite auflösen (Preiser et al. 2018).

Damit dürfte der sozial-ökologische Forschungsansatz am ehesten geeignet sein, die Entwicklungen der menschlichen Umwelt im ☞Anthropozän zu analysieren und Lösungen für die drängendsten Probleme im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung anzubieten. Der Begriff des Anthropozän bezeichnet die jüngste geochronologische Epoche, in der der Mensch zu einem der wichtigsten Einflussfaktoren der biologischen, geologischen und atmosphärischen Prozesse auf der Erde geworden ist (Stoppani 1873; Crutzen & Stoermer 2000). Seitdem wird der Begriff mit unterschiedlichen Konnotationen, auch in soziokulturellen Zusammenhängen, gebraucht. Als Beginn dieser Epoche wurde von der stark chronostratigrafisch orientierten *Anthropocene Working Group* (AWG) der *International Commission on Stratigraphy* (ICS) per Mehrheitsvotum das Jahr 1950 mit dem Crawford Lake (Kanada) als Typlokalität festgelegt (AWG 2023). Das Jahr 1950 beschreibt den ungefähren Beginn des exponentiellen Einflusses des Menschen auf die Erde („*Great Acceleration*“) im Bereich der wirtschaftlichen Aktivität und des Verbrauchs von Ressourcen und fossilen Energieträgern, der Anreicherung von Treibhausgasen in der Atmosphäre, des Kunstdüngereinsatzes in der Landwirtschaft, der Erosionsraten von Landoberflächen, der radioaktiven Niederschläge von Atombombenversuchen, des Bevölkerungswachstums und des globalen Transports von Neobiota in bis dahin nicht gekanntem Umfang. Auch Massentourismus, Freizeitorientierung breiter Bevölkerungsschichten und motorisierter Wassersport sind in ihren Folgewirkungen relevante Phänomene des Anthropozäns.

---

<sup>1</sup> Begriffe, die im Glossar erläutert werden, sind mit einem ☞ gekennzeichnet.

Die ersten Jahrzehnte des Anthropozäns waren durch einen wirtschaftlichen Aufschwung in den Demokratien des globalen Nordens und durch soziale Errungenschaften gekennzeichnet, so dass breitere Bevölkerungsschichten an der Wohlstandsentwicklung teilhaben konnten („*Wirtschaftswunderjahre*“ 1948 bis 1973; Abels- hauser 1983). In diese Zeit fallen auch

- die schrittweise Verringerung der wöchentlichen Arbeitszeit von 48 (1950) auf zunächst 40 (1965/67), dann bis auf 38,5 Stunden (1984) in den westdeutschen Schlüsselindustrien,
- die Einführung der Fünftagewoche (1965),
- die Ausweitung des jährlichen Urlaubsanspruchs von rd. 12 Tagen (1950) auf etwa 27 Tage (1980) (Schröder 2015),
- die zunehmende Freizeitorientierung (Opaschowski 2008),
- die Verbesserung der individuellen Mobilität durch das Automobil,
- der Ausbau von Naherholungsdestinationen und
- der Massentourismus (König 1997, Opaschowski 2002).

Inzwischen gelten Freizeit- und Tourismusindustrie weltweit als Leitökonomie des 21. Jahrhunderts (Kagermeier 2020). Auch in Deutschland ist dieser Sektor ein wichtiger Wirtschaftsfaktor (BMW 2017). Parallel dazu haben die Belastungen von Natur, Landschaft und Umwelt durch Wochenendausflugs- und Urlaubsverkehr zugenommen, so dass die „kostbarsten Wochen des Jahres“ (Werbeslogan 1985<sup>2</sup>) zunehmend in einem *Over-Tourism* münden (UN World Tourism Organization 2024) der nicht nur von der ortsansässigen Bevölkerung (tourismus-)kritisch gesehen wird.

Als konzeptioneller Rahmen, in dem komplexe sozial-ökologische Systeme strukturiert und operational zugänglich werden können, bietet sich das *Driver–Pressure–State–Impact–Response* (↪DPSIR)-Modell an, das 1993 von der OECD vorgestellt und 1995 von der *European Environmental Agency* übernommen wurde (EEA 1995, Gabrielsen & Bosch 2003; Ness et al. 2009; Bell 2012, Gregory et al. 2013) (Abbildung 1). Inzwischen wurde es in zahlreichen Projekten, z. B. im integrierten Küstenzonen-Management, im integrierten Wasserhaushaltsmanagement, bei der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EU Commission 2003, Gari et al. 2016; Lewison et al. 2016) sowie im Tourismus angewandt und weiterentwickelt.

Das DPSIR-Modell stellt mit Hilfe von fünf Kategorien Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen anthropogenen Aktivitäten und ihren ökologischen und sozioökonomischen Folgen her, wobei der Mensch als integraler Bestandteil des Ökosystems betrachtet wird. Das Modell wurde vielfach mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen modifiziert (Übersicht: Gari et al. 2016). Dabei hat auch die ursprüngliche Terminologie eine Präzisierung erfahren, wonach unter dem Zustand (*State*) die *Zustandsänderung* zu verstehen ist und unter Auswirkung (*Impact*) die *menschengemachten* Auswirkungen. Das DPSIR-Modell kann als eigenständiges Entscheidungsunterstützungssystem, aber auch in Verbindung mit anderen (statistischen) Methoden und (semi-)quantitativen Modellierungen angewandt werden.

Ein gewisser Nachteil wurde in der eher statischen Betrachtungsweise von Ursachen und Wirkungen gesehen, so dass Entwicklungstrends nicht angemessen abgebildet werden können (Rekolainen et al. 2003), während das SES-Konzept ausdrücklich die natürliche (Eigen-)Dynamik und die anthropogene Dynamik selbstlernender Systeme hervorhebt. Auch die unidirektionale Struktur sowie die fehlende Hierarchie von Umweltauswirkungen wurden kritisch gesehen (Lewison et al. 2016). Außerdem sind in dem DPSIR-Modell auch keine Transferwege zwischen der Forschung, den Interessenvertretern (*Stakeholders*) und der politischen Entscheidungsebene enthalten (Svarstad et al. 2008). Zudem werden synergistische und antagonistische Interaktionen nicht abgebildet.

Gleichwohl liegen die Vorteile des DPSIR-Modells als heuristisches Werkzeug auf der Hand, wenn es darum geht, aus begrenztem Wissen Aussagen von hoher Wahrscheinlichkeit und angemessene Lösungsvorschläge zu generieren. Das Modell identifiziert, analysiert und bewertet Umweltprobleme und -folgen sowie die erforderlichen Maßnahmen zur Behebung der Schäden für Natur und Gesellschaft. Damit stellt es eine gemeinsame

---

<sup>2</sup> siehe: <https://neuroflash.com/de/blog/slogans-claims-von-touristikmarken/>

Plattform und eine gemeinsame Sprache für Umweltmanager, Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen und Interessengruppen bereit (Gari et al. 2016).

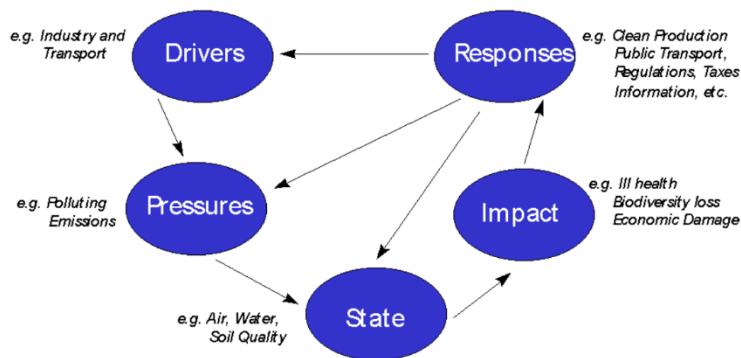


Abbildung 1:

DPSIR-Modell (Quelle: EEA, 2020, Permalink PC96DWSZIJ) [https://www.eea.europa.eu/ds\\_resolveuid/PC96DWSZIJ](https://www.eea.europa.eu/ds_resolveuid/PC96DWSZIJ).

In diesem Bericht nutzen wir das DPSIR-Modell mit Schwerpunkt der Umweltauswirkungen der Sport- und Fahrgastschifffahrt als heuristisches Werkzeug, um das vorhandene Wissen zusammenzufassen und die komplexen Interaktionen zu strukturieren (↳ *Scoping*). Ziel des Beitrags ist eine Übersicht des internationalen Kenntnisstandes und der Diskussionsschwerpunkte, wie sie sich überwiegend anhand von Übersichtsartikeln (*Reviews*) darstellen. Als Produkte ergeben sich methodisch einheitlich abgeleitete Synthesen (s. Tabelle 4 u. Tabelle 5), die zur Strukturierung der Ursache-Wirkungskomplexe und zur Entwicklung von Mitigationsstrategien beitragen.

## 2 Treibende Kräfte (*Drivers*)

Unter den treibenden Kräften (*Drivers*), die hinter einer Umweltbelastung (*Pressure*) stehen, sind die sozialen, demografischen und wirtschaftlichen Entwicklungen in einer Gesellschaft und die entsprechenden Veränderungen der Lebensstile, des allgemeinen Konsumniveaus, der Produktionsmuster und Marktmechanismen zu verstehen (Gabrielsen & Bosch 2003). Allerdings erlaubt die begriffliche Fassung der EEA und die Abgrenzung zu den *Pressures* einen Interpretationsspielraum, der in der nachfolgenden Literatur dazu geführt hat, dass bestimmte Sachverhalte teils als *Drivers*, teils als *Pressures* erfasst und beschrieben wurden (Übersicht: Gari et al. 2016, Table 2). Wir folgen hier der Empfehlung, eine Trennung zwischen primären und sekundären treibenden Kräften vorzunehmen.

### 2.1 Primäre treibende Kräfte

Als primär treibende Kraft der Entwicklung der Sportschifffahrt ist die Motivation von Personen anzusehen, diese Sportart betreiben zu wollen, ihren persönlichen Ressourceneinsatz (Zeit, finanzielle Mittel, nautische Ausbildung und Fähigkeiten und sonstige Ressourcen) darauf zu lenken, um mit einer Befriedigung der individuellen Bedürfnisse belohnt zu werden. Die Motivation äußert sich im individuellen Bereich durch eine entsprechende Ressourcenallokation, auf dem Markt durch die kollektive Nachfrage nach einem eigenen Boot nebst zugehöriger Ausrüstung und einem eigenen Liegeplatz. Erheblich niederschwelliger ist der Wunsch zu erfüllen, indem ein repräsentatives Boot für eine begrenzte Zeit gechartert wird. Noch preiswerter, flexibler und unkomplizierter und für jedermann verfügbar ist ein Ausflug mit einem Fahrgastschiff, freilich um den Preis, dass man sich nicht als „Kapitän auf dem eigenen Schiff“ fühlen darf.

Für die individuelle Ressourcenlenkung gibt es einige empirischen Untersuchungen (Tabelle 1), die für den vorliegenden Beitrag ausgewertet wurden. Die Nachfrage wird am Beispiel eines begrenzt verfügbaren Gutes,

Tabelle 1: Befragungen von Sportboot-Nutzern (Auswahl); Fb – Fragebogen; Iw – Interview.

Zeitraum	Zielgruppe	Fragestellung	Methodik Rücklauf	Quelle
1993 (?)	Sportboothafen-Betreiber und Vereine im Seglerverband Mecklenburg-Vorpommern	organisatorische und wirtschaftliche Aspekte des Segelsports in Mecklenburg-Vorpommern (Küste u. Binnen)	k. A.	Studenteninitiative Wirtschaft & Umwelt (1994)
1993 (?)	Segler u. Segel-Vereine in Mecklenburg-Vorpommern (Küste u. Binnen)	Aspekte des Umweltbewusstseins bei Seglern; schriftliche Befragungen (320 Segler) und Interviews (40 Vereinsvorsitzende)	k. A.	Studenteninitiative Wirtschaft & Umwelt (1994)
1993 (?)	Segler und Segler-Vereine in Mecklenburg-Vorpommern (Küste u. Binnen)	demographische Struktur, Art des Einstiegs in den Segelsport, Einstufung der Segelaktivitäten, zeitlicher und finanzieller Aufwand, Vereinsmitgliedschaft, Eigentum am Boot, Motive für die Ausübung des Sports, Beurteilung v. Natur- und Umweltschutzfragen u. a. (Fragebogen u. Interviews)	Rücklauf: 24 Vereine u. 90 Segler	Studenteninitiative Wirtschaft & Umwelt (1994)
2000	Ostseeküste	Infrastruktur Anforderungen, Leichtigkeit der Ansteuerung; akzeptable Wellenhöhe innerhalb des Hafens (Komfort/Sicherheit); Ausstattung der Liegeplätze (Wasser, Elektrizität, u. a.), Service und Versorgungseinrichtungen	644 Fb	Weichbrodt (2008); HTG (2015)
2002	Nutzer in 8 Ostsee-Häfen in Mecklenburg-Vorpommern	finanzielle Ausgaben; Nutzungsintensität ausgewählter Hafeneinrichtungen; Wassersport und Naturschutz; Charakterisierung von Nutzergruppen; Ansprüche der Nutzer	383 Fb	Wüstenberg (2007); Wüstenberg (2008), S. 21-28 u. Anhänge X bis XVIII
2003/04	Liebhaber von historischen Holzbooten	Motivation und Zeitaufwand zur Renovierung und Pflege von historischen Holzbooten in Finnland	Interviews (Anzahl?)	Jalas (2006)
2003/04	Stichprobe von registrierten Bootseigentümern am Bodensee	Wassersport am Bodensee als wirtschaftlicher Faktor; private Konsumausgaben für den Bootssport; Ausgabenstruktur	241 Fb in 2003 und 622 Fb in 2004	Klee et al. (2004)
2007	Marina-Kunden in den Niederlanden	Hafenausstattung, die die Nutzer wichtig finden	k.A.	van Engelstorp (2007)
2008	Bootseigner Deutschland, Küste und Binnen, ca. 20.000 Fb	demographische Struktur der Bootseigner; Art, Länge, Alter u. a. der Boote; Liegeplätze, Nutzungsdauer, Unterhaltungsaufwand, Gebrauchtboote, Marktvolumen	4.300 Fb	Mell (2008)
2008 - 2011	Bootseigentümer in Norwegen	Gewohnheiten bei der Ausübung des Bootssports im Zusammenhang mit Umweltbelastungen als Ergänzung zu nationalen Statistik-Daten	36 Iw	Aall et al. (2011)
2011 - 2012	Charter-Kunden und Bootseigner an der Nord- u. Ostsee	2 versch. Fragebogen für Charter-Kunden und Bootseigner (Online-Befragung) zu Anforderungen betr. Hafenanlage, Stegen, Sanitär, Entsorgung, Service, Umwelt	187 Fb	Mell (2013)
2012 - 2013	Bootsnutzer in Gästehäfen der schwedischen Westküste	ökologisches Bewusstsein und praktische Ausübung des Bootssports als Freizeitkonsum	50 Iw u. 151 Fb	Lepoša (2017)
2015	Bootseigner Deutschland, Küste und binnen; ca. 15.000 Fb versandt	Update der Befragung von 2008; demographische Struktur der Bootseigner; Art, Länge der Boote, Liegeplätze, Marktvolumen u. a.	817 FB	Mell (2016)
2001 - 2020	Nutzer, Planer, Betreiber u. a.	Scoping Review mit Hinweisen auf Befragungen in der englischsprachig veröffentlichten Fachliteratur (insges. 118 Artikel)	k. A.	Spinelli & Benevolo (2022)
2023	Bootseigner Deutschland, Küste und Binnen (Zahl der ausgegebenen Fb nicht bekannt)	Updates der Befragung von 2016; demographische Struktur der Bootseigner; Art, Länge u. Alter der Boote, Nutzungsdauer, Bootsantriebe, Motorleistung, Liegeplätze, Marktvolumen	570 Fb	Mell (2023)

der kommunal bewirtschafteten Wasserliegeplätze am Bodensee deutlich: Hier sind auf den Nachrückerlisten Wartezeiten von 10 bis 25 Jahren die Regel.

Individueller Bootssport steht an der Spitze der Bedürfnishierarchie (vgl. Maslow 1943), eine arbeitsökonomische Notwendigkeit besteht nur für wenige Akteure, z. B. für professionelle Segel- u. Motorboot-Ausbilder, Charter-Crews, Schiffsführer auf Fahrgastschiffen und Bordpersonal. Die Motivation, Bootssport zu betreiben oder ein Fahrgastschiff zu benutzen, steht grundsätzlich gleichrangig neben der anderer Freizeitbetätigungsmöglichkeiten. Insofern ist es lohnenswert zu untersuchen, welche sekundär treibenden Kräfte hinter den Entwicklungen im Bootssport stehen.

## 2.2 Sekundäre treibende Kräfte

Die Motivation wird vermutlich durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst, die man der Nachfrageseite oder der Angebotsseite zurechnen kann. Auf der Nachfrageseite spielen u. a.

- a) personengebundene Faktoren: Gesundheit, Alter, Geschlecht, nautische Ausbildung und Fähigkeiten sowie personenbezogene behördliche (Fahr-)Erlaubnisse, Prestigeerwerb durch demonstrativen Konsum,
- b) Leitbilder und Traditionen: familiäre Traditionen, Vereinsbindung, Naturverbundenheit,
- c) geographische Faktoren: räumliche Entfernung zwischen dem Wohnort und dem (potentiellen) Liegeplatz,
- d) gesellschaftliche Faktoren: Entwicklung des verfügbaren Einkommens, Zahl der Urlaubstage, wöchentliche Arbeitszeit, Flexibilisierung der Arbeitszeit, Verkehrsmobilität

eine Rolle. Einige Aspekte wurden bereits in Befragungen näher untersucht (Tabelle 1), für andere liegen sozialgeschichtliche Untersuchungen vor. Hier ist die umfassende und sehr detaillierte Studie über die Entwicklung des Segelsports am Bodensee von Schuhmacher (1997) hervorzuheben. Eigene Erhebungen zur Hafennutzung am Bodensee sind in Ostendorp & Ostendorp (2025d) dargestellt.

Auf der Angebotsseite stehen überwiegend wirtschaftlichen Interessen von Entwicklern, Herstellern und Anbietern, namentlich

1. Hersteller: Bootsbauer, Motorenhersteller, Bootsausstatter,
2. Dienstleister: Vercharterer, Betreiber von Liegeplätzen, Hafenanlagen und anderer Infrastruktur,
3. Plattformen: Bootshandel, Internet-Handelsplattformen, Fachjournale, Fachmessen.

Hinzu kommen die Interessen der

4. Wasserstraßenverwaltungen innerhalb des *Bundesministeriums für Digitales und Verkehr* (BMDV) nach Erhalt ihres Aufgabenbereichs und ihres Personalstamms,

sowie die Interessen der

5. regionalen Tourismus-Industrie und ihrer Netzwerke und Dachverbände,
6. Dachverbände des Bootssports (z. B. ⚓DMYV, ⚓DSV) und des ⚓ADAC, zu deren selbstgewählten Aufgaben die Interessenvertretung der Nutzer und die Erleichterung des Bootssports gehören.

Verkehrswegerechtliche Grundlage sind das Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG), soweit Binnenwasserstraße im Eigentum des Bundes und Seewasserstraßen angesprochen sind, und die entsprechenden Regelungen der Länder für die Landeswasserstraßen im Eigentum der Länder<sup>3</sup>. Der § 5 WaStrG enthält ein „Jedermannsrecht“, demzufolge Jedermann unter bestimmten Auflagen die Bundeswasserstraßen mit Wasserfahrzeugen

---

<sup>3</sup> z. B. Brandenburg: LSchiffV; Internationaler Bodensee: gemeinsame BSO, die durch Einführungsverordnungen in das Recht der Bundesländer (AT, DE) und der Eidgenossenschaft (CH) übernommen wurden.

befahren darf. Ähnliche Regelungen („Gemeingebrauch“) finden sich auch im § 25 WHG und in den Wasser-gesetzen der Länder.

Gemeinsam ist den Stakeholdern der Angebotsseite das Interesse an einer Ankurbelung der Nachfrage, bei-spielsweise durch Produktdiversifizierung, und an einer Ausweitung des (Geschäfts-)Volumens etwa durch Verbesserung der touristischen und nautischen Infrastruktur (Schleusenkapazität, Marinas) und der Beseiti-gung von Hemmnissen (z. B. Führerscheinpflicht). Die Anliegen werden gegenüber den politischen Entschei-dungsebenen im Bereich Wirtschaft und Verkehr lobbyiert, womit auch diese dann Teil der sekundären trei-benden Kräfte werden.

Insgesamt ergibt sich ein komplexes Beziehungsgeflecht, das in der Fachliteratur bisher kaum Beachtung fand und einer strukturierten Aufarbeitung bedarf.

### 3 Bremsende Kräfte (*Retarding Forces*)

Den treibenden Kräften stehen Schranken gegenüber, die einer ungebremsen Entfaltung entgegenstehen, und die folglich gesondert zu betrachten sind. Das DPSIR-Modell kann also mit einer weiteren Komponente er-gänzt werden, den „bremsenden Kräften“ (*retarding forces*). Es handelt sich dabei um eigenständige Kräfte aus dem gesellschaftlichen Raum und nicht um eine bloße Abschwächung einer oder mehrerer treibender Kräfte.

#### 3.1 Primäre bremsende Kräfte

Als primäre bremsende Kraft sind die Verfügbarkeit, der Preis der für den Bootssport notwendigen Ressourcen sowie der individuelle Nutzen zu sehen. Hierzu gehören

1. die Größe der freien Wasserfläche im Binnenland, die von den zuständigen Behörden als Teil einer Bundes- oder Landeswasserstraße ausgewiesen ist,
2. die Zahl der Liegeplätze und die Kapazität anderer Anlagen für die Schifffahrt, der Zugänge zum Wasser zwecks Ein- und Auswasserung sowie die landseitige Infrastruktur,
3. die Erlaubnisse und behördlichen Restriktionen bzw. Auflagen beim Betrieb der jeweiligen ↪ Was-serfahrzeuge,
4. die Kosten der Wasserfahrzeuge in Anschaffung, Unterhalt und Betrieb,
5. die Nichterfüllung der Nutzer-Erwartungen.

Bei weitem nicht alle Oberflächengewässer eignen sich zum Befahren mit Sportbooten oder Fahrgastschiffen. Die Gründe liegen in der physischen Beschaffenheit der Gewässer (Breite, Tiefe, Wasserführung usw.), in der fehlenden behördlichen Ausweisung als Wasserstraße oder darin, dass zumindest Teile der Wasserfläche als Schutzgebiete (Naturschutzgebiete, Fisch- bzw. Laichschonbezirke, Trinkwasserschutzgebiete u. a.) ausge-wiesen sind, und daher nicht oder nur unter bestimmten Auflagen befahren werden dürfen. Die primären brem-senden Kräfte können durch politische Entscheidungen oder durch Verwaltungshandeln modifiziert werden, wobei Abwägungsprozesse, z. B. Natur- bzw. Gewässerschutz vs. Entwicklung und Nutzung eine große Rolle spielen.

#### 3.2 Sekundäre bremsende Kräfte

Die primären bremsenden Kräfte werden durch einige variable Faktoren beeinflusst, während anderen Fakto-ren im Rahmen der bestehenden rechtlichen und gesellschaftlichen Gegebenheiten mittelfristig weitgehend konstant bleiben. Zu den konstanten Komponenten zählen

1. die Naturschutzziele, vorgegeben von der Europäischen Gesetzgebung (FFH-RL, Vogelschutz-RL, mit Natura 2000) und der weiterführenden nationalen Gesetzgebung (BNatSchG) und den Naturschutzgesetzen der Länder. Als Akteure wirken hier die Naturschutzbehörden der Länder als Träger öffentlicher Belange (TÖB) sowie ausgewählte Naturschutzverbände als „Anwälte der Natur“, die bei bestimmten Bauvorhaben anzuhören sind. In diesem Zusammenhang ist auch das *Bundesamt für Naturschutz* (BfN) zu nennen, das sich für einen nachhaltigen Tourismus und die umweltverträgliche Ausübung von Natursportarten (z. B. Segeln<sup>4</sup>) bemüht.
2. die Gewässerschutzziele, vorgegeben durch die Europäische Gesetzgebung (EG-WRRL) und die Umsetzung durch die Gesetzgebung des Bundes (WHG) und der Länder (WG). Akteure sind die Wasserbehörden der Länder, die bei Wasserrechtsverfahren (z. B. Errichtung und Betrieb von Anlagen in oder an Gewässern) federführend sind, dabei aber i. d. R. auch Naturschutzbehörden und Naturschutzverbände sowie Fischereibehörden, Fischereiverbände und einzelne Fischereiberechtigte hören müssen. Bestimmte Themengebiete (z. B. Verbrennungsrückstände aus Bootsmotoren, Freisetzung von Bioziden aus Anti-Fouling-Anstrichen) wurden vom *Umweltbundesamt* (UBA) bearbeitet.
3. Ziele wie Wasserreinhaltung, Luftreinhaltung, sparsamer Umgang mit nicht erneuerbaren Ressourcen, Klimaschutz, Arten- und Biodiversitätsschutz, der Schutz von Natur- und Landschaft, Erholung in der Natur u. a. Viele dieser Ziele werden von breiten Bevölkerungsschichten als vorrangig angesehen (zuletzt Grothmann et al. 2023, 2024), so dass sie im Kontrast zu der Wirklichkeit auf deutschen Wasserstraßen stehen.

Die variablen Faktoren betreffen

1. die Freigabe von (künstlichen oder erheblich veränderten) Gewässern für eine oder mehrere Sportarten inkl. des Bootssports: zumeist Nachnutzungen von Tagebaurestseen oder Abgrabungsseen.
2. die zunehmende Verdichtung des (Motor-)Bootsports in bestimmten Revieren, die zur Behinderung, Gefährdung oder zum Ausschluss anderer Nutzer bzw. Nutzungen des Gewässers führen kann. Es darf vermutet werden, dass bei einer begrenzten Ressource „Wasserfläche“ die Konflikte zwischen den Nutzergruppen zunehmen werden, wie dies bereits an einigen Berliner Gewässern zu erkennen ist (Abgeordnetenhaus Berlin 2022).
3. technische und sportliche Neu- und Weiterentwicklungen, die fortwährend auf den Markt drängen und trendbewusste Käuferschichten suchen, und dabei versuchen, die noch bestehenden Freiräume zu nutzen. Verbunden mit dem beobachtbaren Verhalten vieler Nutzer, in ihrer Freizeit mehreren (Wasser-) Sportarten nachzugehen, bedeutet dies in der Summe eine Nutzungsverdichtung. Befördert wird dies durch das reiche Angebot an Miet- bzw. Charter-Möglichkeiten ohne Befähigungsnachweise und an niederschweligen Schulungsangeboten professioneller Anbieter, so dass es aus Nutzersicht attraktiv ist, eine neue Sportart zunächst auszuprobieren, ohne gleich die Ausrüstung kaufen zu müssen.
4. die Entwicklung von Biozid freien Anti-Fouling-Beschichtungen und von alternativen, weniger klimabelastenden Antrieben und Kraftstoffen, teils unter aktiver Beteiligung der Dachverbände (z. B. DMYV). Der Ersatz der in der Öffentlichkeit zunehmend kritisch gesehenen leistungsstarken Verbrennermotoren durch umweltfreundlichere Elektroantriebe hat beispielsweise in Brandenburg (BbgEMV) und Bayern<sup>5</sup> zu einer Privilegierung solcher Sportboote geführt.
5. die Annäherung an die Kapazitätsgrenzen (*carrying capacity*) der Wasserstraßen und Schleusen sowie der sonstigen nautischen Infrastruktur.
6. der Attraktivitätsverlust bestimmter Reviere durch Übersättigung (*crowding*).

---

<sup>4</sup> Siehe <https://www.natursport.info/natursportarten/zu-wasser/> ; Motorbootsport ist keine Natursportart.

<sup>5</sup> Zahlenmäßig kontingentierte Lizenzvergabe für (Verbrenner-)Motorboote für Ammersee und Starnberger See (führerscheinfrei), jedoch unbeschränkte Lizenzvergabe für Elektro(motor)-Boote (Starnberger See, Ammersee, Wörtsee, Pilsensee, Waginger See, Chiemsee) (Quelle: <https://www.sueddeutsche.de/muenchen/starnberg/elektroboote-mit-akkuuebers-wasser-1.3154923> )

Aus dieser sicherlich noch unvollständigen und kaum empirisch belegten Aufstellung geht auch hervor, dass es Bestrebungen und Möglichkeiten gibt, die bremsenden Kräfte zumindest teilweise zu überwinden, so dass sich neue Marktchancen ergeben. Dies wiederum macht fortwährend eine ökologische Neubewertung der technischen und sportlichen Weiterentwicklungen erforderlich.

#### 4 Belastungen (*Pressures*)

Die Belastungen, die schließlich zu Zustandsänderungen (*State*) der Umwelt führen, ergeben sich als Resultierende aus dem Wirken der treibenden und der bremsenden Kräfte. Grundsätzlich müssen die Umweltauswirkungen von Produkten und dem Umgang mit ihnen über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg verfolgt werden (Produktökobilanz, *life cycle assessment*), also von der Gewinnung der Rohstoffe über die Fertigung, den Vertrieb, die Nutzung und Wartung bis hin zur Entsorgung mit Recycling, thermischer Verwertung und Deponie der verbleibenden Reststoffe (*cradle-to-grave-Systemgrenze*) (DIN EN ISO 14040:2021-02 + A1 (2020); DIN EN ISO 14044:2021-02 (2021)).

Der Lebenszyklus insbesondere von Sportbooten lässt sich in vier Abschnitte zu gliedern, die sich auch hinsichtlich der ökologischen Wirkungen gut gegen einander abgrenzen lassen:

Der Abschnitt „Produktion, Bereitstellung“ beinhaltet die Gewinnung der Rohstoffe, die Herstellung von Vorprodukten, die Produktion des Bootes einschließlich seiner Ausstattung, sowie den Transport vom Hersteller bzw. Ausrüster zum Kunden (Moreau 2009). Hierbei sind die Stoffbilanz und die Energiebilanz sowie gasförmige Emissionen (Abluft einschl. anthropogener Treibhausgase,  $\Psi$ THG), wasserlösliche Emissionen im Abwasser und (nicht-recyclierbare) Reststoffe einschließlich ihrer Umweltbelastungen zu betrachten.

Der Abschnitt „Stationierung“ bezieht sich auf Bootsstationierungsanlagen ( $\Psi$ BoStA), die notwendig sind, wenn sich das Boot nicht auf Fahrt befindet, also irgendwo „geparkt“ werden muss. Die Spannweite dieser Anlagen reicht von der Ankerboje oder dem einfachen Bootssteg bis zur Marina, die mit einem umfassenden Service-, Gastronomie- und Hotellerie-Angebot sowie weiterer Freizeit-Infrastruktur aufwartet. Hinzu kommen Einrichtungen zur Lagerung der Boote außerhalb der Saison, im einfachsten Fall der heimische Vorgarten, im kommerziellen Bereich Grünlandflächen landwirtschaftlicher Betriebe, oberflächenversiegelte Standplätze oder spezielle Bootslagerhallen. In diesem Lebenszyklusabschnitt entstehen Umweltbelastungen vor allem durch die Inanspruchnahme bzw. Umwandlung von (naturnahen) Wasser- und ufernahen Landflächen, durch Emissionen von gasförmigen und wasserlöslichen Schadstoffen sowie Geräusch- und Lichtemissionen und Hinterlassung von festen Abfällen. Eingeschlossen sind auch besondere Umweltrisiken z. B. durch Havarie einzelner Systemkomponenten und ganzer Boots- bzw. Schiffseinheiten.

Der Abschnitt „auf Fahrt/in Betrieb“ beinhaltet die Umweltbelastungen, die bei einem typischen Nutzungsprofil während der Ausfahrt von der fahrenden Schifffahrt ausgehen. Diese Belastungen schließen auch den Betriebsstoffverbrauch der Boote und Schiffe ein. Auf der Emissionsseite handelt es sich beispielsweise um die temporäre und wiederholte Störung von Tieren, Geräusch-, Abgas- und Biozid-Emissionen (Antifoulings) sowie um die Erzeugung von Wellen. Auch hier treten (Umwelt-)Risiken durch Havarien hinzu, die von der Grundberührung des Propellers bis zur Kollision mit Meeressäugern, Badegästen oder anderen Booten reichen.

Der Abschnitt „Abwracken“ beinhaltet die Aufwendung für das letztmalige Auswassern und den Transport zu einem Fachbetrieb, der das Boot trockenlegt, zerlegt, bestimmte Komponenten repariert, stofflich oder energetisch verwertet und andere Komponenten einer Deponie zuführt (vgl. Kap. 5.2.4). Hier sind stoffliche und energetische Bilanzen getrennt zu betrachten.

Die Lebenszyklus-Abschnitte „Stationierung“ und „auf Fahrt“ sind während der Saison zeitlich eng miteinander verzahnt, beispielsweise dadurch, dass ein Boot wochentags in einem Hafen liegt und am Wochenende auf Fahrt geht. Die Anteile von „Stationierung“ und „Fahrt“ können beträchtlich variieren (vgl. Ostendorp & Ostendorp 2025d). Außerhalb der Saison überwiegt für die meisten Boote in Mittel- und Nordeuropa die „Stationierung“ bei weitem, nicht zuletzt, um die Boote vor Schäden durch Winterstürme und Eisgang zu schützen.

Für die Belastungen in jeder Gruppe müssen geeignete Indikatoren gefunden werden, die es ermöglichen, eine Wichtung und Quantifizierung vorzunehmen. Weiterhin muss ein Aggregationsverfahren entwickelt werden, aus dem sich die Gesamtbelastungen in jeder Gruppe ableiten lassen. Hierzu gibt es in der Fachliteratur bisher nur wenig verwertbaren Ansätze.

Als grundlegende Indikatoren können

- (1) Der Wasserfahrzeug-Typ
- (2) die typspezifische Flottengröße in Verbindung mit dem Wasserfahrzeug-Typ
- (3) die typspezifisch durchschnittliche Lebensdauer der Hauptkomponenten Rumpf, Aufbauten/Ausstattung, Motor,
- (4) die typspezifisch üblichen Nutzungen (Fahrzeiten, Liegezeiten, saisonal u. außersaisonale Nutzung),
- (5) die Zahl der Bootsstationierungsanlagen und die Zahl der Liegeplätze in den BoStA,
- (6) Flächengröße, Ausstattung und Service, Betreiber der BoStA

dienen. Die Zahlen können sich auf eine Gebietskörperschaft (z. B. Deutschland), ein geographisches Gebiet (z. B. Ostseeküste) oder ein Revier (z. B. Bodensee) beziehen.

#### 4.1 Flottengrößen

Der Umfang der Umweltbelastungen durch die Sportschifffahrt ist eine Funktion der Flottengröße der einzelnen Bootstypen. Weltweit wurde nach einer Datenzusammenstellung der *Confindustria Nautica* (Italia) und der *Fondazione Edison* für das Jahr 2021 eine Zahl von 34,8 Mio Sportbooten ermittelt (Pagani Isnardi et al. 2022), davon rd. 44,3 % Motorboote (Inborder, Außenborder, Stern Drive), 6,9 % Segelboote und 4,9 % Wassermotorräder.

In Europa sind knapp 6,66 Mio Boote unterwegs, was einer Dichte von 15,6 Booten je 1000 Einwohnern entspricht (Pagani Isnardi et al. 2022). Berücksichtigt wurden allerdings nur 13 Küstenländer, während seenreiche Binnenländer wie Österreich und die Schweiz, aber auch einige Küstenländer wie Dänemark, Portugal, Malta u. a. nicht erfasst wurden. Insofern dürften die tatsächlichen Zahlen deutlich darüber liegen. Die höchsten Bootsdichten mit 70 bis 205 Booten je 1000 Einwohner treten in den skandinavischen Ländern auf. Deutschland liegt diesen Zahlen zufolge mit 480.000 Sportbooten (inkl. Wassermotorräder), entspr. einer Dichte von 5,75 Booten/1000 Einw. eher im unteren Mittelfeld. Die weltweiten Bootzahlen weisen seit 2011 (ca. 23 Mio Boote) einen stetig steigenden Trend von etwa 1,1 Mio Booten p. a. auf, wobei der europäische Anteil mit 19 % in den letzten Jahren konstant geblieben ist. Für Deutschland stellte Mell (2023) zwischen jedoch einen Rückgang des hochgerechneten Bootsbestands zwischen 2015 und 2023 um etwa 7 % fest.

In Europa stehen für eine Flotte von 5,74 Mio Booten etwa 10.600 Häfen oder Marinas mit 1,14 Mio Wasser- und Landliegeplätzen zur Verfügung (Pagani Isnardi et al. 2023). Deutschland hat mit 2.700 Einheiten die höchste Zahl an Häfen/Marinas, was sicherlich der Berücksichtigung auch sehr kleiner Häfen und Steganlagen durch Watermann et al (2016) geschuldet ist.

Die für Deutschland und die Schweiz verfügbaren Zahlen sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Sie beruhen teils auf groben Schätzungen und Hochrechnungen, wobei häufig nicht zwischen Küsten- und Binnenrevieren unterschieden wird. Auch die untere Erfassungsgrenze kleiner Bootstypen ist oft nicht beschrieben, so dass die angegebenen Zahlen stark schwanken. Am zuverlässigsten sind wohl die Angaben von Mell (2016), die auch den Statistiken des *International Council of Marine Industry Associations* (ICOMIA) zu Grunde liegen, und auf die wiederum Pagani Isnardi et al. (2022) verweisen. Hintergrund für diese Unschärfe ist, dass es in Deutschland – im Unterschied zur Schweiz – keine umfassende Registrierungspflicht gibt.

Die wohl längste und zuverlässigste regionale Boots- und Schiffsstatistik in Deutschland stammt vom Bodensee. Sie wurde auf Beschluss der *Internationale Schifffahrtskommission für den Bodensee* (ISKB) im Jahr 1992 eingeführt. Hintergrund war die Sorge um die Trinkwasserqualität des Bodensee-Wassers, die insbesondere von den Emissionen der Außenbordmotoren beeinträchtigt zu werden drohte. Bereits seit den 1970er Jahren

Tabelle 2: Literaturangaben zur Flottengröße (zugelassene Sportboote) in Deutschland und der Schweiz.

Zeitraum	Gebiet	Anzahl	Kommentar	Quelle
2015	Deutschland, Küste und Binnen	Dauerliegeplätze: 206.200		Watermann et al. (2016)
2015	Deutschland, Küste und Binnen	Sportboote: rd. 750.000		Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2015
2015	Deutschland, Küste + Binnen	Sportboote: 482.519, davon 284.651 Motorboote und 197.868 Segelboote	davon rd. 80 % im Binnengewässern (Göpner 2019)	Mell (2016)
2019 – 2023	Deutschland, Küste und Binnen	Segeljollen, Segelyachten: 410.000 - 440.000	keine Tendenz	IfD Allensbach in Statista (2023a)
2019 – 2023	Deutschland, Küste + Binnen	Motoryachten: 220.000 – 290.000	ansteigend von 2020 auf 2023	IfD Allensbach in Statista (2023b)
2011 bis 2023	Bodensee (DE, AT, CH)	registrierte Boote (2023): 60.591 (davon 80 Fahrgastschiffe u. 448 Arbeitsboote, Lastschiffe u. a.)		Bodensee-Schiffsstatistik im Auftrag der Internationalen Schifffahrtskommission Bodensee (ISKB)
2020	Deutschland, Küste und Binnen	Wassermotorräder: ca. 4.200		Burgstaller et al. 2023
2023	Deutschland, Küste und Binnen	Sportboote: 448.000 Eigner (59 % Motorboote, 41 % Segelboote)	auf 194.000 Wasserliegeplätzen	Mell (2023)
2023	Schweiz	64 625 Motorboote + 26 687 Segelboote	Veränderungen 2000 – 2023: Motorboote +10 %, Segelboote: -23 %	Bundesamt für Statistik der Schweizerischen Eidgenossenschaft

gab es nach der Bodenseeschifffahrtsordnung (BSO) von 1973<sup>6</sup> eine allgemeine Registrierungspflicht, gekoppelt mit einer technischen Prüfung und Betriebszulassung. Seitdem werden von den Behörden der Anrainerländer jährlich Stichtagsdaten über Bootstyp und Motorisierung erhoben und bei der Vorarlberger Landesregierung als federführender Stelle zusammengestellt<sup>7</sup>. Demnach waren zur Benutzung auf dem 536 km<sup>2</sup> großen Bodensee mit einem 273 km langen Ufer 60.063 Sportboote registriert (Stichtag 31.12.2023), davon 26.838 Motorboote mit Verbrennungsmotoren und weitere 2.271 Boote mit Elektroantrieben. Der Bodensee besitzt demnach mit 112 Einheiten/km<sup>2</sup> Seefläche bzw. 220 Einheiten/km Uferlänge eine sehr hohe durchschnittliche Bootsdichte. Verglichen mit den gesamten Bootszahlen in Deutschland und der Schweiz<sup>8</sup> zeichnet der Bodensee bereits für rd. 10 % der gesamten Sportbootflotte dieser Länder.

<sup>6</sup> „Übereinkommen über die Schifffahrt auf dem Bodensee“ vom 1. Juni 1973 zwischen der Bundesrepublik Deutschland, der Republik Österreich und der Schweizerischen Eidgenossenschaft sowie die gleichzeitig abgeschlossenen bilateralen Verträge zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft einerseits und der Republik Österreich bzw. der Bundesrepublik Deutschland andererseits über die Schifffahrt auf dem Alten Rhein und über die Schifffahrt auf dem Untersee und dem Rhein zwischen Konstanz und Schaffhausen.

<sup>7</sup> <https://vorarlberg.at/-/schifffahrt>

<sup>8</sup> DE: 482.519 Sportboote in 2015, s. Mell (2016); CH: 96.923 Sportboote (2023) abzgl. der 10.643 am Bodensee zugelassenen Sportboote, s. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeuge/fahrzeuge/luft-schiene-seilbahnen-schiffe.html#1767707015>.

Als grobe Indikatoren eignen sich der Wasserfahrzeug-Typ in Verbindung mit der jeweiligen Anzahl der Fahrzeuge der jeweiligen Typen. Eine Verfeinerung der Indikatoren ist wünschenswert und ist anhand der (zugelassenen) Ausstattung der Boote auch möglich. Angaben für das einzelne Boot enthalten die Zulassungspapiere und der sog. Bootspass<sup>9</sup>. Allerdings gibt es keine bundesweite Zulassungspflicht für Boote und der Bootspass ist ein freiwillig geführtes Dokument, das offenbar nur wenig Verbreitung gefunden hat. Ob die Anzahl der Fahrzeuge ungefähr der Anzahl der bei deutschen Behörden (Schifffahrtsbehörden des Bundes und Landesbehörden) und bei den durch die Bundesregierung ermächtigten Verbänden (ADAC, DMV, DSV) registrierten Einheiten entspricht, lässt sich aufgrund unterschiedlicher Datenmodelle nicht feststellen. Die Registrierung dient vornehmlich dem Eigentumsnachweis im europäischen Reiseverkehr, während Sicherheits- und Umweltaspekte eher an die technische Prüfung und die Zulassung gebunden sind.

## 4.2 Lebensdauer

Neben der (typspezifischen) Flottengröße ist die durchschnittliche Lebensdauer der Produkte eine weitere wichtige Größe für Einschätzung der Umweltbelastungen im Lebenszyklus von Wasserfahrzeugen. Da es in vielen Ländern, auch in Deutschland keine flächendeckende Registrier- und Abmeldepflicht für Sportboote gibt, fehlen verlässliche Statistiken. Die Schätzwerte für Sportboote reichen von durchschnittlich 20 bis 50 Jahren, bei Wassermotorrädern liegt sie mit rd. 10 Jahren deutlich darunter (Zusammenstellung: Burgstaller et al. 2023). Noch geringer ist sie bei Surfbrettern und SUP-Boards (1 bis 5 Jahre). Auch bei Fahrgastschiffen auf Binnengewässern wird mit einer Lebensdauer von 30 bis 40 Jahren gerechnet. Die ältesten Schiffe der Weißen Flotte, die auf dem Bodensee im Liniendienst eingesetzt werden, stammen aus den 1960er Jahren, sind also deutlich älter als 50 Jahre<sup>10</sup>. Generell hängt die Lebensdauer auch von der Wartungs- und Pflegeintensität ab und schließlich auch von der Wirtschaftlichkeit, die ihrerseits von der Reparaturfreundlichkeit der Komponenten (vgl. Ökodesign-Konzept im Rahmen der *Integrierten Produktpolitik*, IPP der Europäischen Union) abhängt.

4-Takt-Außenbordmotoren haben je nach Fahrweise und Revierbedingungen eine Lebenserwartung von ca. 1000 Betriebsstunden (kleine Motoren) bis einigen Tausend Betriebsstunden (leistungsstarke Motoren), bis eine umfassende Grundüberholung fällig wird. Damit liegt die Lebenserwartung der Motoren etwa in der Größenordnung derjenigen von Rumpf und Ausrüstung.

In Europa erreichen insgesamt etwa 80.000 Sportboote (bis 24 m Länge) jährlich ihr Lebensende (Europäische Kommission, 2017<sup>11</sup>), davon in Deutschland geschätzte 10.000 Boote (Göbner 2019). Allerdings kommt noch ein Potential von rd. 20.000 bis 30.000 Booten, die nicht mehr verkäuflich und irgendwo gelagert sind. Aber auch hier fehlen verlässliche Zahlen, die für den Aufbau einer Bootsrecycling-Wirtschaft notwendig sind.

## 4.3 Nutzung und Betrieb

Weitere Umweltbelastungen entstehen, wenn die Sportboote und Fahrgastschiffe als solche genutzt werden. Eine systematische Betrachtung der Nutzungsformen, ihrer Häufigkeit und Saisonalität war in der Literatur nicht zu finden.

Die Nutzungsformen von Sportbooten lassen sich nach eigener Einschätzung grob umreißen als

---

<sup>9</sup> Herausgeber: Programm Polizeiliche Kriminalprävention der Länder und des Bundes, Zentrale Geschäftsstelle, Taubenheimstr. 85, 70372 Stuttgart

<sup>10</sup> [https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_der\\_Passagierschiffe\\_auf\\_dem\\_Bodensee](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Passagierschiffe_auf_dem_Bodensee)

<sup>11</sup> Europäische Kommission. (2017). Commission Staff Working Document on Nautical tourism. <https://doi.org/10.2495/RAV110541>.

- 1) Hafennutzung: Benutzung des Bootes in der BoStA z. B. zum kurzzeitigen oder mehrtägigen Aufenthalt (Zweitwohnungsfunktion), für gesellige Anlässe u. ä.,
- 2) stillliegende Nutzung im Fahrwasser: Benutzung des verankerten Bootes zu Erholungszwecken (Sonnenbaden, Ruhe und Entspannung) während eines Tagesausflugs oder mit Übernachtung,
- 3) Nutzung auf Fahrt im Fahrwasser: Benutzung des Boots als Fahrzeug für Kurzausflüge, ein- oder mehrtägige Touren, wobei es mitunter auf die Erreichung hoher Geschwindigkeiten und kurzen Reisezeiten zwischen den Destinationen ankommt,
- 4) Wettkampfnutzung: Erreichen von Höchstgeschwindigkeiten oder Demonstration besonderer Geschicklichkeit bzw. Seemannschaft durch besonders geschulte Crews.

Mit Ausnahme der Wettkampfnutzung lassen sich diese Nutzungsformen sinngemäß auch auf die Fahrgastschifffahrt übertragen.

Es ist anzunehmen, dass ein gewisser Zusammenhang zwischen Boots-/Schiffstyp und bevorzugter Nutzungsform besteht. Andererseits lassen viele Bootstypen mehrere Nutzungsformen zu. Es ist offensichtlich, dass sich Umweltbelastungen je nach Häufigkeit bzw. Dauer der einzelnen Aktivitäten unterscheiden. Die Häufigkeit und Dauer könnte individuell durch

- Aufzeichnung der Betriebsstunden des Motors,
- Aktivitätsverfolgung mittels ↪ AIS (*Automatic Identification System*)-Daten oder
- Registrierung beim Ein- und Auslaufen in BoStA

geschätzt werden. Allerdings sind Betriebsstundenzähler oder AIS-Sender für Sportboote auf Binnengewässern nicht vorgeschrieben und die Freigabe von Bewegungsprofilen würde vermutlich Datenschutzbestände berühren (Übersicht: Majamäki 2019). Andererseits gibt es in der marinen Fachliteratur verschiedene Ansätze, die Nutzungsdauer und verwandte Parameter der auf Küstengewässern fahrende Sportboote zu erfassen und zu modellieren (vgl. z. B. Johansson et al 2020; Boljat et al. 2021).

#### 4.4 Liegeplätze, nautische Infrastruktur und touristische Suprastruktur

Der Betrieb von Wasserfahrzeugen, insbesondere die Ausübung des Bootsports, bedarf einer gewissen Infrastruktur am Ufer. Im einfachsten Fall sind dies ein Uferzugang, z. B. über ein Laufbrett, und ein Anker- bzw. Bojenliegeplatz im seichten Wasser. Für gehobenen Ansprüchen sollte es eine geschützte Steganlage mit Strom- und Frischwasserversorgung am Liegeplatz, Hafenmeister- und Bootsservice, Sanitärräumen und Restaurant sein. Eine richtige Marina hat mit Übernachtungs- und diversen Freizeit-Angeboten, vom Boule-Platz über die Sauna bis zur Disco, noch wesentlich mehr zu bieten. In diesem Fall sind viele Einrichtungen auch für das landseitige Publikum nutzbar, das einfach nur das marine Flair genießen will. Die Strukturen einschließlich der zugehörigen Nutzungen beinhalten demnach die nautische notwendige ↪ *Infrastruktur*, die sich an die Skipper richtet, und die ↪ *Suprastrukturen*, die der Annehmlichkeit und der Freizeitgestaltung der Crews und häufig auch des landseitigen Publikums dienen. Die Übergänge sind fließend, beispielsweise, wenn eine Rasenfläche phasenweise als Biergarten, als Trailer-Parkplatz oder außerhalb der Saison als Trockenliegeplatz genutzt wird. Das gesamte Ensemble einschließlich der Wasserflächen bezeichnen wir als *Bootsstationierungsanlage* (↪ BoStA). Eine Systematik der BoStA und der Struktur- und Ausstattungselemente findet sich bei Ostendorp & Ostendorp (2025e); im Vordergrund steht die ökologische Klassifikation ihrer Auswirkungen. Die (gehobene) technische Ausstattung, der (gute) Service und die (breit gefächerten) Annehmlichkeiten der BoStA können auf Antrag der Betreiber einer kostenpflichtigen Qualifizierung durch privatrechtliche Prüfinstitute unterzogen werden. Das Prüfergebnis kann zu Werbezwecken genutzt werden.

In der Fachliteratur wurden Bootsstationierungsanlagen erst relativ spät als Umweltbelastung wahrgenommen worden, die untrennbar mit dem Bootsport verbunden ist. Bislang fehlte es an einer umfassenden typspezifischen Bewertung der ökologischen Auswirkungen.

Auch im Fall der Bootsstationierungsanlagen müssen geeignete Indikatoren gefunden werden, da die Belastungen unterschiedliche taxonomische Gruppen, Ökosystemfunktionen und Ökosystemleistungen betreffen.

Ostendorp & Ostendorp (2025f) haben ein Verfahren entwickelt, das sich auf Luftbildkartierungen und ein Expertenurteil stützt, um die ökologischen Auswirkungen unterschiedlicher BoStA-Typen und ihrer Komponenten zu klassifizieren. Das Verfahren erlaubt neben der Beurteilung des Ist-Zustands auch die vorweggenommene Beurteilung von Planungen bzw. Planalternativen (Szenarienfähigkeit).

Ausgestattet mit diesen Werkzeugen sind auch Vergleiche des liegeplatzspezifischen Flächenbedarfs und damit auch Kapazitätsbetrachtungen möglich.

#### 4.5 Revier-Typen

Die Belastungen sollten zweckmäßigerweise nach ↪ Revier-Typen differenziert werden. Der Literatur zufolge lassen sich vier Reviertypen unterscheiden, die Hohe See, die Küstenmeere, die Fließgewässer und Kanäle sowie die Seen. Die rechtlichen Rahmenbedingungen, die nautische Umgebung, die Umwelt-Randbedingungen sowie die ↪ Ziel- bzw. Reaktionsantwortsysteme sind vielfach andere und bilden vier Merkmalssyndrome. Eine systematische Darstellung in der Fachliteratur steht allerdings noch aus.

Einige Untersuchungsergebnisse (vgl. Kap. 5.2) wurden an Seen gewonnen und stehen damit im Zentrum des SuBoLakes-Projekts. Viele Ergebnisse stammen aus dem marinen Bereich, weitere von künstlichen Kanälen und nur wenige von natürlichen Fließgewässern. Leider wird in der zusammenfassenden Literatur nicht immer deutlich, auf welchen Reviertyp sich die jeweiligen Ergebnisse beziehen.

### 5 **Zustand (State)**

Der Zustand (*State*) eines Umweltkompartiments ergibt sich aus der Zusammenschau physikalischer, chemischer und biologischer Zustände, beschrieben durch Indikatoren, die entweder durch In-situ-Probenahme gemessen oder durch Experteneinschätzung beurteilt werden. In der Fachliteratur stehen häufig nicht der (aktuelle) Zustand, sondern die anthropogenen *Zustandsänderungen* im Vordergrund. Die Mechanismen, die zwischen den Belastungen als Ursache und dem Zustand als Ergebnis vermitteln, spielen im DPSIR-Modell allerdings keine tragende Rolle. Hier sollen sie aber herausgearbeitet werden, denn ohne ein vertieftes Verständnis der ökologischen Zusammenhänge lassen sich keine aussagekräftigen Indikatoren ableiten.

Bei vielen herkömmlichen Belastungen wie Abwassereinleitungen, Versalzung, Gewässerausbau u. a. kann der Zustand durch eine Reihe bewährter Indikatoren erschlossen werden, die als *Qualitätskomponenten* bereits Bestandteile des WRRL-Monitorings sind (European Commission 2003b, Fig. 3.2). Die Indikation der Auswirkungen der Sport- und Fahrgastschifffahrt ist dagegen wesentlich komplizierter, denn

- das Spektrum der Belastungsformen ist bedeutend größer und reicht von morphologischen Veränderungen (Bootsstationierungsanlagen) und hydrologischen Eingriffen (Schleusen, Stauhaltung) über physikalische (z. B. Wellen, Unterwassergeräusche) und chemische (z. B. Antifouling-Rückstände) bis hin zu biologischen Emissionen (Verschleppung von Neobiota),
- wichtige Belastungsformen sind räumlich auf die überschwemmungsfreie Uferzone konzentriert, gehören also nicht zum Kern der WRRL-Gesetzgebung bzw. des deutschen Wasserhaushaltsgesetzes. Überdies sind biotische Komponenten betroffen, die üblicherweise im Naturschutz, nicht aber im Gewässerschutz eine indikative Rolle spielen (z. B. Wasservögel),
- einige Belastungsformen (physische Anwesenheit, Geräusche, Wellen u. a.) sind nur vorübergehend oder mit stark tages- und jahreszeitlich schwankender Intensität präsent, andere dagegen wirken sich nahezu ganzjährig (Biozid-Emissionen) oder sogar über Jahrzehnte aus (Bootsstationierungsanlagen).

Vor diesem Hintergrund wird im Folgenden der aktuelle Kenntnisstand anhand der internationalen Literatur zusammengefasst. Im Vordergrund stehen dabei die Mechanismen, die zwischen den Belastungen (*Pressures*) und dem Zustand eines Schifffahrtsstraßen-Abschnitts (*State*), hier: eines Sees vermitteln.

## 5.1 Internationale Literatur

### 5.1.1 Methodik

Die internationale wissenschaftliche Literatur zum Thema Sportboote wurde

- a) durch systematische Recherchen in der Datenbank *Web of Science Core Collection* (WoS CC) mit dem Schwerpunkt englischsprachiger Veröffentlichungen, sowie
- b) durch unsystematische Recherchen in mehreren Datenbanken, Repositorien von Behörden und Standard- bzw. Review-Werken (vorwärts- bzw. rückwärtsgerichtete Zitatsuche, *citation chaining*) mit dem Schwerpunkt deutschsprachiger und nicht regulär veröffentlichter Fachliteratur („graue“ Literatur)

erfasst.

#### 5.1.1.1 Systematische Recherche

Das Profil der Datenbank *Web of Science Core Collection* umfasst nicht nur umweltwissenschaftliche, sondern auch sozialwissenschaftliche, boottechnische und nautische Literatur sowie Rechtstexte. WoS CC ermöglicht die Formulierung eines Recherchealgorithmus, der auf ein oder viele Datenbankfelder angewandt werden kann. Die Trefferliste kann weiter nach bestimmten Kriterien gefiltert werden, so dass sie einen möglichst hohen Anteil an tatsächlich relevanten Publikationen enthält (Sensitivität), während sich im Ausschuss möglichst nur solche Veröffentlichungen befinden, die zwar formal dem Suchausdruck entsprechen, aber hier keine Relevanz besitzen (Spezifität). Sensitivität und Spezifität wurden hier nicht eigens untersucht, so dass sich über die Güte des gewählten Suchbegriffes keine Aussage machen lässt. Generell ist jedoch davon auszugehen, dass nicht alle relevanten Arbeiten in der WoS CC-Datenbank enthalten sind und damit nicht erfasst werden konnten. Die betrifft nachweislich v. a. die nicht-englischsprachige und die sog. „graue“ Literatur, also etwa behördliche Berichte und Gutachten für Verbände und Behörden.

Der hier verwendete Suchbegriff beinhaltete alternative Begriffe für

- das „Boot“: boat, yacht, craft, watercraft, jet ski, PWC, vessel,
- die „Nutzung als Sportboot“: pleasure, leisure, recreation(al), sail(ing),
- die „Infrastruktur“: transport, dock, port, jetty, harbo(u)r, marina, berth, anchor
- die „Umgebung“: marin(e), coast, lake, reservoir, freshwater, river, canal, inland.

Der Suchausdruck hatte die Form

TS = („Nutzung als Sportboot“) NEAR/0 („Boot“ OR „Infrastruktur“) AND („Umgebung“)

und wurde auf eine Volltextrecherche in den Feldern *title*, *abstract*, *keyword* angewandt (TS, topic). Der Operator NEAR/0 bewirkt, dass Begriffe zur Nutzung direkt neben den Begriffen zum Boot stehen müssen, und damit beispielsweise Suchbegriffe wie pleasure boat, leisure yacht, recreational dock usw. ergeben.

Der für die Basisrecherche verwendete Suchbegriff lautete demnach

TS=((leisure\* OR pleasure\* OR recreation\* OR sail\*) NEAR/0 (boat\* OR yacht\* OR craft\* OR watercraft\* OR (jet NEAR/0 ski) OR PWC OR vessel\* OR transport\* OR dock\* or port\* OR jett\* OR harbo\*r OR marina\* OR berth\* OR anchor\*)) AND (marin\* OR coast\* OR lake\* OR reservoir\* OR freshwater\* OR river\* OR canal\* OR inland\*)

Der Recherche-Zeitraum erstreckte sich auf die Jahre 1900 bis 2023, wobei allerdings erst ab 1950 Treffer zu erwarten waren.

Die Treffer verteilten sich auf bis zu ca. 250 *categories*, die von WoS CC festgelegt waren<sup>12</sup> und die einer detaillierten Gliederung der Forschungsdisziplinen und Arbeitsgebiete entsprechen. Aus dieser Liste wurden

---

<sup>12</sup> vgl. [https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/hp\\_subject\\_category\\_terms\\_tasca.html](https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/hp_subject_category_terms_tasca.html)

die nachfolgenden *categories* ausgewählt und als Filter benutzt, um die für den vorliegenden Zusammenhang relevanten Publikationen in der Trefferliste anzureichern:

biodiversity conservation	engineering marine	ecology	marine freshwater biology
biology	engineering ocean	fisheries	oceanography
engineering civil	environmental sciences	hospitality leisure sport tourism	regional urban planning
engineering environmental	environmental studies	limnology	water resources

Außerdem können die Treffer nach *publication year* gefiltert und angezeigt werden, daneben können *review articles* ausgewählt werden. Weiterhin erlaubt WoS CC die Anzeige von *country/region*, d. h. von Erdteilen, die zumeist den Staaten entsprechen, auf die sich die jeweiligen Publikationen beziehen. Auch hier können Filter gesetzt werden, die die Trefferliste beispielsweise auf Untersuchungen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz begrenzen.

Die Basisrecherche schloss ausdrücklich alle marinen und Binnenland-Umgebungen ein. Um hier eine Differenzierung zu erreichen, wurde die Basis-Recherche wie folgt modifiziert

TS = („Nutzung als Sportboot“) NEAR/0 („Boot“ OR „Infrastruktur“) AND („gewünschte Umgebung“) NOT („unge-wünschte Umgebung“)

mit

- nur marine Umgebung: marin(e), coast(al)
- nur Binnenland-Gewässer: lake, reservoir, freshwater, river, canal, inland
- nur Seen: lake, reservoir, freshwater, inland

Die Suchausdrücke lauteten dann:

TS=(((leisure\* OR pleasure\* OR recreation\* OR sail\*) NEAR/0 (boat\* OR yacht\* OR craft\* OR watercraft\* OR (jet NEAR/0 ski) OR PWC OR vessel\* OR transport\* OR dock\* or port\* OR jett\* OR harbo\*r OR marina\* OR berth\* OR anchor\*)) NOT (lake\* OR reservoir\* OR freshwater\* OR inland\* OR river\* OR canal\*) AND (marin\* OR coast\* ))

TS=(((leisure\* OR pleasure\* OR recreation\* OR sail\*) NEAR/0 (boat\* OR yacht\* OR craft\* OR watercraft\* OR (jet NEAR/0 ski) OR PWC OR vessel\* OR transport\* OR dock\* or port\* OR jett\* OR harbo\*r OR marina\* OR berth\* OR anchor\*)) AND ((lake\* OR reservoir\* OR freshwater\* OR river\* or canal\* OR inland\*)) NOT (marin\* OR coast\* OR ocean\*))

TS=(((leisure\* OR pleasure\* OR recreation\* OR sail\*) NEAR/0 (boat\* OR yacht\* OR craft\* OR watercraft\* OR (jet NEAR/0 ski) OR PWC OR vessel\* OR transport\* OR dock\* or port\* OR jett\* OR harbo\*r OR marina\* OR berth\* OR anchor\*)) AND (lake\* OR reservoir\* OR freshwater\* OR inland\*) NOT (marin\* OR coast\* OR river\* OR canal\* OR ocean\*))

Neben der Recherche in WoS CC wurden auch andere Rechercheportale und Recherchemöglichkeiten genutzt, deren Ergebnisse im Folgenden nicht dargestellt sind, da sich die Trefferlisten stark überlappen und auf eine Doubletten-Bereinigung verzichtet wurde.

### 5.1.1.2 Unsystematische Recherche

Die unsystematische Recherche erwies sich als sehr ergiebig. Hier wurden zahlreiche Gutachten und andere „graue“ Literatur ermittelt, die nicht nur eine Fülle von Originaldaten, sondern auch eine umfassende Zusammenstellung und Wichtung der bis dato erschienenen Literatur bereitstellten. Im vorliegenden Zusammenhang erwiesen sich gerade diese kritischen Literaturlaufbereitungen als besonders informativ.

### 5.1.2 Ergebnisse

Mit dem o. g. Suchbegriff der Basisrecherche konnten im *Web of Science Core Collection* 1126 Einträge ermittelt werden (Abbildung 2). Durch Filterung nach den genannten *categories* verblieben 863 Einträge, die

sich über einen Zeitraum von 1981 bis 2023 und auf insgesamt 86 Gebietseinheiten (meist Staaten) verteilen. Darin enthalten waren 27 *review articles*. Die Zahl der im weitesten Sinne umweltwissenschaftlichen Arbeiten (Filter *categories*) an der Gesamt-Trefferliste betrug im Mittel 76,6 %, woraus hervorgeht, dass sich nur ein geringer Teil der Arbeiten mit anderen Themen beschäftigt.

Die Abbildung 2 zeigt, dass die umweltwissenschaftliche Behandlung des Themas erst Ende der 1980er Jahre einsetzte. Die Analyse der Umweltwirkungen des Bootsports stellt also ein relativ junges Arbeitsgebiet dar. Seit 1991 stiegen die jährlichen Publikationszahlen steil an und erreichten in 2020 ein Maximum von 70 Beiträgen pro Jahr. Danach lagen die Publikationszahlen wieder etwas unter dem Mittel der vorangegangenen fünf Jahre. Dies ist wahrscheinlich auf die weltweite COVID-19-Pandemie zurückzuführen, die die Fertigstellung und Publikation laufender Studien beeinträchtigt haben könnte, wie dies auch in anderen Forschungsbereichen beobachtet wurde (z. B. Aviv-Reuven & Rosenfeld 2021).

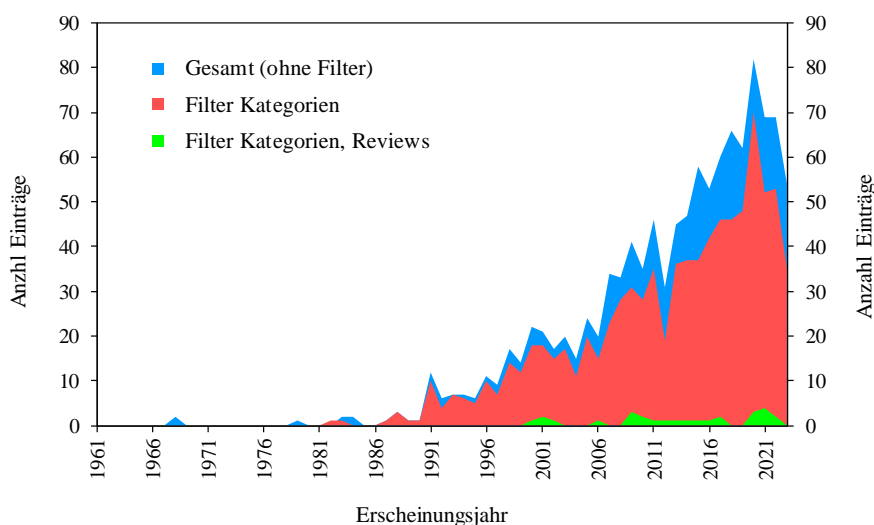


Abbildung 2: Zeitliche Verteilung (Erscheinungsjahre 1961 bis 2023) von 1126 Treffern der Basisrecherche, darin enthalten 863 Treffer mit umweltwissenschaftlichen Inhalten (gefiltert n. Kategorien-Liste) sowie 27 Reviews (gefiltert nach Kategorienlisten und Review-Artikeln).

Zwischen der Wahrnehmung von Umweltproblemen in der Wissenschaft, der interessierten Öffentlichkeit und den Verwaltungen bis zur Veröffentlichung wissenschaftlicher Arbeiten vergehen vermutlich etwa 5 Jahre, so dass man annehmen darf, dass die Folgen der Sportschifffahrt bereits Anfang der 1980er Jahre allgemein sichtbar wurden.

Die Liste der Erdregionen, auf die sich die nach der Kategorien-Liste gefilterten Publikationen beziehen, umfasste 1170 Einträge aus 86 Ländern. Da in der Datenbank Mehrfachnennungen zugelassen sind, kann sich eine Publikation auch auf mehrere oder gar kein Land beziehen. Insgesamt überwogen mit 555 Nennungen im gesamten Zeitraum (47,4 %) Arbeiten aus Europa und mit 358 Nennungen (30,6 %) Arbeiten aus Nordamerika (USA, Kanada). Hinzu kamen noch Australien und Neuseeland mit 101 Nennungen (8,6 %), gefolgt von der Volksrepublik China (23), Brasilien (22) Südafrika (20) und Japan (10), zusammen 6,4 %.

Innerhalb von Europa waren küstenreiche Länder wie das Vereinigte Königreich (England, Wales, Schottland: 79 Nennungen im gesamten Zeitraum), Spanien (77), Italien (64) und Frankreich (50) stark vertreten. Im Mittelfeld lagen Schweden (36), Deutschland (32), Portugal (30) und die Niederlande (23). Die Schweiz und Österreich (8 bzw. 7 Nennungen) waren als Binnenländer nur schwach vertreten.

Im gefilterten Datensatz waren auch 27 *review articles* enthalten, die in einer etwa gleichbleibenden Rate ab 2001 publiziert wurden, also rd. 10 Jahre nach dem Beginn der Veröffentlichung von Primärliteratur. Die Quote lag im Durchschnitt bei etwa 42 veröffentlichten Originalarbeiten pro Review-Artikel.

Die weitaus meisten Literaturangaben (545 von 863 der Basisrecherche, gefiltert nach der Kategorienliste) stammten aus dem marinen Bereich (Abbildung 3), während 200 Treffer nur Binnenland-Gewässer betrafen. Von diesen bezogen sich 153 auf Seen (einschl. Stauseen). Die Untersuchungen an Binnengewässern begannen ungefähr zeitgleich mit denen mariner Küsten. Die Publikationszahlen waren etwa gleichmäßig über die Zeitspanne 1991 bis 2023 verteilt, wobei zwischen 2014 und 2017 mit 15 bis 22 Arbeiten pro Jahr hohe Werte erreicht wurden, die bis 2023 – aus obengenannten Gründen – wieder abnahmen. Die Zahl der Reviews, die sich ausschließlich binnenländischen Fragestellungen widmeten, war mit 4 sehr gering.

In der nach Kategorien gefilterten Basisrecherche (= marin + Binnenland in Abbildung 3) waren Veröffentlichungen mit Bezug zu Deutschland, der Schweiz und Österreich mit durchschnittlich 5,2 % (insgesamt 45 Arbeiten) vertreten. Bei einer Beschränkung auf Binnengewässer bzw. auf Stillgewässer stieg der Anteil leicht auf 10 % (20 Arbeiten) bzw. 6,3 % an.

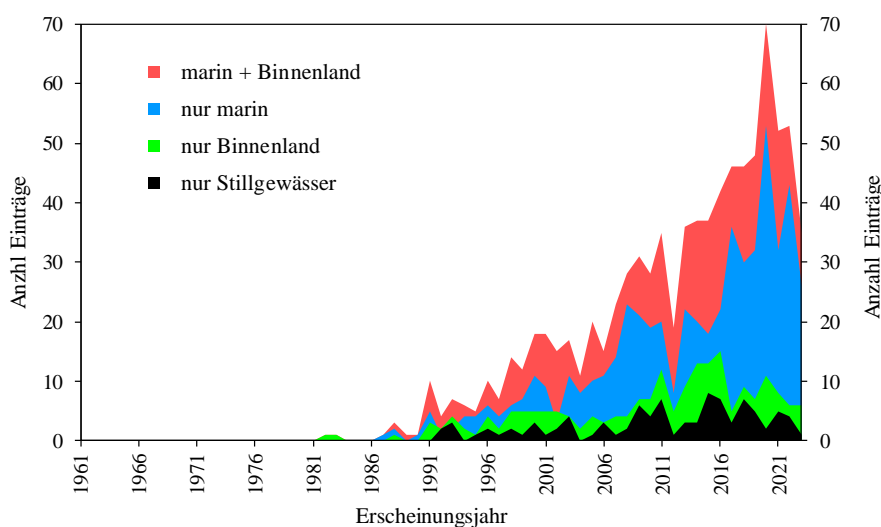


Abbildung 3: Zeitliche Verteilung (Erscheinungsjahre 1961 bis 2023) von 863 Treffern der Basisrecherche (gefiltert n. Kategorien-Liste), darin enthalten 545 Treffer aus mariner Umgebung, 200 Treffer aus Binnenland-Gewässer, davon 95 aus Stillgewässern (*lakes, reservoirs*).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass – anhand der Recherchen in WoS CC – die umweltwissenschaftliche Erforschung der Sportschifffahrt erst Ende der 1980er Jahre einsetzte und in den folgenden Jahrzehnten eine lineare Aufwärtsentwicklung nahm, die – unterbrochen durch die CoViD-Pandemie – bis heute anhält. Dies lässt vermuten, dass nach wie vor die Umweltbelastungen weiterhin als aktuelles Problem gesehen werden, das weiterer (Forschungs-)Anstrengungen bedarf. Weiterhin werden als regionale Schwerpunkte die wohlhabenden Küstenländer des globalen Nordens sichtbar, unter denen Deutschland – was die Zahl der Publikationen angeht – eine eher geringe Rolle spielt. Wie nicht anders zu erwarten, stehen Fragestellungen aus dem Küstenbereich im Vordergrund, während die ähnlich gelagerten Probleme an den Binnengewässern anscheinend weniger drängend oder für Forschungsvorhaben weniger attraktiv erscheinen. Um diese Lücke zu schließen, wurde das SuBoLakes-Projekt konzipiert, das sich dezidiert den Binnengewässern, und hier den Seen widmet.

## 5.1.3 Übersichtsarbeiten

### 5.1.3.1 Auswahl der Übersichtsarbeiten

Mit zunehmender Zahl an Originalpublikationen in einem Fachgebiet steigt der Bedarf an Übersichtsarbeiten, die den einschlägigen Literaturbestand sichten, die Ergebnisse zusammenfassen und bewerten sowie daraus Schlussfolgerungen und Empfehlungen ableiten.

Sutton et al. (2019) unterscheiden sieben Review-Familien, die sich vor allem nach der Art der Literaturrecherche, der Strenge der Auswahl der auszuwertenden Arbeiten sowie nach der Fragestellung der Übersichtsarbeit unterscheiden. Hierbei ist zu bedenken, dass sich ein großer Teil der Anleitungen, Empfehlungen und kritischen Diskussionen zum Thema *Reviews* auf klinische, pharmakologische und Gesundheitsforschung beziehen und damit nur eingeschränkt für die anstehende Frage tauglich sind.

Die Rechercheergebnisse in WoS CC ließen sich nach ‚*review articles*‘ filtern. Die 27 Treffer der nach *categories* gefilterten Basisrecherche wurden anhand von Titel und Kurzzusammenfassung (*Abstract*) näher untersucht. Nur 17 Titel behandelten Umweltthemen im Zusammenhang mit Bootssport an Küsten und im Binnenland. Andererseits wurden viele der bereits aus anderen Quellen bekannten *Review*-Aufsätze durch den Suchalgorithmus nicht erfasst oder waren von vornherein nicht in der Datenbank enthalten. Daher wurden die Ergebnisse um eigene Recherchen mit Hilfe von Zitierungsketten (*citations chains*<sup>13</sup>) ergänzt. Im Ergebnis wurden 72 zusammenfassende Publikationen ausgewählt (Tabelle 3). Die Zusammenstellung versucht, eine Selektivität zu vermeiden, wird aber unvermeidbar durch subjektive Einschätzungen beeinflusst.

Die ausgewählten Übersichtsarbeiten umfassen folgende Typen:

1. Kommentierte Bibliographie (*annotated bibliography*): Liste von ausgewählten Literaturzitierten (Monographien, Zeitschriften-Aufsätze, Internet-Seiten u. a.), die zusätzlich mit einer Inhaltsangabe (meist Kurzzusammenfassung, *Abstract*) sowie weiteren strukturierten Kommentaren versehen ist, um dem Leser einen orientierenden Überblick zu geben. Ein fachwissenschaftlicher Vergleich der Inhalte und eine zusammenfassende Bewertung erfolgen i. d. R. nicht.
2. Zusammenfassung von Workshops, Sammelbänden u. ä. (*findings and conclusions*): selbständige Publikationen, die die Ergebnisse eines Workshops darstellen oder die Einzelbeiträge eines Sammelbandes umrahmen; die Darstellungen sind oft selektiv und decken nicht die gesamte Breite der Fragestellung ab.
3. Traditioneller (unsystematischer, narrativer) Review (*narrative review*; vgl. Ferrari 2015, Sukhera 2022): zusammenfassende und kritische Darstellung von Originalarbeiten, die von den Autoren entsprechend der eigenen Sichtweise und Zielsetzungen ausgewählt wurden, wobei die Auswahlkriterien zumeist nicht explizit angesprochen werden. Die Übersichtsbeiträge erscheinen teils als eigenständiges Werk oder häufig nur als Hintergrundinformation und Begründung des eigenen Forschungsansatzes (Einleitung, Diskussion mit Originaldaten), die damit die Grundlage für die Entwicklung von Fragestellungen dient. Eine systematische Recherche in Literatur-Datenbanken ist damit meist nicht verbunden. Aufgrund der Schwerpunktsetzung sind narrative Reviews anfällig für eine systematische Verzerrung (*literature bias, citation bias*<sup>14</sup>) der Faktenlage.
4. Scoping Review (*scoping review*; vgl. Elm et al. 2019; Munn et al. 2018): stark methodengeleitete Literaturrecherche und -selektion mit dem Ziel einer ersten Orientierung, die später in einen systematischen Review münden kann. Sie dient dazu, Themenfelder konzeptionell abzugrenzen, die umfangreiche Literatur inhaltlich zu klassifizieren, eine sehr heterogene Faktenlage in Beziehung zu setzen und zu bewerten, den Rahmen und den Umfang eines angedachten systematischen Reviews festzulegen, Forschungslücken zu identifizieren usw.

<sup>13</sup> Zitierungsketten (<https://guides.erau.edu/citation-chaining>; <https://subjectguides.sunyempire.edu/researchskillstutorial/citationchain>)

<sup>14</sup> citation bias (<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/01410768221075881>)

5. (klassischer) systematischer Review (*systematic review*; vgl. Haddaway & Pullin 2014; O’Dea et al. 2021, Page et al. 2021, Bayer et al. 2022): stark methodengeleitete und reproduzierbare Literaturrecherche in meist mehreren Datenbanken zur quantitativen Erfassung potentiell relevanter Arbeiten für eine vergleichsweise enge Fragestellung mit einem ein- oder mehrstufiger Filterprozess zur Auswahl qualitativ hochwertiger und relevanter Publikationen (i. d. R. *peer reviewed*), zumeist nach einer allgemein akzeptierten Vorgehensweise (z. B. PRISMA, Page et al. 2021). Ziele sind u. a. die Darstellung des Standes der Wissenschaft in einem engen Sektor, eine Synthese aus statistisch geprüften Informationen aus vertrauenswürdigen Quellen, die Identifizierung von widersprüchlichen Ergebnissen sowie fundierte Empfehlungen für die Praxis.
6. Meta-Analyse (*meta-analysis*; vgl. Ahn & Kang 2018; Akhter et al. 2019; O’Dea et al. 2021; Page et al. 2021; Mathew 2022): Erweiterung eines systematischen Reviews, wobei mit statistischen Mitteln die Effektgrößen in den Originalarbeiten miteinander verglichen und zu einer gewichteten „mittleren“ Effektgröße vereinigt werden; die Effektgrößen und die zugehörigen Vertrauensbereiche werden oft graphisch als *forest plot* dargestellt (Chang et al. 2022), der eine schnelle visuelle Orientierung über gemeinsame Trends der analysierten Studien ermöglicht.
7. Dach-Übersichtsarbeit (*umbrella review*): Review, der sich nicht auf Originalarbeiten, sondern auf Übersichtsarbeiten stützt. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die Fragestellung umfassend und die Originalarbeiten sehr heterogen und angesichts ihrer Anzahl nicht mehr zu bewältigen sind. Ähnlich wie systematische Reviews unterliegen auch Dach-Übersichtsarbeiten expliziten Regeln (vgl. Cant et al. 2022).

Die vorliegende Zusammenstellung versteht sich als *scoping review* mit der Besonderheit, dass in geringeren Umfang Originalarbeiten, sondern – ähnlich wie in *umbrella reviews* – zusammenfassende Arbeiten ausgewertet wurden. Angesichts der Breite und Heterogenität des Themenfeldes scheint uns dieser Ansatz angemessen.

### 5.1.3.2 Themenschwerpunkte

In den ausgewerteten Arbeiten wurden acht thematische Forschungs- bzw. Handlungsschwerpunkte in Küsten- und Binnengewässern sichtbar (vgl. Tabelle 3):

1. die ökologischen Auswirkungen der fahrenden Sportboot- und Fahrgastschifffahrt auf verschiedene Zielsysteme (Sedimente, Vegetation, Fische, Vögel, Neozoen usw.) mit 23 Arbeiten,
2. die Ausbreitung von invasiven Tier- und Pflanzenarten durch Sportboote mit 9 Arbeiten,
3. die Auswirkungen von Bootswellen auf Biota, Unterwasserdenkmale und Uferstabilität mit 4 Arbeiten,
4. die Emissionen der Bootsmotoren mit 7 Arbeiten,
5. die Dekarbonisierung der Sport- und Fahrgastschifffahrt mit 4 Arbeiten,
6. die Auswirkungen von Antifoulings mit 15 Arbeiten,
7. die ökologischen Auswirkungen der stillliegenden Schifffahrt bzw. der Bootsstationierungsanlagen mit 6 Arbeiten.

Hinzu kommen zusammenfassende Arbeiten, die sich mit

8. der Nutzerseite, Freizeit, Sport und Tourismus mit 4 Arbeiten

beschäftigten und dabei auch andere Freizeit- und Tourismus-Formen thematisieren. Nicht enthalten sind:

- Planungshandbücher (z. B. zum BoStA-Bau und Betrieb, z. B. US EPA 1985, DWA 2007),
- technische Dokumentationen, Berichte und Normen (z. B. Bootsbau, Motoren, Hafengebäude),
- Stellungnahmen und Empfehlungen der Fachverbände (z. B. PIANC EnviCom, PIANC RecComm),
- Ermittlung der Tragfähigkeit von Stillgewässern hinsichtlich der Bootszahlen (vgl. Haass 2003; Bosley 2005; CDM Smith 2017; Riungu 2020),
- Publikumsumfragen, die teils nicht veröffentlicht und nur kostenpflichtig zu erhalten sind (vgl. auch Tabelle 1).

Tabelle 3: Literaturübersicht zu den ökologischen Folgen der Sport- und Fahrgastschifffahrt. Dargestellt sind die ausgewerteten Übersichtsarbeiten geordnet nach Themengebieten und Erscheinungsjahr (s. auch Literaturverzeichnis). k. A. – keine Angabe.

Type		Geographic
(1) original research paper or research report with extended literatur review (2) annotated bibliography (3) Workhop, conference volumes (findings and conclusions) (4) narrative review, without original data (5) narrative review, with original data	(6) scoping review (7) systematic review (8) systematic review +meta-analysis (9) others (e. g. expert opinions, guidelines, legal documents)	(1) worldwide or location-independent (2) Europe (3) North America (USA, Canada) (4) Australia (9) others

Ecosystem	Factors	Main target system	Management recommendations
(1) marine (coasts + estuaries + brackish waters) (2) inland waters (rivers, canals, lakes, reservoirs) (3) marine + inland waters (4) atmosphere (9) others	(1) recreational power boating (incl. PWC) (2) recreational boating (general) (3) different kinds of navigation (4) nautical and waterside tourism and recreation (5) mass tourism (general) (6) moorings, docks, harbours, marinas and infrastructure (9) others	(1) water volume (pollution, quality, ...) (2) sediments, shoreline erosion (3) biota (different taxa groups) (4) neobiota (5) ecosystem (general) (6) users, boats, engines (7) littoral/shore structures and vegetation (9) others (atmosphere, economy, social, management, research)	(1) no (2) yes

Thema	Kurzzitat	Typ	Gebiet	Ökosystem	Einflussfaktoren	Ziel-System	Empfehlungen
allgemeine Auswirkungen auf verschiedene Zielsysteme	Liddle & Scorgie 1980	6	2	2	4	3	1
	Pearce & Eaton 1983 (#)	4	2	2	2	k.A.	k.A.
	Brookes & Hanbury 1990	4	2	2	2	2	2
	Milliken & Lee (1990)	4	3	1	1	1	1
	Marston & Yapp 1992	2	4	2	4	1	1
	York (1994)	2	1	3	2	3	1
	Murphy et al. (1995)	4	2	2	1	3	2
	Mosisch & Arthington 1998	6	1	2	1	3	2
	Crawford et al. (1998)	3	3	1	1	3	2
	Asplund (2000)	4	1	2	1	3	2

Thema	Kurzzitat	Typ	Gebiet	Ökosystem	Einflussfaktoren	Ziel-System	Empfehlungen
Emissionen	Jackivicz & Kuzminski (1973)	4	1	3	1	1	2
	Warrington (1999)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
	Albers (2002)	4	1	3	3	1	1
	Rijkeboer et al. 2004	4	2	2	1	1	1
	Horn M et al (2005)	9	2	2	1	6	2
	Heidt C et al (2020)	1	2	2	1	9	1
	Johansson et al. 2020	1	2	1	2	1	2
	Royal Yachting Association (RYA) (2021)	9	2	3	1	9	2
Decarbonisation	Burke et al. (2021)	9	2	4	1	6	2
	Zenié et al. (2023)	9	1	4	1	6	2

(#) nicht mehr im Internet zu ermitteln

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Thema	Kurztitel	Typ	Gebiet	Ökosystem	Einflussfaktoren	Ziel-System	Empfehlungen
allgemeine Auswirkungen auf verschiedene Zielsysteme	Kennish (2002)	3	3	1	1	3	2
	Mosisch & Arthington (2004)	5	1	2	1	3	2
	Davenport & Davenport 2006	4	1	1	5	4	1
	Moreau (2009)	6	1	1	2	9	2
	Burgin & Hardiman 2011	4	4	1	2	5	2
	Whitfield & Becker 2014	4	1	3	1	3	1
	Larson et al 2016	7	1	2	4	3	2
	Moksnes et al. 2019	4	2	1	2	5	2
	Majamäki 2019	1	1	1	3	9	1
	Sagerman et al. (2020)	8	1	3	2	3	2
	Byrnes et al. 2020	4	4	3	3	5	2
	Schafft et al. 2021	8	1	2	4	3	2
	Carreño & Lloret 2021	4	2	1	2	5	2
	Neobiota	Vásárhelyi & Thomas (2003)	1	3	2	3	4
Clarke Murray et al (2011)		1	3	1	2	4	1
Weissert (2013)		1	2	2	2	4	1
Anderson et al. (2015)		8	1	3	5	4	1
Barton (2016)		9	2	1	2	4	2
Ulman (2018)		1	2	1	2	6	1
Cole et al. (2019)		1	3	2	2	6	2
Occhipinti-Ambrogi (2021)		4	2	1	3	5	2
Jensen et al. (2023)	4	2	1	3	4	2	
Wellen	Bilkovic et al (2017)	4	3	1	1	2	2
	Gabel et al. (2017)	4	1	2	3	5	2
	Bilkovic et al (2019)	4	3	1	1	2	2
	Almström et al. (2022)	1	2	1	3	2	2

Thema	Kurztitel	Typ	Gebiet	Ökosystem	Einflussfaktoren	Ziel-System	Empfehlungen	
	Tillmetz et al. (2023)	9	2	4	3	6	2	
Antifouling Paints	Champ (2000)	6	1	1	3	1	2	
	Turner (2010)	4	1	1	2	1	2	
	Daehne et al (2014)	1	2	3	2	5	2	
	Feibicke M et al. (2014)	9	2	3	2	1	2	
	Watermann et al. (2015)	1	2	3	2	1	2	
	Lohmann (2016)	1	2	2	2	6	2	
	Daehne et al. (2017a)	1	2	3	2	5	2	
	Daehne et al. (2017b)	1	2	3	2	5	2	
	Wezenbeek et al. (2018)	5	1	2	2	6	2	
	Feibicke et al (2018)	9	2	3	2	1	2	
	Setzer et al. (2019)	9	2	3	2	6	2	
	Setzer & Schwanemann (2019)	9	2	3	2	6	2	
	UBA Fachgebiet IV 1.2 Biozide (2020)	1	2	2	3	1	2	
	Gaylarde et al (2021)	4	1	1	3	5	1	
	Santos-Simon et al (2024)	1	2	1	2	4	2	
	BoStA	Kelty & Bliven (2003)	6	3	3	6	7	2
Krauß & van Lührte (2007)		9	2	2	6	3	2	
Brämick et al. (2011)		9	2	2	6	9	2	
Hansen et al. (2019)		1	2	1	6	7	2	
Törnqvist et al. (2020)		1	2	1	6	7	2	
Broad et al. (2020)		7	1	1	6	7	2	
Logan et al. (2021)		4	1	1	6	7	2	
Nutzer		Dokulil (2014)	4	1	2	4	5	1
		Venohr et al. (2018)	6	1	2	4	9	2
	Boljat et al. (2021)	7	2	1	4	9	2	
	Spinelli et al. (2022)	6	1	1	4	9	2	

## 5.2 Umweltauswirkungen

Die ökologisch relevanten Effekte der Sport- und Fahrgastschifffahrt stellen sich in den vier verschiedenen Lebenszyklus-Abschnitten unterschiedlich dar.

### 5.2.1 Umweltauswirkungen durch Produktion und Bereitstellung

Aus dem Segment der Sportboot- und Fahrgastschifffahrt sind uns keine systematischen Produktökobilanzen bekannt geworden. Einen ersten Ansatz bietet der Bericht von Moreau (2009), der für *European Commission of Nautical Industries* (ECNI) erstellt wurde.

### 5.2.2 Umweltauswirkungen durch Bootsstationierung

Die Auswirkungen, die durch die Bootsstationierung entstehen, haben bisher eine eher geringe Aufmerksamkeit erfahren, so dass hier umfänglich auf eigene Erfahrungen zurückgegriffen werden musste. Die Tabelle 4 macht deutlich, dass es beim Bau und beim Betrieb bzw. der Nutzung einer Bootsstationierungsanlage, aber auch im Havariefall eine Vielzahl von direkten Umweltauswirkungen gibt, die sich in der Folge auch auf die aquatischen und semiaquatischen Biozönosen auswirken.

Tabelle 4: Umweltbelastungen der stillliegenden Schifffahrt und der Bootsstationierung an Seen in Deutschland während der Bauphase (Bau) und der Betriebsphase (Betrieb) von Bootsstationierungsanlagen (Übersicht). Zusammenstellung anhand von Literaturangaben (vgl. Tabelle 3) und eigenen Beobachtungen.

Code	Umweltbelastung	Erläuterungen
<b>1</b>	<b>vorübergehende mechanische Störungen</b>	
1.1	vorübergehende mechanische Beschädigung von Pflanzenorganen und der Vegetationsdecke (Betrieb)	seeseits: (i) verankerte Boote oder fest gemachte Boote (Ankerboje), (ii) Propeller beim An- u. Ablegen; landseits: Beseitigung der ursprünglichen Vegetation, Neupflanzungen, Pflege und Unterhaltung, häufige Störung der Sukzession
1.2	vorübergehende mechanische Störung des Oberflächensediments bzw. des Oberbodens (Betrieb)	seeseits: (i) verankerte Boote oder fest gemachte Boote (Ankerboje), (ii) Propeller-Wirkung beim An- u. Ablegen; landseits: (i) Eingriff in den Boden beim Bau der Anlagen (ii) Ein- u. Auswassern d. Boote über den Strand z.B. mit einem Strandtrailer, (iii) Bodenbearbeitung, Trittstörungen u. ä.
<b>2</b>	<b>Veränderung von Strukturen</b>	
2.1	Beseitigung, Abdeckung bzw. Überschüttung und Einsedimentierung natürlicher Substratoberflächen (Bau)	Herrichtung von Bootsliegplätzen, Häfen, Kais, Molen, Slips usw. durch Ausbaggerung und/oder Ablagerung der Substratmassen einschließlich der landschaftsbaulichen Umgestaltung; damit eingehend die Vernichtung der standörtlichen Biozönosen (Makrophyten, Makrozoobenthos, Ufervegetation)
2.2	Störung tieferer Sediment- und Bodenschichten (Bau)	Einbringung von Pfählen u. a.; betroffen sind v. a. Unterwasserdenkmale, z. B. die Kulturschichten von Fundstellen der UNESCO-Welterbestätte „Prähistorische Pfahlbauten um die Alpen“
2.3	Reliefveränderungen und Veränderungen der Wassertiefe (z. B. Unterwasserbaggerungen) (Bau, Betrieb)	einmalige oder wiederholte Ausbaggerungen/Entschlammungen von Hafenbecken, Fahrrinnen usw., gefolgt von einem lokalen Erosions-/Akkumulationsgleichgewicht (sedimentäre Feststoffbilanz) und der lokalen Umweltbedingungen für Makrophyten und Makrozoobenthos (z. B. feinere Sedimenttextur, geringerer Lichtgenuss)
2.4	Überbauungen mit Anlagen und Gebäuden (Hochbauten) (Bau)	Substratversiegelung, Vernichtung der lokalen Biozönosen durch Überbauung; bei größeren Anlagen Beeinträchtigung des Landschaftsbildes
2.5	Bereitstellung künstlicher Oberflächen, physischer Strukturen und Vegetationsstrukturen (Betrieb)	Hartsubstrate mit naturähnlichen (Holz) oder standortfremden Oberflächen (Metall, Beton, Flussbausteine, Kunststoffe, Kunststoff-Gewebe u. a.); betroffen sind v. a. Uferabschnitte ohne Hartsubstrate in naturnahem Zustand; mit Potential zur Etablierung einer Hartsubstratfauna inkl. Neozoen
2.6	Trivialisierung oder Diversifizierung von Lebensraumstrukturen (Bau, Betrieb)	Verringerung oder Vermehrung der lokalen Vielfalt an Habitateigenschaften (Substrat, Relief, Wellenexposition, Lichtangebot, Dynamik u. a.), gefolgt von einer veränderten (geringeren oder erhöhten) Artenvielfalt (inkl. standorttypischer und gebietsfremder Arten)

Tabelle 4 (Fortsetzung).

Code	Umweltbelastung	Erläuterungen
<b>3</b>	<b>Veränderung des Wasseraustausches und des Feststoffhaushalt</b>	
3.1	Veränderungen der Durchströmbarkeit und des Wasseraustausches (Betrieb)	Einbauten wie Kais (Vorschüttungen), Molen, Wellenbrecher, Pfähle u. ä., die im Vergleich zur naturnahen Ufersituation eine lokale Veränderung der Strömungsverhältnisse und des Wasseraustausches mit dem See bewirken; ggf. gefolgt von Veränderungen des Nährstoffhaushalts (Veralgung), der Ablagerung von Feinsediment (Verschlammung), der Anreicherung von Schadstoffen in der Wassersäule und den Oberflächensedimenten), Umwandlung in lenitische Biozöosen (Makrophyten, Makrozoobenthos)
3.2	Veränderungen des Feststoffhaushalts (Betrieb)	lokaler Austrag oder Ablagerung von mineralischen (Sand, Mikrite) oder organischen Feststoffen (Holz, Laub, Wasserpflanzen u. a.), hervorgerufen durch Reliefveränderungen (s. o.) und/oder strömungsveränderte Einbauten (s. o.); damit einhergehend eine Veränderung der lokalen Biozöosen
3.3	Risiko der Flächen- oder Ufererosion (Betrieb)	Initiierung von langfristigen Trends der Erosion im Eulitoral und/oder der flächenhaften Erosion im Sublitoral; betroffen sind u. a. Uferabschnitte mit Unterwasserdenkmale
3.4	Trübung durch Sedimentaufwirbelung inkl. Nährstofffreisetzung (Bau)	Resuspension von Oberflächensedimenten, z. B. bei der Ausbaggerung und der Verklappung von Baggergut (Bau und Unterhaltung); gefolgt von (i) einer Verringerung des Lichtgenusses von Unterwasserpflanzen, (ii) der Ablagerung von Trübstoffen auf den Blättern von Unterwasserpflanzen, (iii) der Freisetzung/Desorption reduzierter Substanzen (CH <sub>4</sub> , Fe <sup>2+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) und Nährstoffen (NO <sub>3</sub> -N, PO <sub>4</sub> -P)
3.5	Freisetzung von Schadstoffen aus Sedimenten (Bau)	Resuspension von Oberflächensedimenten, z. B. bei der Ausbaggerung und der Verklappung von Baggergut; gefolgt von einer Freisetzung/Desorption von Schadstoffen (z. B. PAKs, Biozide der Antifouling-Anstriche)
<b>4</b>	<b>visuelle Einwirkungen</b>	
4.1	physische Anwesenheit von Menschen und visuelle Störung (Betrieb)	für Tiere wahrnehmbare (v. a. Gesichtssinn, Gehör) Anwesenheit des Menschen und seiner Haustiere einschließlich ihrer Aktivitäten, soweit sie zu einer Veränderung des natürlichen Verhaltens der Tiere führen (Fluchtverhalten, Paarungs- und Brutverhalten, Nahrungssuche u. a.); hierzu auch das adaptive Verhalten bei Fütterung durch den Menschen
<b>5</b>	<b>Veränderungen des Strahlungshaushalts</b>	
5.1	künstliche Beschattung (Betrieb)	permanente Beschattung des Wasserkörpers, der Sedimentoberfläche sowie der Bodenoberflächen (tagsüber) durch Baukörper (Lauffläche von Pfahlstegen, Laufflächen und die Auftriebskörper von Schwimmstegen und -plattformen; Hochbauten, Bootshallen usw.), mit der Folge des verringerten Lichtgenusses für Ufer-, Röhricht- und Unterwasserpflanzen
5.2	künstliche Beleuchtung (Betrieb)	künstliche Beleuchtung durch Leuchtfeuer, Stegbeleuchtung, Beleuchtung der Betriebsgelände, der Gebäude u. a. Infrastruktur (z. B. Sport- u. Freizeitgelände) (nachts), mit der Folge erhöhter Verluste von nachtaktiven Insekten (Lichtverschmutzung)
<b>6</b>	<b>Geräusch-Emissionen</b>	
6.1	Unterwasser-Geräuschentwicklung (Bau, Betrieb)	Rammen von Pfählen und Spundwandelementen sowie Motorengeräusche und Vibrationen der Bootshülle ( ökologische Effekte auf Tierarten der Binnengewässer, z. B. Fische unsicher)
<b>7</b>	<b>stoffliche Emissionen</b>	
7.1	Abgase aus Verbrennungsmotoren (Betrieb)	Freisetzung von Abgasen (polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen [PAK], flüchtigen organische Kohlenstoffverbindungen [VOC], Stickoxiden [NO <sub>x</sub> ], Feinstaub und Rußpartikeln [PM], Kohlenmonoxid [CO], Kohlendioxid [CO <sub>2</sub> ], Schwefeldioxid [SO <sub>2</sub> ] in die Atmosphäre oder in das Wasservolumen eine Bootsstationierungsanlage beim An- und Ablegen und Navigieren von größeren Segelbooten und von Motorbooten
7.2	Freisetzung von Ölen, und Treib- und Schmierstoff-Bestandteilen (Betrieb)	(i) betriebsbedingte Freisetzung von unvollständig verbrannten Treibstoffen und Schmierstoffen aus dem Motorraum, (ii) (unabsichtliche) geringe Verluste von Treibstoffen beim Umgang (z. B. .Betanken) , (iii) Havariefall mit großen Verlusten von Ölen, Treib- und Schmierstoffen, jeweils mit der Folge der Wasser-, Boden- und Sedimentverschmutzung

Tabelle 4 (Fortsetzung).

Code	Umweltbelastung	Erläuterungen
<b>7</b>	<b>stoffliche Emissionen</b>	
7.3	Freisetzung von Bestandteilen von Bootsanstrichen, Antifouling-Beschichtungen, Holz-Imprägnierungen (Betrieb)	(i) bestimmungsgemäße und materialtechnisch bedingte Freisetzung von Schwermetallen und organischen Bioziden und anderen Komponenten aus dem Antifouling-Anstrich des Unterwasser-schiffs in das Wasservolumen der Bootstationierungsanlage; (ii) (unerlaubte) Freisetzung von Partikeln, Schwermetallen und organischen Bioziden beim mechanischen Reinigen der Bootshülle ohne Benutzung eines Reinigungsplatzes mit Abwasserablauf und -behandlung; (iii) materialtechnisch bedingte Freisetzung von Schwermetallen und organischen Bestandteilen der Holz-Imprägnierungen von Pfählen, Bohlen usw. unter Einfluss von Witterung und Seewasser
7.4	Freisetzung von Abwasser (Schwarzwasser, Grauwasser, Küchenabwasser) (Betrieb)	(unerlaubte) Beseitigung von fäkal verschmutzten Abwasser und Urin oder fäkalienfreiem gering verschmutztem Abwasser und Küchenabwasser eines Bootes in das Wasservolumen einer Bootstationierungsanlage durch die Besatzung
7.5	Einbringung fester Gegenstände und Abfälle (Betrieb)	(unerlaubte) Beseitigung oder (fahrlässiges) Überbordgehen von festen Gegenstände aller Art einschließlich fester Abfälle (Flaschen, Korken, Zigarettenfilter, Obstreste, Kunststoff- und Aluminiumbehälter, Nahrungsmittelreste u. a.)
7.6	Einbringung von Kunststoffpartikeln (Betrieb)	Fragmentierung und Abrieb von Kunststoffgegenständen wie Seile, Schaumstoff-Schwimmkörper und –Isolierungen u. a.; Auswirkungen von Mikroplastik (< 5mm) auf Tiere in Binnengewässern nicht abschließend geklärt
<b>8</b>	<b>direkte Wirkungen auf Flora u. Fauna</b>	
8.1	Erleichterung der Etablierung und lokale Ausbreitung von Neobiota (Betrieb)	(i) (erlaubte) Einwässerung von (ungesäuberten) Booten aus anderen Revieren bzw. Flusseinzugsgebieten, die mit Überdauerungsstadien von Neozoen und Neophyten behaftet sein können; (ii) (unerlaubtes) Abpumpen von Bilgenwasser, (unvermeidliches) Einleiten von Abwasser aus dem Kühlwasserkreislauf in das Wasservolumen der Bootstationierungsanlage; (iii) Säuberung der Unterwasserbootshülle auf dem Freigelände (ohne Bootswaschplatz mit Abwasserablauf); (iv) Schädigung oder Beseitigung der naturnahen Ufervegetation mit dem Risiko des Eindringens von Neophyten.
<b>9</b>	<b>Einwirkungen auf das Landschaftsbild</b>	
9.1	negative ästhetische Wirkungen auf das Landschaftsbild (Bau, Betrieb)	exponierte und weithin sichtbare Segelboot-Liegeplatzverdichtungen („Mastenwald“), Einrichtungen (z. B. Bootskräne, Lifts) oder Hochbauten (z. B. Trockenlagerhallen), die in einer naturnah erhaltenen Kulisse störend wirken und im Umkreis die Erholung in der Natur beeinträchtigen
<b>10</b>	<b>Sonstige Einwirkungen auf die Umwelt</b>	
10.1	allgemeine, sonstige, multiple Wirkungen (Bau, Betrieb)	weitere Wirkungszusammenhänge, soweit sie nicht bereits oben beschrieben sind
<b>11</b>	<b>Einwirkungen auf andere Nutzer</b>	
11.1	Konflikte mit anderen (Erholungs-) Nutzungen (Betrieb)	Konflikte im räumlichen Bereich der Bootstationierungsanlage, z. B. zwischen gewerblicher Schifffahrt und Sportschifffahrt, Sportschifffahrt und anderen Wassersporttätigkeiten
11.2	Beeinträchtigung und Ertragseinbußen der Fischerei (Bau, Betrieb)	Konflikte und Nutzungskonkurrenz mit der Berufs- und Freizeitfischerei (mit Entschädigungsansprüchen)

Insgesamt können zehn Gruppen von typischen Umweltbelastungen unterschieden werden. Hinzu kommen die Effekte auf andere Nutzer bzw. Nutzungen. Ob diese Belastungen im konkreten Fall wirksam werden, hängt zunächst vom BoStA-Typ ab, daneben aber auch von der Jahreszeit, also auch davon, ob gerade (Hoch-) Betrieb stattfindet. Außerdem können Belastungen während der Bauphase von solchen in der Betriebsphase unterschieden werden.

### 5.2.3 Umweltauswirkungen durch die fahrende Sport- und Fahrgastschifffahrt

Aus der Fachliteratur ergeben sich zahlreiche Hinweise auf die Umweltbelastungen, die durch den Betrieb von Sportbooten und Fahrgastschiffen entstehen (Tabelle 5). Teilweise überlappen sich die Belastungsgruppen mit denen der Bootsstationierungsanlagen, wobei die Unterschiede im Detail liegen, aber dennoch von Bedeutung sind. Der wichtigste Unterschied ist, dass die Belastungen nicht an bestimmte Lokalitäten gebunden sind, sondern zeitlich und räumlich variabel in verschiedenen Seeteilen auftreten. Auch die Intensität kann sehr unterschiedlich sein, wobei das Verhalten und bestimmte Gewohnheiten der Nutzer eine wichtige Rolle spielen.

Tabelle 5: Umweltbelastungen der fahrenden Boote und Schiffe (Betriebsphase). Zusammenstellung anhand von Literaturangaben (vgl. Tabelle 3) und eigenen Beobachtungen.

Code	Umweltbelastung	Erläuterungen
<b>1</b>	<b>Mechanische Einwirkungen</b>	
1.1	mechanische Rumpf- und Propellerschäden	Kontakt von Sedimenten, Pflanzen und Tieren mit dem Bootsrumf oder dem Propeller bzw. dem Propellerstrahl (An- und Ablegen, auf Fahrt), gefolgt von einer Störung des Oberflächensediments (Resuspension, Trübung der Wassersäule, Freisetzung von CH <sub>4</sub> , Fe <sup>2+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , PO <sub>4</sub> -P, Schwermetallen und organischen Schadstoffen), einer Beschädigung des Vegetationskörpers, einer Verletzung oder Tötung von Tieren (letzteres in Binnengewässern nicht gesichert nachgewiesen)
<b>2</b>	<b>Hydrodynamische Wirkungen</b>	
2.1	Erzeugung von Wellen und Strömungen	Erzeugung von Primärwellen sowie von Strömungen in begrenztem Fahrwasser (Flachwassereffekt, Blockage-Effekt) bei einem typischen Fahrprofil (ggf. mit Geschwindigkeitswechsel, Verdränger- und Gleitfahrt); schiffsinduzierte Wellen können zusätzlich zu Windwellen Sohl- und Ufererosion einschl. der Beschädigung von Unterwasserdenkmalen sowie künstlich veränderte Biozönosen (Tauch- und Schwimmblattpflanzen, Makrozoobenthos, Fischfauna) zur Folge haben
<b>3</b>	<b>Visuelle Wirkungen</b>	
3.1	physische Präsenz	Anwesenheit als visuell wahrnehmbares Objekt, das stillliegend oder in Fahrt Verhaltensveränderungen bei bestimmten Tierarten hervorrufen kann, z. B. Fluchtreaktionen bei Wasservögeln
<b>4</b>	<b>Geräusch-Emissionen</b>	
4.1	Geräusch-Emissionen der Boote	Erzeugung und Ausbreitung von Überwasser- bzw. Unterwasser-Geräuschen während der Fahrt durch Motoren inkl. Auspuff, Schraube, Vibrationen der Bootshülle u. a.; sie können bei bestimmten Tierarten im marinen Bereich Verhaltensveränderungen hervorrufen (in Binnengewässern nicht gesichert nachgewiesen)
4.2	Geräusche-Emissionen der Fahrgäste	Erzeugung und Ausbreitung von Geräuschen, die von den Fahrgästen ausgehen (Partygäste, Musikanlagen u. ä.)
<b>5</b>	<b>Stoffliche Emissionen</b>	
5.1	Verbrauch von Treibstoffen und Emission von Treibhausgasen (THG)	Verbrauch von begrenzt vorhandenen fossilen Treibstoffen (v. a. Benzin, Diesel) und Emission von klimarelevanten Gasen (z. B. CO <sub>2</sub> ) in die Atmosphäre bei der Verbrennung dieser Treibstoffe
5.2	Emission von Verbrennungsrückständen aus Ölen-, Treib- u. Schmierstoffen	Freisetzung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), flüchtigen organische Kohlenstoffverbindungen (VOC, z. B. Benzol, Toluol, Xylol), Stickoxiden (NO <sub>x</sub> ), Feinstaub und Rußpartikeln (PM), Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) und Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) in die Umwelt (Atmosphäre, Wassersäule, Trübstoffe, Sedimente)
5.3	Emission von Komponenten aus Bootsrumpfanstrichen (Antifouling)	Freisetzung von Schwermetallen, metallorganischen Verbindungen und organischen Bioziden aus dem Anstrich des Unterwasserschiffs in das Gewässer
5.4	Emission von Abwasser (Schwarzwasser, Grauwasser, Kühlwasser):	Freisetzung von fäkal verschmutztem Abwasser (aus Bord-Toiletten) und nicht-fäkal verschmutztem Abwasser (aus Dusche, Kombüse usw.) und Kühlwasser in das Gewässer
5.5	Einbringung fester Abfälle einschl. Makro-Plastik und Mikro-Plastik	Einbringung fester Stoffe jeglicher Art (z. B. Getränke- u. a. Behälter, Korken, Küchenabfälle, Speisereste u. a.) ein das Gewässer

Tabelle 5 (Fortsetzung).

Code	Umweltbelastung	Erläuterungen
<b>6</b>	<b>Direkte Wirkungen auf Flora u. Fauna</b>	
6.1	Sportfischerei vom Boot aus	selektive Entnahme bestimmter Fischarten
6.2	Einschleppung von Neobiota	Übertragung (im/am Bootsrumf, Trailer, Kühlwasseranlage) von lebensfähigen Tieren oder Pflanzen(-teilen) bzw. deren Dauerstadien gebietsfremder Arten von einem Gewässersystem in ein anderes
<b>7</b>	<b>Einwirkungen auf die Erholungsnutzung und andere Nutzungen</b>	
7.1	Beeinträchtigung muskelbetriebener und umweltverträglicher Wassersportarten	räumliche oder zeitliche Verdrängung, Belästigung und Gefährdung von muskelbetriebenen Wassersportarten angesichts hoher Geschwindigkeiten, Wellenerzeugung, Lärm-Emissionen u. a.
<b>8</b>	<b>Sonstige Wirkungen</b>	
8.1	Havarie-Risiken	besondere Risiken einer Umweltbelastung durch Kollision, Brand, Explosion und Sinken eines Bootes
8.2	Aufwendungen für das Abwracken	Umweltbelastungen, Energieverbrauch und sonstige Aufwendungen, die durch das Abwracken eines Bootes, die Wiederverwertung bestimmter Komponenten und Stoffe sowie durch die umweltverträgliche Deponierung nicht wiederverwertbarer Teile entstehen

#### 5.2.4 Umweltauswirkungen durch Außerdienststellung und Abwracken

Wenn ein Boot oder ein Schiff in Binnenrevieren aus dem bestimmungsgemäßen Dienst herausgenommen wird, weil es gesunken oder nicht mehr fahrtüchtig ist oder sich der Betrieb nicht mehr lohnt, kann es

1. versenkt werden (z. B. am Bodensee: Dampfschiff *Helvetia*, 1932; Dampfschiff *Säntis*, 1933; Motorschiff *Stadt Radolfzell* 1934<sup>15</sup>),
2. aufliegen, d. h. am Ufer festgemacht oder aufgesetzt und dem Zerfall preisgegeben werden,
3. ggf. gehoben, repariert und – meist unter anderem Namen – erneut in Dienst gestellt werden,
4. im Wasser oder am trockenen Ufer einer andersartigen Zweitverwertung (z. B. Museumsschiff, Hafenrestaurant) zugeführt werden,
5. zumeist an Land abgewrackt werden, wobei die verwertbare Ausstattung ausgebaut, während das Material (z. B. Eisen) verkauft, aufbereitet und stofflich recycelt, thermisch verwertet oder deponiert wird.

Während die Alternativen (1) und (2) die herkömmliche „Wegwerfwirtschaft“ repräsentieren, enthalten die Varianten (3), (4) und (5) Elemente einer „Kreislaufwirtschaft“, wie sie in Deutschland vom Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) gefordert wird.

Der Begriff der Kreislaufwirtschaft beschreibt ein System, in dem Ressourceneinsatz und Abfallproduktion, Emissionen und Energieverschwendung durch das Verlangsamten, Verringern und Schließen von Energie- und Materialkreisläufen minimiert werden. Wesentliche Werkzeuge sind langlebige Konstruktion, Instandhaltung, Reparatur, Wiederverwendung, Remanufacturing, Refurbishing und Recycling (Geissdoerfer et al. 2017).

Während das Recycling von größeren Binnenschiffen (BRZ<sup>16</sup> > 500) der Schiffsrecycling-Verordnung der EU sowie der dazugehörigen Durchführungsbeschlüsse geregelt wird, gibt es für die Sportboote an deutschen Küsten und Binnengewässern weder europäische noch nationale Vorschriften. Andererseits sind ausrangierte

<sup>15</sup> [https://de.wikipedia.org/wiki/Schiffswracks\\_im\\_Bodensee](https://de.wikipedia.org/wiki/Schiffswracks_im_Bodensee)

<sup>16</sup> BRZ – Bruttoreaumzahl, entspricht etwa 22 bis 32 % des Gesamtvolumens (m<sup>3</sup>) eines Schiffs.

Sportboote in Deutschland auch keine häuslichen oder gewerblichen Abfälle (Siedlungsabfälle), womit die Abfallbehandlung rein privatwirtschaftlich organisiert ist (Kranert 2017, 2024). Da es in Deutschland weder eine flächendeckende Registrierungspflicht noch eine Abmeldepflicht für Sportboote gibt, sind aus Sicht des (End-)Besitzers viele – legale, aber nicht unbedingt umweltfreundliche – Wege möglich, sich seines Altboots zu entledigen. Nach der Studie von Mell (2016) wurde nach Neuanschaffungen nur ein sehr geringer Anteil der Altboote einem Recyclingunternehmen übergeben, ein größerer Teil ging irgendwie „verloren“, wurde „verschenkt“ oder ohne Entsorgung außer Dienst gestellt und rottete vermutlich am Liegeplatz oder auf dem heimischen Grundstück vor sich hin. Hierzu zählen auch geschätzte 10.000 herrenlosen Boote in deutschen Marinas, deren (End-)Eigentümer sich aufgrund fehlender Identifikationsmöglichkeiten nicht mehr ermitteln ließ. Letztlich gibt es aber keine Anhaltspunkte oder gar statistische Erhebungen dazu, wie viele Boote (als Abfall) exportiert, illegal entsorgt werden oder an Fluss- und Seeufern oder auf Privatgrundstücken lagern (Burgstaller et al. 2023, p. 77-78).

Moderne Sportboote, vor allem größere Segel- und Motoryachten sind ähnlich wie Personenkraftwagen<sup>17</sup> komplexe Verbundprodukte, die aus bis zu 18 Materialgruppen bestehen, die im Zuge der Trockenlegung und der Demontage separiert und über verschiedene Wege einer stofflichen Verwertung zugeführt werden sollten (Burgstaller et al. 2023, Anhänge B1, B2, B3). Zu den Materialgruppen gehören auch die Reste von Treibstoff, Ölen, Bilgenflüssigkeiten, biozidimprägniertes Holz, Antifouling- und Gelcoat-Beschichtungen sowie eine Vielzahl von Gefahrstoffen, die in Bauelementen und Geräten enthalten sind und die nicht in die Umwelt gelangen dürfen. Den bei weitem größten Gewichtsanteil haben Glasfaserkunststoffe (GFK), aus denen der Rumpf, das Deck und die Decksaufbauten gefertigt sind. Für die Behandlung von GFK stehen eine Reihe von wirtschaftlichen und erprobten Verfahren zur Verfügung, wobei unterschiedliche Recyclate entstehen; daneben ist auch die energetische Verwertung möglich (Kühne et al. 2022). Es kommt also darauf, die Demontage technologisch, logistisch und wirtschaftlich so zu gestalten, dass sortenreine Fraktionen entstehen, die über die bekannten Verfahrensrouten weiter verwertet werden können.

Insgesamt kommt man zu dem Schluss, dass sich das Sportboot-Segment derzeit weitgehend den Grundanforderungen einer Kreislaufwirtschaft entzieht. Entsprechend gering war bislang das Interesse umweltwissenschaftlicher Forschung und abfalltechnologischer Entwicklungen. Die erste ausführliche Studie in Deutschland wurde vom Umweltbundesamt initiiert (Burgstaller et al. 2023). Sie zeigt eine Reihe von Defiziten auf, die aktuell einer umweltgerechten Behandlung von Altbooten im Wege stehen. Andererseits gibt es aber auch Umstände, die eine zukünftig umweltgerechte Entwicklung begünstigen.

### 5.2.5 Weitere Effekte

Die geschilderten Umweltauswirkungen sind nicht die einzigen Effekte, die sich aus dem Bootssport und der Fahrgastschiffahrt ergeben. Weitere positive und nachteilige Effekte betreffen beispielsweise

- das Wohlbefinden derjenigen, die den Sport ausüben bzw. die Fahrgastschiffe benutzen,
- positive Beschäftigungseffekte durch Herstellung, Service- und Reparaturdienstleistungen,
- Bau und Unterhaltung von Verkehrs- und Infrastruktur, touristische Dienstleistungen, Gastronomie usw., die notwendig sind, um auch in Stoßzeiten die Nachfrage bewältigen zu können,
- bei Vereinszugehörigkeit die Stärkung der Sozialkompetenz und des ehrenamtlichen Engagements.

Diese Effekte sind jedoch nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Im Übrigen liegen wenige Fachpublikationen vor (z. B. Spinelli et al. 2022 für das Segment *nautical tourism* an Mittelmeer-Küsten), die sich zumindest einigen dieser Felder widmen. Das binnenländische Äquivalent in Deutschland, der *Wassertourismus*, wurde hinsichtlich seiner Umwelt- und sozialen Auswirkungen noch nicht umfassend beschrieben.

---

<sup>17</sup> Zum Vergleich: Nach Angaben des Umweltbundesamtes (UBA) wurden im Jahr 2021 97,5 % der Altfahrzeugmasse verwertet, davon 90,0 % stofflich (<https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewahlter-abfallarten/altfahrzeugverwertung-fahrzeugverbleib>).

## 6 Auswirkungen (*Impacts*)

### 6.1 Ökosystemfunktionen und Ökosystemleistungen

Der Zustand (*State*) bzw. die Zustandsänderungen wirken sich auf die Ökosystemfunktionen (*ecosystem functions*; ↪ESF, Jax 2005) sowie auf die Ökosystemleistungen (*ecosystem services*, ES od. ↪ESS; dt. ÖSL) aus. Als Ökosystemfunktionen werden aus naturwissenschaftlicher Sicht alle physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse und Wechselwirkungen<sup>18</sup> innerhalb eines Ökosystems angesehen. Eine Wertung ist damit nicht verbunden.

Ökosystemleistungen bezeichnen im Unterschied dazu aus anthropozentrischer Sicht die direkten und indirekten Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen<sup>19</sup>. Im Vordergrund stehen die Menschen, die auf nachhaltige Weise Nutzen aus den Ökosystemen ziehen (Costanza et al. 1994; Alcamo et al. 2003). Zugleich sind sie es, die entsprechend ihren Bedürfnissen eine Bewertung und relative Gewichtung der einzelnen ÖSL vornehmen.

Die Beziehung zwischen beiden besteht darin, dass die Ökosystemfunktionen die materielle Grundlage für die Erbringung von Ökosystemleistungen bilden.

Das menschliche Wohlergehen (*human well-being*) umfasst verschiedene grundlegende Aspekte, u. a. die materiellen Lebensgrundlagen (Nahrung, Kleidung, Behausung u. a.), Gesundheit und körperliches Wohlbefinden, soziale Beziehungen, Sicherheit sowie die Spiritualität, also die Anschauung oder das subjektive Erleben der Natur als einer transzendenten Wirklichkeit (Millennium Ecosystem Assessment Board 2005). In psychologischen, sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Diskursen zum Thema Wohlergehen kommen weitere Aspekte hinzu.

Ökosystemleistungen werden von konkreten Ökosystemen bereitgestellt (*supply*) und von bestimmten Menschen(gruppen) nachgefragt (*demand*), indem sie sich entscheiden, bestimmten Güter und Leistungen nutzen zu wollen und dies gewöhnlich auch tun (*delivery*). Die Menschen ziehen daraus einen Nutzen (*benefit*), der für sie selbst eine individuelle positive Bedeutung hat und/oder gesellschaftliche bzw. rechtliche Normen erfüllt. Art und Bewertung der Nutzen sind situations- und kontextabhängig und variieren zwischen Bevölkerungs- und Einkommensgruppen.

Seit 1992 ist die Erhaltung von Ökosystemleistungen ein ausdrückliches Ziel des „Übereinkommens über die biologische Vielfalt“ (*Convention on Biological Diversity*, CBD<sup>20</sup>) innerhalb des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP). Auch die Europäische Union hat das Ziel der Erhaltung von Ökosystemleistungen in die europäische Biodiversitätsstrategie aufgenommen (Europäische Kommission 2011a, b).

Im Jahr 2020 beschloss die Europäische Kommission eine *Biodiversitätsstrategie 2030* als Teil ihres *Green New Deals*“ (Europäische Kommission 2020). Das „Einzelziel 2“ fordert „bis 2020 Erhaltung von Ökosystemen und Ökosystemdienstleistungen und deren Verbesserung ...“. Die zugehörige „Maßnahme 5“ im Anhang sieht dazu die „Verbesserung der Kenntnisse über Ökosysteme und Ökosystemdienstleistungen in der EU“ vor. Hierfür sollen „die Mitgliedstaaten [...] mit Unterstützung der Kommission den Zustand der Ökosysteme und

---

<sup>18</sup> Primärproduktion und Sekundärproduktion, Dekomposition der organischen Substanz, Mineralisation und Denitrifikation, biogeochemische Kreisläufe von Stickstoff, Phosphor u. a., Bodenbildung, Speicherung und Filterung von Wasser, zahlreiche intra- und interspezifische Interaktionen. Vgl. Glossar zum TEEB-Projekt <https://www.ufz.de/teebde/index.php?de=43784>.

<sup>19</sup> vgl. Glossar zum TEEB-Projekt <https://www.ufz.de/teebde/index.php?de=43784>.

<sup>20</sup> Unterzeichnung der CBD 5. Juni 1992 (Rio de Janeiro), Inkrafttreten: 29. Dezember 1993. Im Dezember 2010 hat die Generalversammlung der Vereinten Nationen – nicht zuletzt auf Drängen der deutschen Delegation – die Schaffung des sog. Biodiversitätsrates „Zwischenstaatlichen Plattform für Biodiversität und Ökosystem-Dienstleistungen“ (IPBES) beschlossen; Sitz des IPBES ist der UN-Campus in Bonn.

*Ökosystemdienstleistungen in ihrem nationalen Hoheitsgebiet bis 2014 kartieren und bewerten [und] den wirtschaftlichen Wert derartiger Dienstleistungen prüfen ...“* (Europäische Kommission 2011b, Anhang).

Der Erhalt der *„Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts einschließlich der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter“* ist folglich eines der drei Hauptziele des Naturschutzes in Deutschland (§1 Abs. 1 Ziff. 2 BNatSchG). Diesen Zielen dient u. a. die Landschaftsplanung (z. B. Grünberg 2015).

Das Konzept der Ökosystemleistungen stellt ein wichtiges Bindeglied zwischen der Ökosphäre und der Soziosphäre dar und ist in seiner abstrakten Form ein willkommenes Mittel, die umfassende Abhängigkeit des Menschen von funktionierenden und leistungsfähigen Ökosystemen zu verdeutlichen. Gleichzeitig lassen sich die – letztlich für den Menschen – negativen Folgen eines nicht nachhaltigen Umgangs mit der Natur vor Augen führen.

Im DPSIR-Konzept spielen Ökosystemleistungen eine wichtige argumentative Rolle, da sie zwischen der naturwissenschaftlichen Dimension der Umwelt(-probleme) und der erfahrbaren Realität in der menschlichen Gesellschaft vermitteln (Burkhard et al. 2010, Kelble et al. 2013).

Für die Anwendbarkeit auf konkrete Landschaftsausschnitte und Entwicklungsvorhaben sind jedoch weitere Differenzierungen und Werkzeuge notwendig, nämlich

- die differenzierte Strukturierung des Konzepts,
- abgestimmte und verbindliche Kataloge der Ökosystemleistungen,
- Indikatoren für die einzelnen Ökosystemleistungen,
- verfügbare Ausgangsdaten, aus denen die Indikatoren abgeleitet werden können,
- Quantifizierung und quantitative Bewertung (z. B. Monetarisierung) der Ökosystemleistungen und ihrer Interaktionen,
- sachliche und kartographische Darstellung der Ergebnisse,
- Einspeisung der Ergebnisse in eine abwägende Diskussion innerhalb einer Interessenvertreter-Gruppe (*stakeholder*) bzw. in den Planungsprozess.

Es wurden verschiedene ÖSL-Ansätze entwickelt, von denen sich in Deutschland der CICES-Ansatz (*Common International Classification of Ecosystem Services*) im Auftrag der Europäischen Umweltagentur (*European Environment Agency*, EEA) durchgesetzt hat. Das jüngste Produkt ist die Version 5.1 (Haines-Young & Potschin 2018). Der dort erarbeitete Katalog ist die Basis für die nationale Umsetzung in Deutschland, Österreich und der Schweiz (Keller et al. 2014; Albert et al. 2015). Er enthält auf vier hierarchischen Ebenen 67 ÖSL, von denen im vorliegenden Zusammenhang auch die kulturellen ÖSL mit den Codes 3.1.1.1 und 3.1.1.2 interessant sind, die beide mit Gesundheit, Erholung und Sport zu tun haben.

In Deutschland liegt die fachliche Umsetzung beim Bundesamt für Naturschutz (BfN). Angesichts vielfältiger Schwierigkeiten, auf die bereits Albert et al. (2015) hingewiesen haben, ist es nicht verwunderlich, dass bisher nur ein Ökosystem, nämlich das der Fließgewässer und Auen, eingehender bearbeitet wurde (Scholz et al. 2013; Schäfer & Kowatsch 2015; Podschun et al. 2018). Die ökosystemaren Leistungen der Seen und ihrer Ufer wurden in Deutschland bisher noch nicht bearbeitet, wobei anzumerken ist, dass sich die Seen Deutschlands mit wenigen Ausnahmen im Eigentum der Bundesländer oder ihrer Gebietskörperschaften befinden, womit dem Bund – anders als bei vielen großen Fließgewässern bzw. Wasserstraßen – eine direkte Zuständigkeit fehlt.

In der internationalen Literatur wurden zahlreiche Anwendungsbeispiele veröffentlicht, von denen die Bearbeitungen von Meeresküsten (z. B. Liqueste et al. 2013; Atkins et al. 2011), Binnengewässern (z. B. Dodds et al. 2013; Podschun et al. 2018; Hanna et al. 2018; Finlayson et al. 2019; Grizzetti et al. 2019; Vári et al. 2022), insbesondere von Seen (z. B. Schallenberg et al. 2013; Reynaud & Lanzanova 2017; Sterner et al. 2020; Inácio et al. 2022) im vorliegenden Zusammenhang besonders interessant sind. Mit Erholung, Tourismus und Wassersport an Seen beschäftigen sich z. B. Kulczyk et al. (2018)). Daneben wurden breit gefasste methodische Anleitungen veröffentlicht (z. B. Grizzetti et al. 2015; Biggs et al. 2022).

## 6.2 Ökosystemleistungen und gemeinschaftliche Gesetzgebung

Das Bekenntnis der Europäischen Kommission, das ÖSL-Konzept im Rahmen der *Biodiversitätsstrategie 2020* und nachfolgend in der *Biodiversitätsstrategie 2030* ausbauen und umsetzen zu wollen, hat für die Mitgliedsstaaten keinen rechtlich bindenden Charakter. Dagegen sind Aspekte des Gewässerschutzes und des Naturschutzes in der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) und in der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL inkl. NATURA 2000) verbindlich fixiert. Die Richtlinien geben den „sehr guten“ ökologischen Zustand der Wasserkörper (WRRL) bzw. einen „sehr guten“ Erhaltungszustand (FFH-RL) der Populationen und Lebensräume als verbindliche Bezugsgröße aus. Gleichzeitig ist in den Richtlinien ein generelles Verschlechterungsverbot verankert, das eine Abwägung mit sozioökonomischen Interessen *nicht* vorsieht.

Hierauf hat die Große Kammer des Europäische Gerichtshofs in der Rechtssache C-461/13 (EuGH 2015) hingewiesen. Das Urteil lässt den zuständigen Behörden der Mitgliedsstaaten grundsätzlich wenig Spielraum für eine breite Abwägung aller in Frage kommenden Ökosystemleistungen und räumt der aquatischen Umwelt (und damit nur wenigen Ökosystemleistungen) eine bevorzugte Rechtsposition ein (Kistenkas & Bouwma 2018). Ein vollständiger Abwägungsprozess unter Berücksichtigung aller ÖSL, und damit womöglich eine Relativierung der Gewässerschutzziele der EG-WRRL, ist aus gerichtlicher Sicht nicht zulässig. In den Ausnahmeregelungen darf nur ein überwiegendes öffentliches Interesse höher stehen als die Umweltziele. In ähnlicher Weise kann in NATURA 2000-Gebieten (FFH-RL) die Nutzung bestimmter ÖSL per Gesetz ausgeschlossen sein.

Den Populationen und Lebensräumen wird also auf rechtlicher Ebene ein Eigenwert zuerkannt, der im anthropozentrischen ÖSL-Modell fehlt. Kistenkaas & Bouwma (2018) plädieren dafür, dass das Drei-Säulen-Modell der nachhaltigen Entwicklung (Wirtschaft-Soziales-Ökologie) und das ÖSL-Konzept standardmäßig in ganz Europa umsetzbar sein sollte, aber nicht notwendigerweise in WRRL-Gebieten und anderen empfindlichen grün-blauen Netzwerken wie zum Beispiel NATURA 2000.

Auch die deutsche Gesetzgebung hat sich einer konsequenten anthropozentrischen Ausrichtung nicht angeschlossen, indem sie die Gewässer sowohl „als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen“ und „nutzbares Gut“ im Sinne des ÖSL-Ansatzes, als auch gleichrangig „als Lebensraum für Tiere und Pflanzen“ bewirtschaften und schützen will (§1 WHG). Das BNatSchG geht noch einen Schritt weiter und betont an erster Stelle den „eigenen Wert“ von Natur- und Landschaft, an zweiter Stelle gefolgt von ihrer Bedeutung *als Grundlage für Leben und Gesundheit des Menschen*“ (§ 1 Abs. 1 BNatSchG).

## 6.3 Ökosystemleistungen und Sportschifffahrt

Generell wird zugestanden, dass die Ökosysteme neben materiellen und regulativen auch kulturelle Leistungen für das Wohlergehen des Menschen bereitstellen, darin enthalten u. a. die Erholung in der Natur. So enthält der umfassende ÖSL-Katalog Vers. 5.1 der CICES-Gruppe (Haines-Young & Potschin 2018) die Klassen 3.1.1.1 „*Characteristics of living systems that enable activities promoting health, recuperation or enjoyment through active or immersive interactions*“ und 6.1.1.1 „*Natural, abiotic characteristics of nature that enable active or passive physical and experiential interactions*“<sup>21</sup>, die auch die Nutzung der Umwelt für Sport, Fitness, Erholung und (Öko-)Tourismus beinhalten. Dabei werden (Nah-)Erholung mit kurzfristiger Abwesenheit vom Wohnort und touristische Nutzung im Zuge von mehrtägigen Reisen und mehreren Übernachtungen am Zielort nicht unterschieden. Marine Küsten, Fließgewässer und Seen sind typischen Ökosysteme, die solche Leistungen bereitstellen können, wovon insbesondere der Wassersport i. w. S. profitiert (*nautical tourism*, Spinelli et al. 2022; *Wassertourismus*, BMWi 2013, 2016).

---

<sup>21</sup> 3.1.1.1 "Merkmale lebender Systeme, die durch aktive oder vertiefte Interaktionen gesundheitsfördernde, erholsame oder genussvolle Aktivitäten ermöglichen" und 6.1.1.1 "Natürliche, abiotische Merkmale der Natur, die aktive oder passive körperliche und erfahrungsbezogene Interaktionen ermöglichen" (eigene Übersetzung).

Die Vorgehensweise bei der Bestimmung des Grades, in dem konkrete aquatische Ökosystem(abschnitt)e in der Lage sind, die ÖSL zu erfüllen, sei an zwei Literaturbeispielen verdeutlicht.

Podschun et al (2018) haben eine Methodik („RESI“, *River Ecosystem Service Index*) entworfen, um die potentiellen ÖSL von Fließgewässern gesamthaft zu erfassen und zu bewerten.

Insgesamt werden 16 ÖSL-Klassen unterschieden, darunter auch die Klassen „UI - Unspezifische Interaktion mit der Flusslandschaft“, darin eingeschlossen das Erleben von Tieren, Pflanzen und Landschaften, und „WA - Wasserbezogene Aktivitäten“, d. h. die Nutzung von (Fluss-)Landschaften zum Baden, nicht-motorisiertes Bootfahren, motorisiertes Bootfahren und Angeln als spezifische wasserbezogene Aktivitäten, die zum Zweck der Erholung stattfinden (op. cit. S. 122 ff.). Für einen bundesweiten Vergleich werden drei Bewertungsgrößen herangezogen:

- Normalisierte Dichte von Sandufern/Sandbänken,
- Gewässerabschnitt mit mindestens 5 m Breite als Voraussetzung für nicht-motorisiertes Bootfahren,
- Gewässerabschnitt mit mindestens 12 m Breite als Voraussetzung für motorisiertes Bootfahren.

Die Informationen liegen digital und in GIS-bearbeitbarer Form im Digitales Landschaftsmodell (DLM) vor. Für lokale Bearbeitungen können fallweise weitere Bewertungsgrößen hinzukommen, beispielsweise Sichttiefe, Laufkrümmung, Uferbewuchs, Strukturgüte und Wasserstand. Die Variablen werden normalisiert und können Werte zwischen 0 (minimale Ausprägung des Merkmals) und 100 (maximale Ausprägung) annehmen und werden in dieser Form durch Addition zu einem Indikatorwert zusammengezogen, der ebenfalls auf eine 100-teilige Skala normiert wird. Eine Wichtung der einzelnen Merkmale ist nicht vorgesehen. Eine aus Nutzersicht optimale ÖSL „Wasserbezogene Aktivitäten“ ist bei flächendeckendem Vorhandensein von Sandufern bzw. Sandbänken und einer durchgehenden Gewässerbreite von 12 m gegeben. Die „wasserbezogenen Aktivitäten“ können mit den anderen ÖSL auf verschiedene Weise zu einem übergreifenden Index aggregiert werden. Warum Sandbänke beispielsweise für Motorboote wichtig sind, geht aus der Studie nicht hervor. Auf etwaige negative Rückkopplungen (vgl. Kap. 3.2) wird nicht eingegangen.

In einer Studie an den Masurischen Seen, einer national stark nachgefragten Urlaubsregion im nordöstlichen Polen, haben Kulczyk et al. (2018) die Eignung der verschiedenen Abschnitte des Gewässersystems für den Wassersport analysiert und räumlich dargestellt.

Das zu diesem Zweck entworfene RES (*Recreational Ecosystem Services*)-Modell berücksichtigt das Angebot (*supply*), das sich aus dem Potential der Landschaft und den Freizeit- und Erholungseinrichtungen zusammensetzt. Bei der Bewertung des Potenzials bleiben die naturschutzfachliche Empfindlichkeit der Seenabschnitte und die formalen Hindernisse für die Erschließung von Erholungsgebieten (z. B. Privateigentum an Grundstücken, Naturschutzgebiete usw.) unberücksichtigt. Auf der Nachfrageseite (*demand*) stehen die Absichten und Handlungen der Erholungssuchenden im Vordergrund, einer definierten Wassersport-Aktivität nachzugehen (*recreational use*).

Die Aktivitäten sind kategorisiert als Schwimmen, Sportfischen, Kanu-Fahren, Segeln, Sporttauchen, Rudern (incl. Tretboot-Fahren) sowie Wind- und Kite-Surfen. Motorbootsport und die Nutzung von Hausbooten<sup>22</sup> sind nicht berücksichtigt; auch die Nutzung von Fahrgastschiffen<sup>23</sup> wird nicht erwähnt.

Aus dem Angebot und der Nachfrage ergeben sich die Ökosystemleistungen für die Freizeitnutzungen (RES), die, wenn sie dann realisiert werden (*delivery*), einen Nutzen, d. h. einen Erholungsgenuss (*profit*) für die Erholungssuchenden mit sich bringen. Für das Modell werden unterschiedliche, teils georeferenzierte Daten herangezogen. Eine besondere Herausforderung ist die räumlich aufgelöste Erfassung der Nutzungsabsichten der Erholungssuchenden (z. B. durch Befragungen) sowie die Erfassung des tatsächlichen Verhaltens (stichprobenartige Beobachtungen). Alle Stufen der Modellbildung werden auf verschiedene Art quantifiziert und räumlich differenziert, so dass die Ergebnisse kartographisch visualisiert werden können. Am Ende steht die modellierte, räumlich hoch aufgelöste Monetarisierung der RES (in Złoty/Hektar), wobei bestimmte Seen deutlich hervortreten. Andere Ökosystemleistungen der Masurischen Seenlandschaft werden in dieser Untersuchung nicht betrachtet.

---

<sup>22</sup> vgl. z. B. <https://www.masuren-hausboote.de/> ;

<sup>23</sup> vgl. z. B. <https://mazury.travel/de/schifffahrten-auf-der-masurische-seenplatte/>

Die Autoren kommen im Hinblick auf die praktische Anwendung des Verfahrens zum Schluss, dass See-Abschnitte mit einem hohen landschaftlichen Potential und hoher Nutzung, aber mit geringer Erholungsinfrastruktur eines Ausbaus der Infrastruktur bedürfen, um Umweltschäden zu vermeiden (op. cit., S. 499). Als Beispiel nennen sie die zahlreichen Ankerplätze im Uferbereich, die zur Erosion führen. Dem könne durch den Bau von Liegeplätze in Steg- und Hafenanlagen begegnet werden. Generell könnten, so die Autoren, Gebiete mit hohem Potenzial und wenigen Einrichtungen und Nutzungen für die weitere Erschließung von Erholungsgebieten in Betracht gezogen werden. Zielkonflikte mit dem Naturschutz werden nicht betrachtet.

Mit diesen beiden Publikationen erschöpfen sich unserer Kenntnis nach die einschlägigen Untersuchungen im Bereich „Ökosystemleistungen von Binnengewässern für die Sport- und Fahrgastschifffahrt“. Ungeachtet ihrer unterschiedlichen Ansätze und Ergebnisse werden spezifische Eigenarten sichtbar, die am Nutzen des ÖSL-Konzepts für das hier in Frage stehende Problem zweifeln lassen:

1. die strikte anthropozentrische und utilitaristische Ausrichtung, die andere umweltethische Diskurse, z. B. physiozentrische Positionen ausblendet und einen Eigenwert der belebten und unbelebten Natur negiert<sup>24</sup> (Ott 2020);
2. die Linearität des ÖSL-Konzepts, das negative Rückkopplungen und Wechselwirkungen (additiv, synergistisch, neutralisierend) von Nutzungen weitgehend ausblendet, jedenfalls soweit sie die Nutzbarkeit durch den Menschen nicht schmälern. Negative Rückkopplungen dürften aber in der Regel auftreten, wenn ein Landschaftsraum mit hohem Potential genutzt wird (Ausbau von Liegeplatzkapazitäten, Zunahme der Bootsfrequenz u. a.) und sich damit das zukünftig *verbleibende* Potential zwangsläufig verringert;
3. die Ambivalenz von Schlussfolgerungen in der Planungs- und Entwicklungspraxis: Aus der Bewertung eines Gewässerabschnitts mit einem hohen landschaftlichen Potential für Wassersport-Nutzungen kann die Empfehlung zu einer intensiveren Nutzung und einem Ausbau der Kapazitäten ebenso abgeleitet werden, wie die Empfehlung für eine weitgehende Beschränkung der Nutzungsmöglichkeiten, um das Potential für künftige Generationen zu schützen.
4. der hohe Bedarf an Geodaten und aussagekräftigen und aktuelle Fachdaten, die häufig nicht zur Verfügung stehen, aufwändig erhoben werden müssen oder nicht mehr aktuell sind (z. B. in Kulczyk et al., 2018). Die Alternative, raumübergreifend leicht verfügbare Struktur- oder Landnutzungsdaten als Proxy zu verwenden (z. B. in Podschun et al. 2018), wirft die Fragen nach der Validität und Relevanz dieser Daten auf.

Der größte Vorteil des ÖSL-Konzepts liegt vielleicht darin, dass Fachleuten und der interessierten Öffentlichkeit die überaus vielgestaltige Abhängigkeit des menschlichen Wohlergehens von natürlichen Ressourcen und dem nachhaltigen Umgang mit ihnen vor Augen geführt werden kann. Für spezifische, kleinteilige Fragestellungen, hier: Freizeit- und Fahrgastschifffahrt scheint das Konzept weniger geeignet. So verwundert es nicht, dass keiner der einschlägigen Übersichtsartikel (vgl. Tabelle 3) auf dieses Konzept zurückgegriffen hat und bei der Begründung von Mitigationsmaßnahmen einen eigenen Weg gegangen ist.

### 6.4 Potentielle Beeinträchtigung von Ökosystemleistungen

Sport- und Freizeitschifffahrt spielen im Hinblick auf die Ökosystemleistungen eine doppelte Rolle. Einerseits sind sie – vor allem in den reichen Ländern des globalen Nordens – wichtige Teilaspekte des menschlichen Wohlbefindens und profitieren dabei von einem hohen Entwicklungspotential, das im Besonderen naturnahe Seenlandschaften bereitstellen. Andererseits wird das Potential in dem Maße verringert, wie es durch die Akteure für die Infrastruktur von Bootsstationierungsanlagen und die fahrende Schifffahrt genutzt wird. Diese

---

<sup>24</sup> Die deutsche Gesetzgebung hat sich übrigens der konsequenten anthropozentrischen Ausrichtung nicht angeschlossen (vgl. Kap. 6.2).

Form der negativen Rückkopplung ist allerdings im Konzept der Ökosystemleistungen selten enthalten, wie am Beispiel von Kulczyk et al. (2018) und Podschun et al. (2018) gezeigt wurde.

Der CICES-Katalog Vers. 5.1 enthält 67 Ökosystemleistungen, von denen 16 durch die Sport- und Fahrgastschifffahrt tangiert sein können (Tabelle 6). Die nachfolgenden Kommentare zur Tabelle 6 in Tabelle 7 beschreiben die potentiellen Zusammenhänge zwischen ÖSL und den Umweltauswirkungen der stillliegenden und der fahrenden Schifffahrt. Ob diese Zusammenhänge tatsächlich wirksam werden und plausibel bzw. nachweisbar sind, hängt vom Einzelfall ab. Andererseits entspricht es dem Vorsorgeprinzip im Umweltschutz (UNCED 1992<sup>25</sup>, Kap. 35, Abs. 3), die *möglichen* Belastungen in die jeweiligen Betrachtungen einzubeziehen.

Ob im konkreten Fall diese Einflüsse aufgezeigt werden können, hängt v. a. von den Indikatoren ab, mit denen die jeweiligen ÖSL operationalisiert werden. Hier fehlen noch Vorschläge aus der Anwendungspraxis des ÖSL-Konzepts. Nach unserer Kenntnis stehen exemplarische Untersuchungen aus, so dass der Effekt einer Zunahme bzw. Verdichtung der Sportboot-Infrastruktur und -Nutzung noch nicht auf der Basis von ÖSL abgebildet werden kann.

## 6.5 Kapazitätsgrenzen und ökologische Tragfähigkeit

Die Nutzung der Ökosystemleistungen für den Bootssport kann – auf kurze Sicht – nur dann nachhaltig sein, wenn die Kapazitätsgrenzen der Raumverfügbarkeit und der Infrastruktur, insbesondere aber die ökologische Tragfähigkeit der See-Ökosysteme nicht überschritten werden. Das Tragfähigkeitskonzept stammt ursprünglich aus der Wildbiologie, wurde 1953 von E. P. Odum auf allgemeine ökologische Zusammenhänge übertragen und mit einem mathematischen Modell versehen (Odum 1953). Ab den 1960er Jahren fand es schließlich Eingang in zahlreiche andere Fachgebiete, z. B. die Tourismus-Forschung (Zelenka et al. 2014; Kenneth 2016; Ajuhari et al. 2023). Die Betrachtungsskalen reichen von kleinräumigen (Öko-)Systemen und Landschaftsräumen bis hin zur Erde als globalem Ökosystem. Im globalen Maßstab geht es darum, dass die Menschheit bereits zu Anfang des Jahrtausends die *planetaren Leitplanken* in einem Maße überschritten hat, das die Stabilität der Biosphäre gefährdet und die soziale, politische und ökonomische Entwicklung der Menschheit in Frage stellt (Rockström et al. 2009; WBGU 2011). Zu den neun planetaren Grenzen, die einen sicheren Handlungsspielraum für die Menschheit beschreiben, gehört auch die des Süßwasserverbrauchs und hier besonders die Nutzung von Gewässern und Grundwasser. Auch hier sind die planetaren Grenzen wahrscheinlich überschritten (Wang-Erlandsson et al. 2022). An dieser problematischen Entwicklung haben auch der weltweite (Massen-)Tourismus und der Freizeitkonsum in den wohlhabenden Gesellschaften des globalen Nordens ihren Anteil (Gössling & Peeters 2015; Übersicht: Graefe 2024).

Die Wassersport-Aktivitäten auf einigen US-amerikanischen Seen im Einzugsgebiet von urbanen Ballungsräumen erreichten bereits in den 1970er Jahre eine beträchtliche Intensität (Ashton 1971), so dass der Wunsch nach einer Berechnung der maximalen Kapazität (Tragfähigkeit, *carrying capacity*) der Wassersportdestinationen entstand. Allerdings standen weniger die *ökologische* Tragfähigkeit der See-Ökosysteme als vielmehr Aspekte wie Sicherheit/Unfallgefahr, Auslastung und optimale Organisation der Infrastruktur, Komfort und Freizeitgenuss für Gäste und Liegeplatzinhaber im Vordergrund (Bosley 2005; CDM Smith 2017; Riungu 2020).

Das Konzept der meisten Studien umfasste als Eingangsdaten

- die Nutzung des jeweiligen Sees (z. B. dominierende Bootstypen),
- die für Bootsnutzungen verfügbare Seefläche, d. h. die Gesamt-Wasserfläche abzüglich (i) einer ufernahen Pufferzone und (ii) der Wasserflächen, die auf andere Weise genutzt wurden,
- die tatsächliche oder optimale Bootsdichte (zeitliche Durchschnittswerte oder Spitzenauslastungswerte).

---

<sup>25</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Vorsorgeprinzip#Einzelnachweise>

Tabelle 6: Beeinflussung von Ökosystemleistungen durch die stillliegende (Bootsstationierungsanlagen) und durch die fahrende Sport- und Fahrgastschifffahrt (Zusammenstellung auf der Basis von Literaturangaben, vgl. Tabelle 3).

Dargestellt sind in den ersten vier Spalten der ESS-Code und die Systematik des CICES 5.1 –Katalogs (Haines-Young & Potschin 2018). In beiden letzten Spalten wird auf den hierarchischen Code der Tabelle 4 und der Tabelle 5 Bezug genommen. Die erste Ebene lautet wie folgt

**(A) Stillliegende Schifffahrt** (vgl. Tabelle 4)

- 1 – mechanische Einwirkungen
- 2 – Veränderung von Strukturen
- 3 – Veränderungen des Wasseraustausches und des Feststoffhaushalts
- 4 – Visuelle Einwirkungen
- 5 – Veränderungen des Strahlungshaushalts
- 6 – Geräuschemissionen
- 7 – Stoffliche Emissionen
- 8 – Direkte Einwirkungen auf Flora und Fauna
- 9 – Einwirkungen auf das Landschaftsbild
- 10 – Sonstige Einwirkungen auf die Umwelt
- 11 – Einwirkungen auf andere Nutzer

**(B) Fahrende Schifffahrt** (vgl. Tabelle 5)

- 1 – Mechanische Einwirkungen
- 2 – Hydrodynamische Wirkungen
- 3 – Visuelle Wirkungen
- 4 - Geräuschemissionen
- 5 – Stoffliche Emissionen
- 6 – Direkte Wirkungen auf Flora und Fauna
- 7 – Einwirkungen auf die Erholungsnutzung und andere Nutzungen
- 8 – Sonstige Wirkungen

ESS-Code	Section / Division	Group	Class (simple description)	(A) Stillliegende Schifffahrt	(B) Fahrende Schifffahrt
1.1.6.1	Provisioning (Biotic) / Biomass	Wild animals (terrestrial and aquatic) for nutrition, materials or energy	Wild animals (terrestrial and aquatic) used for nutritional purposes	2.1, 2.3, 2.6 11.2	6.1
2.1.2.2	Regulation & Maintenance (Biotic) / Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of nuisances of anthropogenic origin	Noise attenuation	6.1	4.1, 4.2
2.1.2.3			Visual screening	2.4 4.1	3.1
2.2.2.3	Regulation & Maintenance (Biotic) / Regulation of physical, chemical, biological conditions	Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection	Maintaining nursery populations and habitats (Including gene pool protection) <i>(Providing habitats for wild plants and animals that can be useful to us)</i>	1.1, 1.2 2.3, 2.6 7.6	1.1
2.2.3.1		Regulation of physical, chemical, biological conditions	Pest control <i>(including invasive species)</i>	8.1	6.2
2.2.5.1		Water conditions	Regulation of the chemical condition of freshwaters by living processes	7.2, 7.3, 7.4	5.2, 5.3, 5.4
2.2.6.1		Atmospheric composition and conditions	Regulation of chemical composition of atmosphere and oceans	7.1	5.1

Tabelle 6 (Fortsetzung)

ESS-Code	Section / Division	Group	Class (simple description)	(A) Stillliegende Schifffahrt	(B) Fahrende Schifffahrt
3.1.1.1	Cultural (Biotic) / Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting	Physical and experiential interactions with natural environment	Characteristics of living systems that enable activities promoting health, recuperation or enjoyment through active or immersive interactions <i>(Using the environment for sport and recreation; using nature to help stay fit)</i>	11.1	7.1
3.1.1.2			Characteristics of living systems that enable activities promoting health, recuperation or enjoyment through passive or observational interactions <i>(Watching plants and animals where they live; using nature to distress)</i>	4.1	3.1
3.1.2.4		Intellectual and representative interactions with natural environment	Characteristics of living systems that enable aesthetic experiences <i>(The beauty of nature)</i>	9.1	4.1, 4.2
3.2.2.1	Cultural (Biotic) / Indirect, remote, often indoor interactions with living systems that do not require presence in the environmental setting	Other biotic characteristics that have a non-use value	Characteristics or features of living systems that have an existence value <i>(The things in nature that we think should be conserved)</i>	1.1, 1.2, 1.3	1.1, 2.1
4.2.1.1	Provisioning (Abiotic) / Water	Surface water used for nutrition, materials or energy	Surface water for drinking <i>(Natural, surface water bodies that provide a source of drinking water)</i>	3.5 7.2, 7.3, 7.4	5.2, 5.3, 5.4
5.1.1.1	Regulation & Maintenance (Abiotic) / Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of waste, toxics and other nuisances by non-living processes	Dilution by freshwater and marine ecosystems <i>(The reduction in concentration of an organic or inorganic substances by mixing in a fresh water ecosystem that mitigates its harmful effects and reduces the costs of disposal by other means)</i>	2.4, 2.5 3.1	8.1
5.1.1.3			Mediation by other chemical or physical means (e.g. via Filtration, sequestration, storage or accumulation) <i>(Natural processing of wastes)</i>	2.5	
5.2.2.1	Regulation & Maintenance (Abiotic) / Regulation of physical, chemical, biological conditions	Maintenance of physical, chemical, abiotic conditions	Maintenance and regulation by inorganic natural chemical and physical processes <i>(Regulating living conditions by the physical environment)</i>	2.1, 2.3 3.2, 3.3	2.1
6.1.1.1	Cultural (Abiotic) / Direct, in-situ and outdoor interactions with natural physical systems that depend on presence in the environmental setting	Physical and experiential interactions with natural abiotic components of the environment	Natural, abiotic characteristics of nature that enable active or passive physical and experiential interactions <i>(Things in the physical environment that we can experience actively or passively)</i>	Anzahl, Größe und Komfort der BoStA	Anzahl der Nutzer

Tabelle 7: Kommentare zur Tabelle 6 (mögliche Zusammenhänge zwischen ÖSL und Umweltauswirkungen).

CICES ÖSL-Code	Kommentar
1.1.6.1	Die Nahrungsmittelversorgung mit (Süßwasser-)Fischen kann nachteilig betroffen sein: (i) durch die Veränderung der lokalen Fischfauna infolge der Strukturveränderungen, die mit einer Bootsstationierungsanlage einhergehen (A 2.1, A 2.3, A 2.6), (ii) durch die lokale flächenmäßige Einbuße der Ausübung der Berufsfischerei (A 11.2), (iii) durch die Veränderung der Zusammensetzung der Fischfauna infolge selektiver Entnahme und ggf. Besatz im Zuge des Angelsports vom Boot aus (B 6.1).
2.1.2.2	Die geräuschkämpfenden Strukturen werden als solche nicht beeinträchtigt, wohl aber kommen weitere Geräuschquellen hinzu. Bei den Bootsstationierungsanlagen ist dies vorwiegend während der Bauphase der Fall (A 6.1), bei der fahrenden Schifffahrt sind es die v. a. die Bootsmotoren (herkömmliche Verbrenner, B 4.1) und die Musikanlagen der Partyboote (B 4.2).
2.1.2.3	Die Strukturen, die als Sichtschutz dienen und eine naturnahe Kulisse erzeugen, können direkt beeinträchtigt werden, beispielsweise indem Röhrichte und Uferwälder durch Hafenmauern u. a. Wellenschutzanlagen oder durch die Hochbauten einer Marina ersetzt werden bzw. große Hafenbecken durch den „Mastenwald“ weithin sichtbar sind (A 2.4). Durch die vermehrte Besucherfrequenz v. a. im unmittelbaren Uferbereich kann es dazu kommen, dass die Sichtschutzstrukturen ihre Funktion für Tiere nicht mehr erfüllen (A 4.1). Letzteres gilt auch für Sportboote und Fahrgastschiffe, die sich auf dem freien See befinden und beispielsweise zu einer Verdrängung von rastenden Wasservögeln führen (B 3.1).
2.2.2.3	Im vorliegenden Zusammenhang sind Fisch-Habitate angesprochen, insbesondere die Strukturen, die für das Heranwachsen von Jungfisch-Beständen relevant sind. Die Qualität und die Flächen solcher Habitate können im Falle von Bootsstationierungsanlagen durch die Schwoikreise von Bojenfeldern (A 1.1) eingeschränkt werden. Störungen der Sedimentoberfläche (A 1.2) sowie Unterwasserbaggerungen mit Reliefveränderungen (A 2.3) sind Eingriffe, die auf die Bauphase beschränkt sind. Hingegen ist das Ergebnis, eine Trivialisierung der Lebensraumstruktur infolge des Baus von großen Steganlagen, Häfen und Marinas einschließlich der Überformung des natürlichen Reliefs und der Vernichtung von Unterwasservegetation und Röhrichten (A 2.6) für die gesamte Betriebsphase charakteristisch. Die Einbringung von Mikroplastik könnte, wie für den marinen Küstenbereich nachgewiesen (Müller et al. 2023), die Aufnahme von verwertbarer Nahrung durch Jungfische schmälern (A 7.6). Auch die Schäden, die während der Fahrt an Sedimentoberflächen und Unterwasservegetation entstehen (B 1.1), dürften tendenziell negative Auswirkungen auf Jungfische haben.
2.2.3.1	Relevant sind hier neozoische Arten. Der CICES-Katalog suggeriert natürliche Strukturen, die das Eindringen von Neozoen verhindern, ein Zusammenhang, den es so nicht gibt. Vielmehr dürften einige Momente die Etablierung von Neozoen erleichtern, beispielsweise das Vorkommen von Hartsubstraten als Folge von Uferneubauten (A 8.1) an ansonsten sandigen und schlammigen Ufern, und die Einschleppung durch Gastboote (B 6.2).
2.2.5.1	Im vorliegenden Zusammenhang sind die Emissionen von Verbrennungsrückständen, Treib- und Schmierstoffen und ihren Abbauprodukten, Bioziden aus Antifouling sowie von Abwässern relevant, die aus Bootsstationierungsanlagen (A 7.2 bis 7.4) bzw. durch die fahrenden Boote freigesetzt werden (B 5.2 bis 5.4), und die geeignet sind, aufgrund toxischer Wirkungen die biologischen Prozesse zu stören.
2.2.6.1	In Bootsstationierungsanlagen (A 7.1) und durch Bootsmotoren (A 5.1) werden gasförmige Emissionen in die Atmosphäre freigesetzt, die – wenn auch in globalem Maßstab nur in sehr geringem Umfang – zur Menge an klimarelevanten Gasen (z. B. CO <sub>2</sub> ) und/oder schädlichen Gasen in der Atmosphäre beitragen und damit den Klimawandel verstetigen. Die Fähigkeit von Ökosystemen, etwa Regenwäldern oder Ozeanen, das Weltklima günstig zu beeinflussen, wird als solche nicht beeinflusst, wohl aber kommen zusätzliche Belastungen hinzu.
3.1.1.1	Die Möglichkeiten, die Seen für (Wasser-)Sport und Erholung zu nutzen oder die natürliche Umgebung zur nutzen, um körperlich und mental fit zu bleiben, werden in dem Maße eingeschränkt, wie diese Nutzungen bereits realisiert sind. So kann es am Ufer zu einer Raumkonkurrenz innerhalb von Bootsstationierungsanlagen mit Natursportarten des Wassersports kommen (A 11.1). Auf dem See kann es zu einer räumlichen oder zeitlichen Verdrängung, Belästigung und Gefährdung von muskelbetriebenen Wassersportarten angesichts hoher Geschwindigkeiten, Wellenerzeugung, Lärm-Emissionen von Motorbooten und Party-Flößen kommen (B 7.1).
3.1.1.2	Die Möglichkeiten, die ungestörte Natur, insbesondere die Vogelwelt zur erleben und sich daran zu erfreuen, werden typischerweise durch Bootsstationierungsanlagen (A 4.1) und durch Wassersport-Ausübung (B 3.1) beeinträchtigt. Die von Steganlagen, Häfen und Marinas ausgehenden Störungen des natürlichen Verhaltens gehen von Booten, Besuchern und ihren Haustieren aus, wobei es bei einigen Wasservogelarten zur einer unnatürlichen Gewöhnung (Habituation) an den Menschen und zu einem Bettelverhalten kommt. Auf dem See wird die Anwesenheit von Wassersportgeräten, Kanus, Segelbooten und Motorbooten mit Verhaltensänderungen z. B. Fluchtreaktionen bei Wasservögeln, beantwortet, wenn nicht die Populationen ohnehin schon aus diesen Lebensräumen verdrängt sind.

Tabelle 7 (Fortsetzung)

CICES ÖSL-Code	Kommentar
3.1.2.4	Naturnahe Seeufer werden von Erholungsuchenden besonders geschätzt. Exponierte und weithin sichtbare Segelboot-Liegeplatzverdichtungen („Mastenwald“), Einrichtungen (z. B. Bootskräne, Lifts) oder Hochbauten (z. B. Trockenlagerhallen), können störend wirken und im Umkreis die Erholung in der Natur beeinträchtigen (A 9.1); Bei der fahrenden Schifffahrt wird besonders die Geräuschkulisse schneller Motorboote (B 4.1) und der Party-Flöße (B 4.2) als störend empfunden.
3.2.2.1	Naturnahe, schutzwürdige Landschaftsbestandteile, wildelebende Tier- und Pflanzenpopulationen und Habitate sind an vielen Seeufern innerhalb und außerhalb von Naturschutzgebieten vorhanden. Für ihre Gefährdung sind fallweise sehr unterschiedliche lokale, regionale und überregionale Einflüsse verantwortlich gemacht worden. Auch von der stillliegenden Sportschifffahrt und ihrer Infrastruktur gehen solche (lokalen) Einflüsse aus. Hierzu zählen Schäden an der Unterwasservegetation durch Schwoikreise (A 1.1, A 1.2), der empfindlichen Strandvegetation durch das Ein- und Auswasern der Boote am naturnahen Ufer (A 1.3) sowie mechanische Propellerwirkungen (B 1.1) und Wellenwirkungen (B 2.1) der fahrenden Boote.
4.2.1.1	Die Trinkwasserversorgung in Deutschland stützt sich auch auf Oberflächengewässer, darunter einige natürliche Seen, die zugleich Wasserstraßen sind. Eine gute Qualität des Wassers ist wichtig, um die Aufbereitungskosten gering zu halten. Bootsstationierungsanlagen sind potentielle Quellen für wasserlösliche oder partikulär gebundene Schadstoffe, die aus den Bootsmotoren (A 7.1, A 7.2), aus den Bootsanstrichen (A 7.3) sowie aus der (nicht zulässigen) Entsorgung von häuslichen Bord-Abwässern stammen. Zusätzlich können sie auch aus den belasteten Sedimenten der Steganlagen, Häfen und Marinas freigesetzt werden (A 3.5). In ähnlicher Weise können diese Schadstoffe auch von fahrenden Booten aus in den See gelangen (B 5.2, B 5.3, B 5.4).
5.1.1.1	Die Fähigkeit eines Süßwasser-Ökosystems, für die Verringerung der Konzentration eines organischen oder anorganischen Stoffes durch Vermischung mit unbelasteten Wasservolumina zu sorgen, wird als <i>wertbildendes</i> Merkmal gesehen, da dadurch die schädlichen Auswirkungen gemildert und die Kosten für die Entsorgung auf anderem Wege verringert würden. Dieser Argumentationslinie wird hier ausdrücklich nicht gefolgt. Vielmehr können bauliche Merkmale von Bootsstationierungsanlagen dazu beitragen, dass lokale Verschmutzungsquellen nicht zur Belastung des gesamten Gewässers beitragen (A 3.1). Besondere Vorsorge ist im Hinblick auf Umweltbelastung durch Kollision, Brand, Explosion und Sinken eines Bootes in der BoStA bzw. auf dem freien See zu treffen (B 8.1).
5.1.1.3	Die Fähigkeit der Seeufer-Ökosysteme zur Eliminierung von Schadstoffen kann beeinträchtigt werden, wenn natürliche Strukturen, z. B. aquatische Röhrichte und Unterwasserpflanzenrasen beseitigt und durch technische Strukturen wie Hafenbecken und Kaimauern ersetzt werden (A 2.5).
5.2.2.1	Regulierende physikalische und chemische Prozesse, die die Lebensbedingungen im Uferbereich von Seen nicht nur lokal beeinflussen, sind beispielsweise die wellendämpfenden Wirkungen der Ufervegetation, die auch zur Sedimentstabilisierung beiträgt. Diese Eigenschaften können durch Ufermauern bzw. Spundwänden (A 2.1), Ausbaggerungen (A 2.3), uferquere Einbauten wie Hafentmolen und durch Wellenbrecher verändert werden (A 3.2, A 3.3). Der Wellenenergieeintrag in die Uferzone kann insbesondere durch die Fahrgastschifffahrt erhöht werden (B 2.1).
6.1.1.1	Die Ausübung von Wassersport, die Beherrschung des Fahrzeugs und die Bewahrung der eigenen seglerischen Fähigkeiten auch unter herausfordernden Witterungsbedingungen besitzen für viele Nutzer einen hohen Erlebniswert („allein mit der Natur“). Der so verstandene Wassersport und das Segelerlebnis können jedoch durch massentouristische Begleitentwicklungen und durch eine Überlastung des Erholungsraums geschmälert werden: Die Erlebnisqualität wird durch die Quantität der Nutzer in Frage gestellt.

Mit Hilfe dieser Daten wurden

- die ökologische Kapazität (z. B. Auswirkungen auf Feuchtgebiete und Uferbiozöosen, Anhäufung von Müll und Verschmutzung, Boden- und Ufererosion, Verlust von naturnaher Landfläche),
- die technische Kapazität (z. B. Parkplätze für Bootsanhänger und Fahrzeuge, Wasserliegeplätze, Bootsanlegestellen),
- die räumliche Kapazität, d. h. die physische Begrenzung der Seefläche, die für die sichere und komfortable Nutzung von Booten zur Verfügung stand, sowie
- die soziale Kapazität, d. h. die Menge an Booten bzw. die Einschränkungen (Kosten, Zeitverlust u. a. Unannehmlichkeiten), die von den Nutzern als noch tolerabel angesehen wurden, bevor sie in Erwägung zogen, auf andere Freizeitgewässer wechseln zu wollen,

ermittelt, wobei zugestanden wurde, dass die ökologische Tragfähigkeit am schwierigsten zu beurteilen sei.

In allen Fällen wurde die Kapazität in verfügbarer Seeflächeneinheit pro Boot ausgedrückt, wobei die in verschiedenen Studien ermittelten Zahlen zwischen etwa 5 und 40 acres/boat schwankten (ca. 20.235 bis 161.880 m<sup>2</sup>/Boot bzw. 6,2 bis 49,4 Boote/km<sup>2</sup>) (CDM Smith 2017). Zum Vergleich: Der Bodensee weist eine rechnerische Dichte von 112 Sportbooten/km<sup>2</sup> auf, liegt also weit über dem für verträglich gehaltenen Wertebereich. Das Ziel der meisten Studien war eine wirtschaftliche Optimierung der Nutzungsintensität, ohne sich dem Risiko von gravierenden Nachteilen aussetzen zu müssen.

Seit den 1970er Jahren wurden an mehreren Seen in den USA, in Indien und in Brandenburg vergleichbare Berechnungsmodelle entworfen (DE: Haass 2003). Bei den meisten Arbeiten handelte es sich um fallbezogene Gutachten, nur zwei Beiträge wurde in einem wissenschaftlichen Journal veröffentlicht.

## 7 Reaktion (Response)

Die Reaktion auf die bereits bestehende oder zukünftig zu erwartende Beeinträchtigung der Ökosystemleistungen besteht darin, Maßnahmen durchzuführen, mit denen (i) die treibenden Kräfte zurückgenommen werden, (ii) die Belastungen verringert werden oder (iii) auf andere Weise der Zustand der betroffenen See-Ökosysteme verbessert wird, so dass insgesamt (iv) die Auswirkungen gemildert werden, und das Potential der ÖSL in der Zukunft zumindest ungeschmälert erhalten bleibt (Nachhaltigkeitsgrundsatz; Hauff 1987).

In der Übersichtsliteratur (Tabelle 3) sind zahlreiche Hinweise enthalten, wie auf spezifische Belastungen reagiert werden könnte (Tabelle 8). Allerdings sind die Vorschläge oft nur bis zu einer geringen Tiefe ausgearbeitet und berücksichtigen nicht immer den jeweils geltenden rechtlichen Rahmen. Validierungen bzw. Erfolgskontrolluntersuchungen, in denen beispielsweise die Belastungen vor und nach einer Maßnahme verglichen worden wären, sind nicht bekannt geworden. Auch Konzepte oder statistische Prüfpläne für die Ergebnissicherung fehlen weitgehend.

Die Maßnahmen und die zugehörigen Werkzeuge können wie folgt klassifiziert werden (vgl. auch Byrnes & Dunn 2020):

1. **Informations-, Motivations- und Überzeugungsinstrumente:** Sie zielen darauf ab, auf freiwilliger Basis die gewohnten Handlungsweisen der Akteure so zu modifizieren, dass dem Umweltschutz eine größere Bedeutung beigemessen wird, wodurch letztlich die Belastungen der Umwelt geringer werden. Zur Zielgruppe gehören vorwiegend die einzelnen Bootsführer, daneben aber auch politische Entscheidungsträger. Die Initiative könnte von Umweltverbänden, Nutzerverbänden, aber auch von den zuständigen Behörden ausgehen. Ein historisches Beispiel sind die „10 Goldenen Regeln“ für das Verhalten von Wassersportlern in der Natur (sog. Tailfinger Erklärung von 1998), die von den meisten Wassersportverbänden übernommen und im Mitgliederkreis kommuniziert wurden. Allerdings wird in den „Regeln“ überwiegend das ohnehin gesetzlich Gebotene gefordert.
2. **Regulierungs- und Ordnungsinstrumente:** Sie bezwecken, die rechtlichen, planerischen oder sonstigen normativen Vorgaben zu formulieren, an die sich die Nutzer unter Sanktionsandrohung halten müssen. Hierzu gehört auch die Stärkung der Kontrollinstitutionen (z. B. Vollzug) sowie die Kompetenzstärkung der Genehmigungsbehörden und der Träger öffentlicher Belange (TÖB) einschließlich der Umweltorganisationen. Zielgruppen sind vorwiegend die privaten Nutzer (z. B. Bootsführer), aber auch Industrien (z. B. Hersteller von Bootsmotoren, Schmierstoffen, Farben usw.) und sonstige Interessenvertreter (z. B. Tourismus-Industrie), daneben auch Planungs- und Genehmigungsbehörden und die (Wasserschutz-)Polizei. Die Initiativen gehen von den rechtsetzenden Institutionen aus, also dem Bundes- und den Länderparlamenten (Gesetze), der Bundes- und den Landesregierungen (Verordnungen) und weiteren Gebietskörperschaften (z. B. Landkreise und kreisfreie Städte: Allgemeinverfügungen, Satzungen usw.).
3. **Ökonomische Instrumente:** Sie zielen letztlich darauf ab, umweltfreundliche Handlungsalternativen billiger und umweltschädliche teurer zu machen (Anwendung des Verursacherprinzips im Konsum),

um dadurch die Handlungsweisen der Akteure entsprechend zu modifizieren. Dem Werkzeug liegt die Überzeugung zu Grunde, dass Umweltschutzziele mit Anreizen und marktbasierter Instrumenten oft effizienter und wirksamer zu erreichen sind als mit ordnungspolitischen Ge- und Verboten. Adressaten sind alle Marktteilnehmer im Sektor Erholung/Wassertourismus/Bootsport, die entsprechende Produkte (z. B. Bootsmotoren, Schmiermittel, Lacke) oder Dienstleistungen (z. B. Chartering, Urlaubs- und Freizeitangebote auf dem Wasser) nachfragen und sich dabei am Kosten-Nutzen-Verhältnis orientieren. Dazu gehören auch die Hersteller und Anbieter dieser Produkte bzw. Dienstleistungen. Die Initiativen können von privatwirtschaftlichen Interessenvertretern (Motiv: Gewinnerwartungen) und Verbänden (Motiv: Image, Öffentlichkeitsarbeit) sowie von staatlichen Institutionen (Motiv: Steuern, Abgaben u. Gebühren) getragen werden.

Weiterhin rechnen wir als wichtiges Werkzeug das proaktive Handeln und die vorsorgende Planung der zuständigen Behörden hinzu (Umweltvorsorge, Vorsorgeprinzip; Werner 2001, Europäische Umweltagentur 2002):

4. Umweltvorsorge als wichtige Komponente von Entscheidungsinstrumenten in den Fach- und übergeordneten Raumplanungen sowie in den Kommunalplanungen und Objektplanungen. Sie zielt auf eine Abkehr vom Primat der bloßen Nachfragebedienung ab und fasst eine letztlich notwendige Kontingenzierung ins Auge (z. B. Bodenseeuferpläne am baden-württembergischen und bayerischen Bodenseeufer; Liegeplatzbegrenzung<sup>26</sup>).

Hinzukommen

5. (reaktive) Maßnahmen als lokales oder sektorales Mitigationinstrument, beispielsweise ingenieurbio-logische Gestaltung von Bootsstationierungsanlagen oder konstruktive Verbesserungen an Wasserfahrzeugen, Motoren und Antrieben sowie Abwasser- und Abfallentsorgungssystemen usw.,

sowie

6. anwendungsorientierte Umweltforschung, die umweltsozialwissenschaftliche Aspekte einbezieht und damit als wichtige Komponente von Entscheidungsinstrumenten dient.

Die Übersicht der Tabelle 8 zeigt ein breites Spektrum an Interventionen, die keineswegs nur von staatlichen Akteuren in Form von gesetzlichen Vorschriften, Ge- und Verboten ausgehen müssen.

Eine sehr wichtige Rolle könnte zweckgebundenen Nutzervereinigungen (z. B. Steggemeinschaften) und Bootssportvereinen und ihren Dachverbänden zukommen. So engagiert sich der Deutsche Motoryachtverband (DMYV e. V.) durch Zusammenarbeit mit staatlichen Stellen, Hochschulen, der Industrie und anderen Verbänden bei der Entwicklung Biozid freier Antifouling-Beschichtungen, für alternative Antriebe und Kraftstoffe sowie für Maßnahmen zur Eindämmung der Verschleppung aquatischer Neozoen. Mit Unterstützung durch Verbandsmitglieder können neue, umweltschonendere Produkte oder Anwendungen unter realitätsnahen Bedingungen erprobt werden. Zugleich können die Verbände mit Erfahrungsberichten, Hinweisen auf Bezugsquellen usw. das (Kauf-)Verhalten ihrer Mitglieder beeinflussen. Ob sich, wie gelegentlich behauptet, vereinsgebundene Bootssportler auf dem Wasser „disziplinierter“ und Umweltbelangen gegenüber „aufgeschlossener“ verhalten als vereinsungebundene Freizeitkapitäne, sei dahingestellt. Auf jeden Fall dürfte der vereinsungebundene Bootssport technisch und organisatorisch schwieriger zu erreichen sein.

Insgesamt zeigt sich, dass es eine Vielzahl von Ansatzpunkten und Kommunikationswegen gibt, um die Umweltbelastungen im Bereich der Sport- und Fahrgastschifffahrt (i) zu identifizieren und zu beschreiben, und (ii) von den Akteuren ein Umdenken einzufordern. Allerdings scheint es nur wenige umweltsoziologische Untersuchungen zu geben, die sich mit der Effizienz dieser Instrumente, den mittelfristigen Erfolgsaussichten und schlussendlich den Effekten auf die Umwelt befassen.

---

<sup>26</sup> So ergriff die Internationale Bodenseekonferenz (IBK), ein konsultatives Gremium der Regierungs- bzw. Ressortchefs der Bodenseeanrainerländer, die Initiative und beschloss auf ihrer 9. Konferenz im Oktober 1988 u. a. „vor allem zum Schutz der Flachwasserzone und des Ufers die Zahl der Liegeplätze und der Boote am Bodensee zu begrenzen“. Auf der 11. Konferenz im November 1990 in Feldkirch wurde die Beschlusslage noch einmal konkretisiert.

Tabelle 8: Systematische Übersicht von Reaktionen (*Response*) auf die Umweltbelastungen durch die Sport- und Fahrgastschifffahrt.

Code	Instrumente
<b>1</b>	<b>Informations-, Motivations- und Überzeugungsinstrumente</b>
1.1	Appell an den gesunden Menschenverstand und den rücksichtsvollen Umgang mit der Natur und mit anderen Nutzern
1.2	Integration von Umweltwissen in die Ausbildung und Prüfung für Befähigungsnachweise
1.3	Schulungen, Referate, Informationsbroschüren usw. in den Verbänden und Vereinen (z. B. „10 Goldene Regeln“)
1.4	Einrichtung der Funktion einer/eines Umweltbeauftragten o. ä. in Nutzerverbänden und -vereinigungen
1.5	praktische Aktivitäten und Mitmach-Aktionen, Auszeichnungen u. Preise, Best Practice-Beispiele
1.6	aktive Kompetenzstärkung der zuständigen Behörden, der TÖB einschließlich der Umweltverbände; Leitfäden und Handlungsanleitungen
1.7	themenzentrierte Etablierung ‚runder Tische‘ unter Beteiligung aller Stakeholder, der TÖBs einschl. der Umweltverbände
1.8	Information von Entscheidungsträgern; Beteiligung an Stellungnahmen
1.9	Akzeptanzwerbung in der interessierten und der breiten Öffentlichkeit
<b>2</b>	<b>Regulierungs- und Ordnungsinstrumente</b>
2.1	freiwillige Selbstverpflichtungen (Hersteller, Dienstleister, Betreiber) zur transparenten Einhaltung von weitergehenden Umweltstandards
2.2	untergesetzliche Standards der regelsetzenden Institutionen und Empfehlungen der Fachverbände
2.3	Rechtsnormen: durch formell-materielle Gesetze des Bundes, ggf. in Umsetzung des Europarechts, und/oder der Länder bzw. durch Verordnungen der Bundes- oder Länderregierungen bzw. durch Satzungen und Verwaltungsvorschriften einschl. Gewohnheitsrecht, Richterrecht, und Verwaltungsakte (z. B. Allgemeinverfügung, Zulassung) zu regelnde Sachverhalte
2.3.1	Registrierung und Kennzeichnung von Sportbooten
2.3.2	technische Prüfung und Zulassung von Sportbooten
2.3.3	an einem Gewässer genehmigte Wasserfahrzeuge (Typen, Größen, Antriebe)
2.3.4	an einem Gewässer zugelassene Motor-Typen (z. B. Ausschluss von 2-Takt-Motoren mit Gemischschmierung)
2.3.5	Befahrensregelungen (Schifffahrtsordnungen): minimale Uferabstände, Höchstgeschwindigkeiten u. a.
2.3.6	zeitliche Befahrensverbote (ggf. in Kombination mit räumlichen Einschränkungen), Ausweisung von Schutzzonen
2.3.7	räumliche Befahrensverbote (ggf. in Kombination mit zeitlichen Einschränkungen), Ausweisung von Schutzzonen
2.3.8	Nutzerlenkung (Hinweistafeln, Befahrenshindernisse u. a.)
2.3.9	Vorgaben und Auflagen für den Bau und Betrieb von BoStA
2.4	Praxis-Anforderungen an Befähigungsnachweise (z. B. Ankerkenntnisse)
2.5	Überwachung und Vollzug
2.5.1	schifffahrtspolizeiliche Überwachung und Vollzug (z. B. Wasserschutzpolizei der Länder)
2.5.2	wasserrechtlicher Überwachung und Vollzug (z. B. durch die unteren Wasserbehörden);
2.6	Vorgaben und Unterstützung beim Abwracken von nicht gewerblich genutzten Wasserfahrzeugen
<b>3</b>	<b>Ökonomische Instrumente und Management</b>
3.1	Ökolabels (n. DIN EN ISO 14020 – 14025) für Produkte
3.2	Berücksichtigung ökologischer Aspekte bei BoStA-Zertifizierungen
3.3	steuerliche Behandlung von (nicht gewerblich genutzten) Wasserfahrzeugen (z. B. Zweitwohnungssteuer)
3.4	kapazitätsoptimierendes Liegeplatzmanagement
3.5	Boat-Sharing-Systeme auf Vereinsbasis oder durch Nutzergemeinschaften
<b>4</b>	<b>(proaktive) Umweltvorsorge</b>
4.1	Raumbeobachtung, Raumordnung (Regionalpläne), kommunale Bauleitplanung, Objektplanung
4.2	Marktbeobachtungen und Trendanalysen
4.3	ökologische Tragfähigkeitsanalysen ( <i>carrying capacity</i> ) auf regionaler, seeweiter und lokaler Ebene mit ausdrücklicher Priorisierung einer nachhaltigen Entwicklung
<b>5</b>	<b>(reaktive) Maßnahmen und konstruktive Verbesserungen</b>
5.1	wasserbauliche Maßnahmen: z. B. Uferstabilisierungen in ingenieurbioologischer Ausführung
5.2	wasser- und landschaftsbauliche Maßnahmen: Rückbau und Uferrenaturierungen
5.3	konstruktive Verbesserungen der Anlagen am und im Wasser (z. B. BoStA)
5.4	konstruktive Verbesserungen am Wasserfahrzeug (Rumpfform, Antrieb, Motor, Abfall- u. Abwasserbehälter)
5.5	Entsorgungsinfrastruktur in BoStA
<b>6</b>	<b>Forschung und Entwicklung</b>
6.1	anwendungsorientierte Umweltforschung einschl. umweltsozialwissenschaftlicher Aspekte
6.2	Pflege von Sachdatenbanken (Registrierung, Zulassung, Liegeplätze u. a.) und Bereitstellung für die Forschung
6.3	Erfolgskontrolluntersuchungen und Monitoring bei Maßnahmenprogrammen (BACI-Design)
6.4	Initiierung und Anreize für Modell- und Entwicklungsvorhaben mit gemischter Partnerschaft

## 8 Schlussfolgerungen und Ausblick

Über viele Jahre hinweg wurden die ökologischen Auswirkungen des Segel- und Motorbootsports auf Binnen- und Küstengewässern vornehmlich aus einer sektoralen umweltwissenschaftlichen Perspektive betrachtet, ohne sich allzu sehr auf die individuellen Motive und Selbsteinschätzungen der Akteure und auf die rechtlichen, ökonomischen, sozialen und politischen Randbedingungen einzulassen. Die Folge war häufig ein gewisses Lagerdenken zwischen Bootssport auf der einen und Gewässer- bzw. Umweltschutz auf der anderen Seite, und eine wechselseitige „Sprachlosigkeit“. In einer Zeit zunehmender Umweltkrisen und intensiver Bemühungen um eine nachhaltige Ressourcennutzung kann ein beziehungsloses Nebeneinander keine Zukunft haben. Sport- und Fahrgastschifffahrt müssen als sozial-ökologisches System betrachtet werden, dessen Justierschrauben und Interdependenzen zu analysieren sind.

Das DPSIR-Konzept der Europäischen Umweltagentur (EEA) ist ein bewährtes Werkzeug, um ein solches System zu beschreiben und die rationale Kommunikation unter Akteuren und Stakeholdern zu befördern. Dieses Konzept wurde weiterentwickelt, um die treibenden und die eher bremsenden gesellschaftlichen Kräfte (*Drivers*) zu benennen und Indikatoren vorzuschlagen, die die Belastungen (*Pressures*) widerspiegeln. Der Zustand bzw. die Zustandsänderungen der aquatischen Ökosysteme (*State*) sind aus weltweit mehr als tausend umweltwissenschaftlichen Einzeluntersuchungen hinlänglich bekannt. Sie haben in etwa 72 zusammenfassende Arbeiten (*reviews*) Eingang gefunden, die in diesem Beitrag zu einem Gesamtbild zusammengefügt wurden. Dabei wurden acht thematische Schwerpunkte sichtbar, die überwiegend an die fahrende Sport- und Fahrgastschifffahrt und an die Bootsstationierungsanlagen gebunden sind, während andere Aspekte (z. B. Klimaneutralität und Produktökobilanzen bei der Herstellung und am Ende des Produkt-Lebenszyklus) erst jüngst hinzugekommen sind. Unter den Auswirkungen (*Impact*) versteht das DPSIR-Konzept die Beeinträchtigung der Ökosystemleistungen und damit die Beeinträchtigung des menschlichen Wohlergehens (*human well-being*). Allerdings zeigte sich anhand einiger Anwendungsbeispiele die Ambivalenz dieses Konzepts, indem es im Wassertourismus-Segment argumentativ nicht etwa zur schonenden Behandlung der aquatischen Ökosysteme, sondern zur Ausweitung und Verdichtung der Nutzungen herangezogen wird. Die Zustandsänderungen und die Auswirkungen machen auf verschiedenen gesellschaftlichen Ebenen Reaktionen (*Response*) erforderlich, um eine zurückhaltende, nachhaltige Entwicklung einzuleiten und zu verstetigen. In der Fachliteratur wurde die Vielfalt an Interventionsmöglichkeiten allerdings noch nicht zusammenhängend angesprochen. Vielmehr erstrecken sich die Empfehlungen auf sektorale, unkonzertierte Maßnahmen, über deren mittelfristige Wirkungen kaum Erfahrungen vorliegen.

Durch die strukturierte Auswertung der internationalen zusammenfassenden Literatur zum Thema „Auswirkungen der Sport- und Fahrgastschifffahrt“ werden die Dimensionen innerhalb des Subsystems ‚Freizeit und Tourismus‘ sichtbar, die in anderen Segmenten (Fernreisen, Wintersport, Städtereisen u. a.) bereits zu gravierenden Übernutzungen und Fehlentwicklungen (*overtourism*) und zu Massenprotesten der einheimischen Bevölkerung geführt hat. Ob auch die Seen in Deutschland und den Nachbarländern diesen Weg nehmen werden, dürfte u. a. davon abhängen, ob *Schützer* in die Lage versetzt werden, sich argumentativ auf Augenhöhe mit den (*Über-*)*Nutzern* zu begegnen. Diesem Ziel dient die vorliegende Zusammenstellung, auf der die Forschungsergebnisse des SuBoLakes-Projekts der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) aufsetzen.

## 9 Danksagung

Ein besonderer Dank gilt den Assoziierten Partnern des SuBoLakes-Projekts für wertvolle Hinweise und zahlreiche Anregungen, vor allem Frau Barbara Fath, M.A. von der International & Swiss Coordination Group UNESCO Palafittes, Basel, Frau Dr. Julia Goldhammer, Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg, FG 2 Feuchtbodenarchäologie, Hemmenhofen, sowie Herrn Dipl.-Ing. Helmut von Veen vom Deutschen Motoryachtverband e.V. (DMYV) für die kritische Durchsicht des Manuskriptentwurfs.

## 10 Quellenverzeichnis

### 10.1 Literatur

- Aall, C., Klepp, I. G., Engeset, A. B., Skuland, S. E. & Støa, E. (2011): Leisure and sustainable development in Norway: part of the solution and the problem. *Leisure Studies* 30: 453-476.
- Abelshausen, W. (1983): *Wirtschaftsgeschichte der Bundesrepublik Deutschland (1945–1980)*. Suhrkamp, Frankfurt a. M. (Edition Suhrkamp 1241, NF 241 Neue historische Bibliothek). 186 S. ISBN 3-518-11241-4.
- Abgeordnetenhaus Berlin (2022): Wortprotokoll der Öffentlichen Sitzung des Ausschusses für Sport. 15. Sitzung am 2. Dezember 2022, 33 S.
- Ajuhari, Z., Aziz, A., Yaakob, S. S. N., Abu Bakar, S., Mariapan, M. (2023): Systematic literature review on methods of assessing carrying capacity in recreation and tourism destinations. *Sustainability* 15: 3474. doi.org/10.3390/su15043474.
- Albers, P. H. (2002): Sources, fate, and effects of PAHs in shallow water environments: A review with Special reference to small watercraft. *Journal of Coastal Research, Special Issue* 37: 143-150.
- Albert, C., Burkhard, B., Daube, S., Dietrich, K., Engels, B., Frommer, J., Götzl, M., Grêt-Regamey, A., Job-Hoben, B., Keller, R., Marzelli, S., Moning, C., Müller, F., Rabe, S.-E., Ring, I., Schwaiger, E., Schweppe-Kraft, B., Wüstemann, H. (2015): Empfehlungen zur Entwicklung bundesweiter Indikatoren zur Erfassung von Ökosystemleistungen – Diskussionspapier. BfN-Skripten 410. Bonn, Bad Godesberg.
- Alcamo, J., et al. (2003): *Millennium Ecosystem Assessment – Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*. Island Press, Washington, 245 S.
- Almström, B., Larson, M., Hallin, C. (2022): Decision support tool to mitigate ship-induced erosion in non-uniform, sheltered coastal fairways. *Ocean & Coastal Management* 225: 106210. doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106210.
- Anderson L. G., Roccliffe, S, Haddaway, N. R., Dunn, A. M. (2015): The role of tourism and recreation in the spread of non-native species: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* 10(10): e0140833. doi:10.1371/journal.pone.0140833.
- Asplund, T. R. (2000): *The effects of motorized watercraft on aquatic ecosystems*. University of Wisconsin; Madison, Water Chemistry Program, Wisconsin Department of Natural Resources, Bureau of Integrated Science Services, 21 S.
- Atkins, J. P., Burdon, D., Elliott, M., Gregory A. J. (2011): Management of the marine environment: integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach. *Marine Pollution Bulletin* 62: 215-226.
- Aviv-Reuven, S., Rosenfeld, A. (2021). Publication patterns' changes due to the COVID-19 pandemic: a longitudinal and short-term scientometric analysis. *Scientometrics* 126: 6761-6784. doi.org/10.1007/s11192-021-04059-x.
- AWG, Anthropocene Working Group (2023): Joint Announcement of AWG and MPG on Crawford Lake as proposed GSSP candidate site of the Anthropocene series. <https://www.mpg.de/20614579/crawford-lake-anthropocene>.
- Barton, E. (2016): *European code of conduct on recreational boating and invasive species*. Environmental Secretary, European Boating Association, 17 pp., prepared for the Standing Committee of the Convention on the Conservation of European Wildlife.

- Bell, S. (2012): DPSIR = a problem structuring method? An exploration from the “Imagine” approach. *European Journal of Operational Research* 222 (2): 350-360. [dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2012.04.029](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.04.029).
- Berkes, F. & Folke, C. (Hrsg.) (1998): *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge: Cambridge University Press, 476 S.
- Biggs, R., Clements, H., de Vos, A., Folke, C., Manyani, A., Maciejewski, K., Martín-López, B., Preiser, R., Selomane, O., Schlüter, M. (2022): What are social-ecological systems and social-ecological systems research? In: Biggs, R., de Vos, A., Preiser, R., Clements, H., Maciejewski, K., Schlüter, M. (Hrsg.). *The Routledge Handbook of Research Methods for Social-Ecological Systems*. Chapter 1, p. 1-26. Oxon, New York, [doi.org/10.4324/9781003021339-1](https://doi.org/10.4324/9781003021339-1).
- Bilkovic, D. M., Mitchell, M. M., Davis, J. Herman, E. Andrews, A. King, P. Mason, N. Tahvildari, J., Davis, R., Dixon, L. (2019): Defining boat wake impacts on shoreline stability toward management and policy solutions. *Ocean & Coastal Management* 182: 104945, [doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104945](https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104945).
- Bilkovic, D., Mitchell, M., Davis, J., Andrews, E., King, A., Mason, P., Herman, J., Tahvildari, N., Davis, J. (2017): Review of boat wake wave impacts on shoreline erosion and potential solutions for the Chesapeake Bay. STAC Publication Number 17-002, Edgewater, MD. 68 pp.
- BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2013): *Wassertourismus in Deutschland. Praxisleitfaden für wassertouristische Unternehmen, Kommunen und Vereine*. Berlin, 72 S., Download: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Tourismus/wassertourismus-in-deutschland.html>.
- BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016): *Die wirtschaftlichen Potenziale des Wassertourismus in Deutschland*. Berlin, 100 S., Download: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Tourismus/potenziale-des-wassertourismus-in-deutschland.html>.
- BMWi, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2017): *Tourismuspolitischer Bericht der Bundesregierung – 18. Legislaturperiode*. Berlin, 76 S., Download: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Tourismus/tourismuspolitischer-bericht.html>.
- Boljat, H. U., Grubišić, N., Slišković, M. (2021): The Impact of Nautical Activities on the Environment - A Systematic Review of Research. *Sustainability* 13, 10552. [doi.org/10.3390/su131910552](https://doi.org/10.3390/su131910552).
- Bosley, H. E. (2005): *Techniques for estimating boating carrying capacity: a literature review*. Gutachten der North Carolina State University für Catawba-Wateree Relicensing Coalition, 32 S.
- Brämick, U., Lewin, W.-C., Menzel, R., Meyerhoff, J., Schonert, B., Wolter, C. (2011): *Grundlagen zur Ermittlung des fischereilichen und ökologischen Schadens durch wasserbauliche Anlagen im Land Brandenburg*. Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow, Bd. 27, 73 S.
- Broad, A. Rees, M. J., Davis, A. R. (2020): Anchor and chain scour as disturbance agents in benthic environments: trends in the literature and charting a course to more sustainable boating and shipping. *Marine Pollution Bulletin* 161. [doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111683](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111683).
- Brookes, A. & Hanbury, R. G. (1990): *Environmental impacts on navigable river and canal systems: a review of the British experience*. PIANC Special Issue 4: 91-103.
- Burgin, S. & Hardiman, N. (2011). The direct physical, chemical and biotic impacts on Australian coastal waters due to recreational boating. *Biodiversity and Conservation* 20 (4): 683-701. [doi.org/10.1007/s10531-011-0003-6](https://doi.org/10.1007/s10531-011-0003-6).
- Burgstaller, M., Frick, F., Potrykus, A., Schramm, B., Strauss, F., Scheer, S., Link, F., Behringer, K., Pfuhl, W., Schlenga, R., Brantsch, P., Menrath, A., Müller, T., Nieberl, M., Hofmann, A., Reh, K. (2023): *Digital Kreisläufe schließen am Beispiel des Recyclings von Sportbooten, Leichtflugzeugen sowie Bedarfsgegenständen aus Faserverbundwerkstoffen*. UBA Texte 93/2023: 356 S., hg. vom Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.
- Burke, O., Rado, G., Plunkett, D., Harvey, M. (2021): *Decarbonisation of the European Recreational Marine Craft Sector*. Hg. Carbon Trust, London, 88 S.

- Burkhard, B., Petrosillo, I., Costanza, R. (2010): Ecosystem services. Bridging ecology, economy and social sciences. *Ecological Complexity* 7: 257-259.
- Kelble, K. R., Loomis, D. K., Lovelace, S., Nuttle, W. K., Ortner, P. B., Fletcher, P., Cook, G. S., Lorenz, J. J., Boyer, J. N. (2013): The EBM-DPSER conceptual model: integrating ecosystem services into the DPSIR Framework. *PLoS ONE* 8(8): e70766. doi.org/10.1371/journal.pone.0070766.
- Byrnes, T. A. & Dunn, R. J. K. (2020): Boating- and shipping-related environmental impacts and example management measures: A Review. *Journal of Marine Science and Engineering* 8(11): 908. doi.org/10.3390/jmse8110908.
- Carreño, A. & Lloret, J. (2021): Environmental impacts of increasing leisure boating activity in Mediterranean coastal waters. *Ocean and Coastal Management* 209:105693. doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105693.
- CDM Smith (Hrsg.) (2017): Beaver Lake Boating Carrying Capacity Study. Prepared for U.S. Army Corps of Engineers, Little Rock District. Download: [https://www.swl.usace.army.mil/Portals/50/docs/beaverlake/Beaver%20Lake%20MP%20SMP/Beaver\\_Capacity\\_Study/BeaverLakeCarryingCapacityReport\\_Final\\_2017-02-28.pdf?ver=2020-07-01-022154-047](https://www.swl.usace.army.mil/Portals/50/docs/beaverlake/Beaver%20Lake%20MP%20SMP/Beaver_Capacity_Study/BeaverLakeCarryingCapacityReport_Final_2017-02-28.pdf?ver=2020-07-01-022154-047); Separates Dokument: Appendix A: Beaver Lake Boating Carrying Capacity Study. Literature Review. 20 pp. Download: [https://www.swl.usace.army.mil/Portals/50/docs/beaverlake/Beaver%20Lake%20MP%20SMP/Beaver\\_Capacity\\_Study/BeaverLakeCapacityStudy\\_Appendix\\_A\\_Lit%20Review\\_Final\\_20170228.pdf?ver=2020-07-01-022227-297](https://www.swl.usace.army.mil/Portals/50/docs/beaverlake/Beaver%20Lake%20MP%20SMP/Beaver_Capacity_Study/BeaverLakeCapacityStudy_Appendix_A_Lit%20Review_Final_20170228.pdf?ver=2020-07-01-022227-297).
- Champ, M. A. (2000): A review of organotin regulatory strategies, pending actions, related costs and benefits. *Science of the total environment* 258/1-2: 21-71. doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00506-4.
- Clarke, M. C., Pakhomov, E. A., Therriault, T. W. (2011): Recreational boating: A large unregulated vector transporting marine invasive species. *Diversity and Distributions* 17(6): 1161-1172. doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00798.x.
- Cole, E., Keller, R. P., Garbach, K. (2019): Risk of invasive species spread by recreational boaters remains high despite widespread adoption of conservation behaviors. *Journal of Environmental Management* 229: 112-119. doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.078.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., van den Belt, M. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Crawford, R., Stolpe, N., Moore, M. (Hrsg.) (1998): The environmental impacts of boating: proceedings of a workshop held at Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA, December 7-9 1994. Technical Report WHOI-98-03.
- Crutzen, P. J. & Stoermer, E. F. (2000): The "Anthropocene". *IGBP Global Change Newsletter* Nr. 41, Mai 2000, S. 17-18.
- Daehne, B., Watermann, B., Fürle, C., Daehne, D., Thomsen, A. (2014): Abschlussbericht zum DBU-Projekt. Erprobung von Reinigungsverfahren der Unterwasserbereiche von Sportbooten und küstenoperierenden Schiffen als Bewuchsschutzalternative. Materialbelastung, Effektivität und Gewässerbelastung. Hamburg, 159 S.
- Daehne, D., Feibicke, M., Fürle, C. (2017b): Risiken durch Antifouling-Einsatz bei Sportbooten vorhersagen. – In: M. Porth und H. Schüttrumpf (Hrsg.), *Wasser, Energie und Umwelt. Aktuelle Beiträge aus der Zeitschrift Wasser und Abfall I*, S. 264-272. doi.org/10.1007/978-3-658-15922-1\_34.
- Daehne, D., Fürle, C., Thomsen, A., Watermann, B., Feibicke, M. (2017a). Antifouling biocides in German marinas: Exposure assessment and calculation of national consumption and emission. *Integrated Environmental Assessment and Management (IEAM)* 13: 892-905.
- Davenport, J., Davenport J. L. (2006): The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: a review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67: 280-292.

- Dodds, W. K., Perkin, J. S., Gerken, J. E. (2013): Human impact on freshwater ecosystem services: a global perspective. *Environmental Science & Technology* 47 (16): 9061-9068. doi.org/10.1021/es4021052.
- Dokulil, M. T. (2014). Environmental impacts of tourism on lakes. In: Ansari, A. A., Gill, S. S. (Hrsg.), *Eutrophication: Causes, Consequences and Control: Volume 2*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 81-88. doi.org/10.1007/978-94-007-7814-6\_7.
- DWA, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.) (2014): Merkblatt DWA-M 618 – Erholung und Freizeitnutzung an Seen – Voraussetzungen, Planung, Gestaltung. Hennef, 65 S. ISBN 978-3-944328-75-1.
- EEA, European Environment Agency (1995). *Europe's Environment – The Dobbris Assessment*. London. Download: [www.eea.europa.eu/publications/92-826-5409-5i](http://www.eea.europa.eu/publications/92-826-5409-5i).
- EEA, European Environment Agency (Hrsg.) (2002): Late lessons from early warnings. The precautionary principle 1896–2000. *Environmental Issue Report*, Vol. 22, 209 pp. ISBN 92-9167-323-4. Download: [https://www.eea.europa.eu/publications/environmental\\_issue\\_report\\_2001\\_22](https://www.eea.europa.eu/publications/environmental_issue_report_2001_22).
- Europäische Umweltagentur/Umweltbundesamt (Hrsg.): Späte Lehren aus frühen Warnungen. Das Vorsorgeprinzip 1896–2000. 241 S. Download: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/spaete-lehren-aus-fruehen-warnungen>.
- European Commission, Directorate-General for Environment (2003a): Analysis of pressures and impacts. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). CIS Guidance Document No 3, 148 pp. Publications Office, 2003. Luxemburg. Download: [https://circabc.europa.eu/sd/a/7e01a7e0-9ccb-4f3d-8cec-aeef1335c2f7/Guidance%20No%203%20-%20pressures%20and%20impacts%20-%20IMPRESS%20\(WG%202.1\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/7e01a7e0-9ccb-4f3d-8cec-aeef1335c2f7/Guidance%20No%203%20-%20pressures%20and%20impacts%20-%20IMPRESS%20(WG%202.1).pdf). (Deutsche Ausgabe: Leitfaden zur Analyse von Belastungen und ihren Auswirkungen in Übereinstimmung mit der Wasserrahmenrichtlinie. Download: <http://www.wrrl-info.de/docs/impleit.pdf> ).
- European Commission, Directorate-General for the Environment (2003b): Monitoring under the Water Framework Directive. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), CIS Guidance Document No. 7, 153 S., Publication Office, Luxembourg. Download: [https://circabc.europa.eu/sd/a/63f7715f-0f45-4955-b7cb-58ca305e42a8/Guidance%20No%207%20-%20Monitoring%20\(WG%202.7\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/63f7715f-0f45-4955-b7cb-58ca305e42a8/Guidance%20No%207%20-%20Monitoring%20(WG%202.7).pdf).
- Europäische Kommission (2011a): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Ressourcenschonendes Europa – eine Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020 Brüssel, den 26.01.2011, KOM(2011) 21, ec. Download: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0021&from=GA>
- Europäische Kommission (2011b): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Lebensversicherung und Naturkapital: Eine Biodiversitätsstrategie der EU für das Jahr 2020, Brüssel, den 25.10.2011, KOM(2011) 244 endgültig/2. Download: <http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/2020.htm>.
- Europäische Kommission (2020): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 - Mehr Raum für die Natur in unserem Leben. Brüssel, den 20.5.2020, COM(2020) 380 final. Download: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:52020DC0380>.
- Feibicke, M., Schwanemann, T., Setzer, S. (2014): Wie viel Antifouling vertragen unsere Gewässer? Umwelt-Risiken durch Sportboote in Deutschland. Broschüre, 10 S., hrsg. vom Umweltbundesamt, FG IV 2.5 / IV 1.2, 06844 Dessau-Roßlau.
- Feibicke, M., Setzer, S., Schwanemann, T., Rissel, R., Ahting, M., Nöh, I., Schmidt, R. (2018): Sind kupferhaltige Antifouling-Anstriche ein Problem für unsere Gewässer? Broschüre, 23 S., hrsg. vom Umweltbundesamt (UBA) Dessau-Roßlau.

- Finlayson, C. M., de Groot, R. S., Hughes, F. M. R., Sullivan, C. A. (2019): Freshwater ecosystem services and functions. In: Hughes, J. M. R. (Hrsg.) *Freshwater Ecology and Conservation: Approaches and Techniques*. Oxford University Press. doi.org/10.1093/oso/9780198766384.003.0015.
- Gabel, F., Lorenz, S., Stoll, S. (2017): Effects of ship-induced waves on aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment* 601: 926-939.
- Gabrielsen, P & Bosch, P. (2003): *Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting*. EEA internal working paper, 20 pp. Brüssel
- Gari, S. R., Newton, A. Icelly, J. D. (2016): A review of the application and evolution of the DPSIR framework with an emphasis on coastal social-ecological systems. *Ocean & Coastal Management* 103: 63-77. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.11.013>.
- Gaylarde, C. C. Neto, J. A. B., da Fonseca, E. M. (2021): Paint fragments as polluting microplastics: a brief review. *Marine Pollution Bulletin* 162:111847. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111847.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., Hultink, E. J. (2017): The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production* 143: 757-768, doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048.
- Göbner, V. (2019). Das wird auf uns zukommen. *SegelReporter*. Download: <https://segelreporter.com/regatta/recycling-wohin-mit-alten-gfk-booten-in-frankreich-muessen-30-000-zum-abwracker/>.
- Gössling, S. & Peeters, P. (2015): Assessing tourism's global environmental impact 1900–2050, *Journal of Sustainable Tourism* 23 (5): 639-659. doi.org/10.1080/09669582.2015.1008500.
- Graefe, L. (2024): Statistiken zum nachhaltigen Reisen. Download: <https://de.statista.com/themen/3505/nachhaltiges-reisen/#topicOverview> (Stand 22.02.2024; zuletzt aufgerufen am 29.05.2024).
- Gregory, A. J., Atkins, J. P., Burdon, D., Elliott, M. (2013): A problem structuring method for ecosystem-based management: the DPSIR modelling process. *European Journal of Operational Research (EJOR)* 227(3): 558-569. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2012.11.020>.
- Grizzetti, B., Lanzanova, D., Lique Garcia, M., Reynaud, A., Rankinen, K., Hellsten, S., Forsius, M., Cardoso, A. (2015): *Cook-book for water ecosystem service assessment and valuation*. EUR 27141. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union. JRC94681. <https://dx.doi.org/10.2788/67661>.
- Grizzetti, B., Lique Garcia, C., Pistocchi, A., Vigiak, O., Zulian, G., Bouraoui, F., De Roo, A., Cardoso, A. C. (2019): Relationship between ecological condition and ecosystem services in European rivers, lakes and coastal waters. *Science of the Total Environment* 671: 452-465. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.155.
- Grothmann, T., Frick, V., Harnisch, R., Münsch, M., Kettner, S. E., Thorun, C. (2022): *Umweltbewusstsein in Deutschland 2022. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage*. 87 S., hrsg. vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und vom Umweltbundesamt (UBA).
- Grothmann, T., Frick, V., Harnisch, R., Münsch, M., Kettner, S. E., Thorun, C. (2022). *Umweltbewusstseinsstudie 2022. Vertiefende Analysen der repräsentativen Hauptbefragung*. UBA Texte 08/2024, 193 S.
- Grünberg, K. U. (2015): Sicherung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts im Rahmen der Landschaftsplanung. In: Riedel, W., Lange, H., Jedicke, E., Reinke, M. (Hrsg.), *Landschaftsplanung*. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg. doi.org/10.1007/978-3-642-40456-6\_2-1.
- Haass, H. (2003): *Planungshandbuch für Sportboothäfen und Marinas. Ein Leitfaden zu Standortplanung, Entwurf und Konstruktion*. 137 S. und CD-ROM, Verlag für Neue Medien, Bremen. ISBN 3-9807842-4-X.
- Haass, H. (Hrsg.) (1996): *Handlungsrahmen zur Standortplanung von Wassersportanlagen im Spannungsfeld von Nutzerattraktivität, Ökologie und Ökonomie*. Bd. 1, Sportwissenschaften. Lit Verlag, Münster.

- Haines-Young, R. & Potschin, M. (2018): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1. Guidance on the Application of the Revised Structure. 19 pp., Fabis Consulting, Nottingham (UK). <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>.
- Hanna, D. E. L., Tomscha, S. A., Ouellet Dallaire, C., Bennett, E. M. (2018): A review of riverine ecosystem service quantification: Research gaps and recommendations. *Journal of Applied Ecology* 55: 1299-1311. doi.org/10.1111/1365-2664.13045.
- Hansen, J. P., Sundblad, G., Bergström, U. Austin, Å. N., Donadi, S., Eriksson, B. K., Eklöf, J. S. (2019): Recreational boating degrades vegetation important for fish recruitment. *Ambio* 48: 539-551. doi.org/10.1007/s13280-018-1088-x.
- Hauff, V. (Hrsg.): Unsere gemeinsame Zukunft: der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. 1. Auflage. Eggenkamp, Greven 1987, ISBN 978-3-923166-16-9.
- Heidt, C., Helms, H., Kämper, C., Kräck, J. (2020): Aktualisierung der Modelle TREMOD/TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018). Berichtsteil „TREMOD-MM“. UBA Texte 117/2020, 110 S., hrsg. vom Umweltbundesamt (Berlin).
- Horn, M., Steven, H., Haberkorn, U., Schulte, L. E. (2005): Schadstoff- und Lärmemissionen von Motorbooten – Grundlage für die Fortschreibung der EU-Richtlinie 94/25/EG zur Begrenzung der Emissionen von Motorbooten. Abschlussbericht der RWTÜV Fahrzeug GmbH, im Auftrag des Umweltbundesamtes, 122 S.
- HTG, Hafentechnische Gesellschaft e. V. (2015): Handlungsempfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Sportboothäfen und wassertouristischen Anlagen, Kapitel 2: Anforderungen an Sportboothäfen, Abschnitt 2.1: Nutzeranforderungen. Vorabzug, 24 S. Download: [https://www.htg-online.de/fileadmin/dateien/FA/FA\\_Sportboothaefen/Arbeitsergebnisse/EAS\\_Kapitel\\_2.1\\_Nutzeranforderungen.pdf](https://www.htg-online.de/fileadmin/dateien/FA/FA_Sportboothaefen/Arbeitsergebnisse/EAS_Kapitel_2.1_Nutzeranforderungen.pdf), zuletzt aufgerufen im Mai 2023).
- IfD, Institut für Demoskopie Allensbach. (19. Juni, 2025c). Anzahl der Personen in Deutschland, die eine Segelyacht oder Segeljolle im Haushalt besitzen, von 2019 bis 2023 (Personen in Millionen) [Graph]. In: Statista. Zugriff am 30. Mai 2024, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/264965/umfrage/besitz-einer-segelyacht-segeljolle-in-deutschland/>
- IfD, Institut für Demoskopie Allensbach. (19. Juni, 2025d). Anzahl der Personen in Deutschland, die eine Motoryacht im Haushalt besitzen, von 2019 bis 2023 (Personen in Millionen) [Graph]. In: Statista. Zugriff am 30. Mai 2024, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/264969/umfrage/besitz-einer-motoryacht-in-deutschland/>
- Inácio, M., Barceló, D., Zhao, W., Pereira, P. (2022): Mapping lake ecosystem services: A systematic review. *Science of The Total Environment* 847: 157561. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157561.
- Jackivicz, T.P. & Kuzminski, L. N. (1973): The effects of the interaction of out-board motors with the aquatic environment – a review. *Environmental Research* 6: 436-454.
- Jax, K. (2005): Function and “functioning” in ecology: what does it mean? *Oikos* 111: 641-648.
- Jalas, M (2006): Making time the art of loving wooden boats. *Time & Society* 15: 343-363.
- Jensen, K. R., Andersen, P., Andersen, N. R., Bruhn, A., Buur, H., Carl, H., Jakobsen, H., Jaspers, C., Lundgreen, K., Nielsen, R., Strandberg, B., Staehr, P. (2023): Reviewing Introduction Histories, Pathways, Invasiveness, and Impact of Non-Indigenous Species in Danish Marine Waters. *Diversity* 15: 434. doi.org/10.3390/d15030434.
- Johansson, L., Ytreberg, E., Jalkanen, J.-P., Fridell, E., Eriksson, K. M., Lagerström, M., Maljutenko, I., Raudsepp, U., Fischer, V., Roth, E. (2020): Model for leisure boat activities and emissions – Implementation for the Baltic Sea. *Ocean Science* 16: 1143-1163.
- Kagermeier, A. (2020): *Tourismus in Wirtschaft, Gesellschaft, Raum und Umwelt*. 2. Aufl., 429 S., UVK Verlag, ISBN: 9783825254520, doi.org/10.36198/9783838554525.

- Keller, R., Schweppe-Kraft, B., Schwarzl, B. (2014): Perspektiven des Ökosystemleistungsansatzes – Ergebnisse aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. *Natur und Landschaft* 89: 124-125.
- Kelty, R. A. & Bliven, S. (2003): Environmental and aesthetic impacts of small docks and piers. Workshop Report: Developing a science-based decision support tool for small dock management, Phase 1: Status of the science. NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series No. 22. National Centre for Coastal Ocean Science, Silver Spring, MD. 69 pp.
- Kennell, J. (2016): Carrying capacity. In: Jafari, J. & Xiao, H. (Hrsg.), *Encyclopedia of Tourism*. pp. 133-135. Springer International Publishing.
- Kennish, M. J. (Hrsg.) (2002): Impacts of motorized watercraft on shallow estuarine and coastal marine environments. *Journal of Coastal Research Special Issue* 37: 202 pp.
- Kistenkas, F. H. & Bouwma, I. M. (2018). Barriers for the ecosystem services concept in European water and nature conservation law. *Ecosystem Services* 29: 223-227. doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.013.
- Klee, G., Caspar, S., Heinbach W. D. (2004): Der Wassersport am Bodensee als wirtschaftlicher Faktor. Eine empirische Analyse der Nachfrageseite im Auftrag der Internationalen Wassersportgemeinschaft Bodensee e. V., Institut für Angewandte Wirtschaftsforschung e. V., Tübingen, 23 S.
- König, W. (1997): Massentourismus. Seine Entstehung und Entwicklung in der Nachkriegszeit. *Technikgeschichte* 64(4): 305-322.
- Krauß, M. & A. van Lührte (2007) Störungseinfluss von Steganlagen auf das Röhricht als Lebensraum. Gutachten für das Bezirksamts Spandau, Abt. Bauen, Planen und Umweltschutz. Berlin, 45 S.
- Kranert, M. (2017, 2024): Einführung in die Kreislaufwirtschaft. Planung – Recht – Verfahren. XXII+832 S. 2017. 5., akt. Aufl., Springer Vieweg, ISBN 978-3-8348-1837-9. XV+742 S., 6. Aufl. 2024, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH (Verlag), ISBN 978-3-658-41710-9.
- Kühne, C., Stapf, D., Holz, P., Baumann, W., Mühlhopt, S., Wexler, M., Hauser, M., Kalkreuth, J., Mahl, J., Zeller, M., Yogish, S., Gehrmann, H.-J., Stapf, D., Volk, R., Stallkamp, C., Steffl, S., Schultmann, F., Schweppe, R., Pico, D., Seiler, E., Forberger, J., Brantsch, P., Brenken, B., Beckmann, M. (2022). Entwicklung von Rückbau- und Recyclingstandards für Rotorblätter. Download: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte\\_92-2022\\_entwicklung\\_von\\_rueckbau-\\_und\\_recyclingstandards\\_fuer\\_rotorblaetter\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_92-2022_entwicklung_von_rueckbau-_und_recyclingstandards_fuer_rotorblaetter_0.pdf)
- Kulczyk, S., Woźniak, E., Derek, M. (2018). Landscape, facilities and visitors: an integrated model of recreational ecosystem services. *Ecosystem Services* 31: 491-501. doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.02.016.
- Larson C. L., Reed S. E., Merenlender, A. M., Crooks K. R. (2016). Effects of recreation on animals revealed as widespread through a global systematic review. *PLoS ONE* 11, 21. doi.org/10.1371/journal.pone.0167259.
- LAWA (Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2021): Rahmenkonzeption Monitoring. Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen. Arbeitspapier I: Gewässertypen und Referenzbedingungen. Stand 06.08.2021, 32 S. Download: [https://www.gewaesser-bewertung.de/media/lawa\\_rahmenkonzeption\\_teil-b\\_i\\_gewtyp\\_ref\\_210806\\_final.pdf](https://www.gewaesser-bewertung.de/media/lawa_rahmenkonzeption_teil-b_i_gewtyp_ref_210806_final.pdf).
- Lepoša, N. (2017): The emergence of ambivalent leisure consumers - The case of boating along the Swedish West Coast. *Journal of Cleaner Production* 145: 35-44.
- Lewison R. L., Rudd, M. A., Al-Hayek, W., Baldwin, C., Beger, M., Lieske, S. N., Jones, C., Satumanatpan, S., Junchompoo, C., Hines, E. (2016). How the DPSIR framework can be used for structuring problems and facilitating empirical research in coastal systems *Environmental Science & Policy* 56 110-119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2015.11.001>.
- Liddle, M. J. & Scorgie, H. R. A. (1980): The effects of recreation on freshwater plants and animals: a review. *Biological Conservation* 17(3): 183-206.

- Liquete, C., Piroddi, C., Drakou, E. G., Gurney, L., Katsanevakis, S., Charef, A., Egoh, B. (2013) Current Status and Future Prospects for the Assessment of Marine and Coastal Ecosystem Services: A Systematic Review. PLoS ONE 8(7): e67737. doi.org/10.1371/journal.pone.0067737.
- Logan, J. M., Boeri, A., Carr, J., Evans, T., Feeney, E. M., Frew K., Schenck, F., Ford, K. H. (2021): A review of habitats impacts from residential docks and recommended best management practices with emphasis on the Northeastern United States. Estuaries and Coasts ; doi.org/10.0007/s12237-021-01006-0.
- Lohmann, H. (2016): Abschlussbericht zum Umweltprojekt „Beratung & Qualifizierung zum umweltgerechten Umgang mit Reinigungskemikalien in der Sportschifffahrt“. Projektbericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Az 29854 – 44, 79 S. Haren (Ems).
- Millennium Ecosystem Assessment Board (Hrsg.) (2005): Ecosystems and Human Well-being – Synthesis. A Report of the Millennium Ecosystem Assessment. 137 S., Island Press, Washington, DC. Download: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>.
- Majamäki, E. (2019): Tracking environmental pressures from recreational boating. Master Thesis, 69 pp., Alto University, School of Engineering.
- Marston, F. & Yapp, G. (1992): A selected annotated bibliography of recreational water quality in alpine areas. CSIRO Division of Water Resources, Canberra, 95 pp., ISBN: 9780643053045.
- Maslow, A. H. (1943): A Theory of Human Motivation. Psychological Review 50: 370-396.
- Mell, W.-D. (2008). Strukturen im Bootsmarkt. FVVSF-Forschungsbericht Nr. 1, 131 S., hg. von der Forschungsvereinigung für die Sport- und Freizeitschifffahrt e.V. (FVVSF).
- Mell, W.-D. (2013): Anforderungen an Yachthäfen. Ergebnisse einer Internet-Umfrage. FVVSF Forschungsbericht Nr. 5, 47 S., hg. von der Forschungsvereinigung für die Sport- und Freizeitschifffahrt e.V. (FVVSF).
- Mell, W.-D. (2016): Strukturen im Bootsmarkt – Update 2016. FVVSF-Forschungsbericht Nr. 7, 104 S., hg. von der Forschungsvereinigung für die Sport- und Freizeitschifffahrt e.V. (FVVSF).
- Mell, W.-D. (2023): Strukturen im Bootsmarkt - Update 2023. FVVSF-Forschungsbericht Nr. 9, 67 S., hg. von der Forschungsvereinigung für die Sport- und Freizeitschifffahrt e.V. (FVVSF).
- Milliken, A. S. & Lee, V. (1990). Pollution impacts from recreational boating: A bibliography and summary review. Rhode Island Sea Grant. P 1134. RIU-G-90-002. 26 pp.
- Moksnes, P.-O., Eriander, L., Hansen, J., Albertsson, J., Andersson, M., Bergström, U., Carlström, J., Egardt, J., Fredriksson, R., Granhag, L., Lindgren, F., Nordberg, K., Wendt, I., Wikström, S., Ytreberg, E. (2019): Fritidsbåtars påverkan på grunda kustekosystem i Sverige. Havsmiljöinstitutets Rapport Nr 2019:3.
- Moreau, R. (2009): Nautical Activities: What impact on the environment? A life cycle approach for ‘clear blue’ boating. – Report for the European Commission of Nautical Industries (ECNI). 2. ed. 2009, Brussels (Belgium), 64 pp.
- Moreau, R. (2009): Nautical Activities: What impact on the environment? A life cycle approach for ‘clear blue’ boating. – Report for the European Commission of Nautical Industries (ECNI). 2. ed. 2009, Brussels (Belgium), 64 pp.
- Mosisch, T. D & Arthington, A. H. (1998) The impacts of power boating and water skiing on lakes and reservoirs. Lakes and Reservoirs: Research and Management 3:1-17.
- Mosisch, T. D. & Arthington, A. H. (2004): Impacts of recreational power-boating on freshwater ecosystems. In: Buckley, R. (Hrsg.) (2004), Environmental impacts of ecotourism. Chapter 8, p. 125-153. ISBN 9780851998107, doi.org/10.1079/9780851998107.0125.
- Müller, C., Erzini, K., Dudeck, T., Cruz, J., Corona, L., Abrunhosa, F., Afonso, C., Mateus, M. & Orro, C., Monteiro, P. & Ekau, W. (2023): Variability of prey preferences and uptake of anthropogenic particles by juvenile white seabream in a coastal lagoon nursery ground. Environmental Biology of Fishes 106: 1383–1404. doi.org/10.1007/s10641-023-01423-z.

- Murphy, K., Willby, N. J., Eaton, J. W. (1995): Ecological impacts and management of boat traffic on navigable inland waterways. In: D. M. Harper & A. J. D. Ferguson (Hrsg.), *The ecological basis for river management*. John Wiley & Sons, Chichester. p. 427-442. [The literature review on which this is based is included in the main bibliography of the book on pages 525-590].
- Ness, B., Anderberg, S., Olsson, L. (2009). Structuring problems in sustainability science: the multi-level DPSIR framework. *Geoforum* 41 (3): 479-488. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2009.12.005>.
- Occhipinti-Ambrogi, A (2021): Biopollution by invasive marine non-indigenous species: A review of potential adverse ecological effects in a changing climate. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18/8. [doi.org/10.3390/ijerph18084268](https://doi.org/10.3390/ijerph18084268).
- Odum, E. P. (1953): *Fundamentals of ecology*. Saunders, Philadelphia, USA 1953, S. 122.
- Opaschowski, H. W. (2002): *Tourismus. Eine systematische Einführung – Analysen und Prognosen*. 3. Aufl., Freizeit- und Tourismusstudien, Band 3, 336 S., Leske + Budrich, Opladen.
- Opaschowski, H. W. (2008): *Einführung in die Freizeitwissenschaft*. 5. Aufl., XII+332 S., VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Ostendorp, J. & Ostendorp, W. (2025a): Flächenbedarf der Bootsstationierungsanlagen (BoStA) am Bodensee. Bericht der Arbeitsgruppe Umweltphysik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz für das SuBoLakes-Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), Az. 35825/01. Konstanz, 25 S. + Anlage. DOI: <https://doi.org/10.48787/kops/subolakes/352-2-1u7a03ytsosej4>
- Ostendorp, J. & Ostendorp, W. (2025b): Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch von Bootsstationierungsanlagen: Verfahrenserprobung (BoStA-MAP) und Stichprobenkartierung am Bodensee. Bericht der Arbeitsgruppe Umweltphysik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz für das SuBoLakes-Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), Az. 35825/01. Konstanz, 24 S. DOI: <https://doi.org/10.48787/kops/subolakes/352-2-1ifhxm8gtnl600>
- Ostendorp, J. & Ostendorp, W. (2025c): Liegeplatzspezifischer Flächenverbrauch ausgewählter Bootsstationierungsanlagen an brandenburgischen Seen und Flusseen. Bericht der Arbeitsgruppe Umweltphysik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz für das SuBoLakes-Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), Az. 35825/01. Konstanz, 20 S. DOI: <https://doi.org/10.48787/kops/subolakes/352-2-1uempnq1wzb015>
- Ostendorp, W. & Ostendorp, J. (2025d): Hafennutzung durch Hafenlieger: Ergebnisse einer Umfrage im Sportbootshafen Unteruhldingen. Bericht der Arbeitsgruppe Umweltphysik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz für das SuBoLakes-Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), Az. 35825/01. Konstanz, 22 S. + Anhang. DOI: <https://doi.org/10.48787/kops/subolakes/352-2-1sq0tvve904c3>
- Ostendorp, W. & Ostendorp, J. (2025e): Typisierung von Bootsstationierungsanlagen (BoStA), ihrer Struktur- und Ausstattungselemente. Bericht der Arbeitsgruppe Umweltphysik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz für das SuBoLakes-Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), Az. 35825/01. Konstanz, 28 S. DOI: <https://doi.org/10.48787/kops/subolakes/352-2-gi7h90rsonzx6>
- Ostendorp, W. & Ostendorp, J. (2025f): Quantifizierung der ökologischen Belastungen durch Bootsstationierungsanlagen an Seen in Deutschland. Bericht der Arbeitsgruppe Umweltphysik am Limnologischen Institut der Universität Konstanz für das SuBoLakes-Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), Az. 35825/01. Konstanz, 50 S. DOI: <https://doi.org/10.48787/kops/subolakes/352-2-vz5r0klbdl6w7>
- Ott, K.: Umweltethik (2020). In: Kirchhoff, T. (Hrsg.): *Online Encyclopedia Philosophy of Nature / Online-Lexikon Naturphilosophie*. Universitätsbibliothek Heidelberg, Heidelberg, [doi.org/10.11588/oejn.2020.0.68742](https://doi.org/10.11588/oejn.2020.0.68742). Download: <https://journals.ub.uni-heidelberg.de/index.php/oejn/article/view/68742>.

- Pagani Isnardi, S., Morchio, E., Mustorgi, M., Fortis, M., Carminati, M., Corradini, S., Sartori, A., Ivaldi, E. (2022): *La Nautica in Cifre – Boating in Figures, Industry Statistics for 2022*. Report of the Confindustria Nautica (Italian Marine Industry Association) and the Fondazione Edison, 112 pp. ISBN 978-88-946050-8-2. Download: [www.lanauticaincifre.it](http://www.lanauticaincifre.it).
- Pearce H. G. & Eaton J. W. (1983): *Effects of recreational boating on freshwater ecosystems – an annotated bibliography*. IWAAC (Inland Water Amenity Advisory Council, UK), *Waterway Ecology and the Design of Recreational Craft*, pp. 13-68. Inland Waterways Amenity Advisory Council, London.
- PIANC, Permanent International Association of Navigation Congress (1991): *Guidance on facility and management specification for marine yacht harbours and inland waterway marinas with respect to user requirements*. Working Group n°5, Bulletin N° 75. Brüssel.
- Podschun, S. A., Albert, C., Costea, G., Damm, C., Dehnhardt, A., Fischer, C., Fischer, H., Foeckler, F., Gelhaus, M., Gerstner, L., Hartje, V., Hoffmann, T. G., Hornung, L., Iwanowski, J., Kasperidus, H., Linneemann, K., Mehl, D., Rayanov, M., Ritz, S., Rumm, A., Sander, A., Schmidt, M., Scholz, M., Schulz-Zunkel, C., Stammel, B., Thiele, J., Venohr, M., von Haaren, C., Wildner, M., Pusch, M. (2018). *RESI – Anwendungshandbuch: Ökosystemleistungen von Flüssen und Auen erfassen und bewerten*. IGB-Berichte Heft 31/2018, XI+187 S. ISSN: 1432-508X, doi.org/10.4126/FRL01-006410777.
- Preisendörfer, P. (1999): *Umwelteinrichtungen und Umweltverhalten in Deutschland. Empirische Befunde und Analysen auf der Grundlage der Bevölkerungsumfragen "Umweltbewußtsein in Deutschland 1991-1998"*. Springer, Wiesbaden, 266 S.
- Preiser, R., Biggs, R., de Vos, A., C. Folke, C. (2018): *Social-ecological systems as complex adaptive systems: Organizing principles for advancing research methods and approaches*. *Ecology and Society* 23(4): 46. doi.org/10.5751/ES-10558-230446.
- Rekolainen, S., Kamari, J., Hiltunen, M. (2003): *A conceptual framework for identifying the need and role of models in the implementation of the water framework directive*. *International Journal of River Basin Management* 1 (4): 347e352.
- Reynaud A., Lanzaova D. (2017): *A global meta-analysis of the value of ecosystem services provided by lakes*. *Ecological Economics* 137: 184-194. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.03.001.
- Rijkeboer, R. C., Vermeulen, R. J., Jongbloed, R. H., van der Wal, J. T., Gerretsen, E., Jansen, H. W., Visser, J. A., Quispel, M., Handley, P. (2004): *Final Report: Stocktaking Study on the Current Status and Developments of Technology and Regulations Related to the Environmental Performance of Recreational Marine Engines (Contract ETD/FIF. 20030701)*. TNO Automotive, Delft, NL, 239.
- Riungu, G. K., Hallo, J. C., Backman, K. F., Brownlee, M., Beeco, J. A., Larson, L. R. (2020): *Water-based recreation management: a normative approach to reviewing boating thresholds*. *Lake and Reservoir Management* 36:139-154.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, III, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H., Nykvist, B., De Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J. (2009). *Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity*. *Ecology & Society* 14(2): 32. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>.
- RYA (Royal Yachting Association) (2021): *Pathways to Zero - The RYA's Vision for a Zero Carbon Recreational Boating Sector by 2050 – Background Paper*, 54 pp. Download: <https://www.rya.org.uk/about-us/policies/environment-and-sustainability>.
- Rozīte, M. & Vinklere, D. (2012): *Tourism and recreation as a driving force for forecasting biodiversity changes: Lake Engure watershed area as an example*. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences* 65(5-6): 192-197. doi.org/10.2478/v10046-011-0036-y.

- Sagerman, J., Hansen, J. P., Wikström, S. A. (2020): Effects of boat traffic and mooring infrastructure on aquatic vegetation: A systematic review and meta-analysis. *Ambio*, 49(2): 517-530.
- Santos-Simón, M., Ferrario, J., Benaduce-Ortiz, B., Ortiz-Zarragoitia, M. Marchini, A. (2024): Assessment of the effectiveness of antifouling solutions for recreational boats in the context of marine bioinvasions. *Marine Pollution Bulletin* 200: 116108. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116108.
- Schäfer, A. & Kowatsch, A. (2015): Gewässer und Auen - Nutzen für die Gesellschaft. Broschüre, 58 S., hg. vom Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn.
- Schafft, M., Wegner, B., Meyer, N., Wolter, C., Arlinghaus, R. (2021): Ecological impacts of water-based recreational activities on freshwater ecosystems: a global metaanalysis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 288: 20211623. doi.org/10.1098/rspb.2021.1623.
- Schallenberg, M., Winton, M. D., Verburg, P., Kelly, D., Hamill, K., Hamilton, D. (2013): Ecosystem Services of Lakes. In: J. R. Dymond (Hrsg.), *Ecosystem services in New Zealand – Conditions and trends*. Chapter: 15 pp. 203-225. Manaaki Whenua Press, Lincoln, New Zealand.
- Schipperges, M. (2020): Umwelteinstellungen in Deutschland von 1971 bis 2019 – Zeitreihenanalyse anhand externer Datenquellen. UBA-Texte 103, 43 S. + 2 Anhänge.
- Scholz, M., Mehl, D., Schulz-Zunkel, C., Kasperidus, H. D., Born, W., Henle, K. (2013): Ökosystemfunktionen von Flussauen – Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat, Treibhausgasemissionen und Habitatfunktion. *Schriftenreihe Naturschutz und Biologische Vielfalt*, Bd. 124: 257 S., hg. vom Bundesamt für Naturschutz (Bfn), Bonn. doi.org/10.29681686.
- Schröder, C. (2015): Arbeitswelt Deutschland. Entwicklung und internationale Einordnung von Indikatoren zur Beschreibung der Qualität der Arbeit. – Institut der deutschen Wirtschaft Köln, 25 S., Köln.
- Schuhmacher, J. (1997): Vom Menuett zum Matchrace: Die Entwicklung des Segelsports. *Soziologie, Technik, Recht und Wirtschaft in Deutschland, Österreich und der Schweiz unter besonderer Berücksichtigung des Bodensees*. Dissertation Universität Konstanz, 2205 S., Marburg, Tectum Verlag (Microfiche-Ausgabe), ISBN 3-89608-855-6.
- Setzer, S. & Schwanemann, T. (2019): Antifouling im Wassersport. Leitlinien für eine gesundheits- und umweltverträgliche Verwendung. Flyer, hg. vom Umweltbundesamt (UBA), Dessau, 8 S.
- Setzer, S., Schwanemann, T., Oosterwoud, M., Rissel, R., Nöh, I. (2019): Antifouling im Wassersport. Was ist das Beste für Mensch, Umwelt und Ihr Boot? – Informationsbroschüre, hg. vom Umweltbundesamt (UBA), Dessau, 59 S.
- Spinelli, R. & Benevolo, C. (2022): Towards a new body of marine tourism research: A scoping literature review of nautical tourism. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 40: 100569. doi.org/10.1016/j.jort.2022.100569.
- Sterner, R. W., Keeler, B., Polasky, S., Poudel, R., Rhude, K., Rogers, M. (2020): Ecosystem services of Earth's largest freshwater lakes. *Ecosystem Services* 41: 101046. doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101046.
- Stoppani, A. (1873): *Corso di geologia del professore Antonio Stoppani*. Vol. II: *Geologia stratigrafica*. Mailand. (hier: Abschnitt 883, S. 463).
- Studenteninitiative Wirtschaft & Umwelt e.V. Münster (Hrsg.) (1994): *Segeln in Mecklenburg-Vorpommern. Eine wirtschaftliche, ökologische und soziologische Analyse*. Edition Sport & Freizeit, Bd. 3, 197 S. + Kte i. A. Meyer & Meyer-Verl. Aachen, ISBN 3-89124-246-8.
- Svarstad, H., Petersen, L.K., Rothman, D., Siepel, H., Watzold, F., 2008. Discursive biases of the environmental research framework DPSIR. *Land Use Policy* 25, 116e125.
- Theobald, A. (2017): *Praxis Online Marktforschung: Grundlagen – Anwendungsbereiche – Durchführung*, Springer-Verl., 412 S.
- Tillmetz, W., Boeger, P., Hamann, W. (2023): *Klimaneutrale Schifffahrt auf dem Bodensee. Machbarkeitsstudie 2023*. Gutachten von h2connect.eco im Auftrag der Internationalen Bodenseekonferenz (IBK),

- 88 S. Download: <https://h2connect.eco/wp-content/uploads/2023/12/Machbarkeitsstudie-Klimaneutrale-Schifffahrt-Bodensee.pdf>.
- Törnqvist O., Klein J., Vidisson B., Häljestig S., Katif S., Nazerian S., Rosengren M., Giljam, C. (2020): Fysisk störning av grunda havsområden – Kartläggning och analys av potentiell påverkanszon samt regional och nationell statistik angående störda områden [Physische Störung von Flachwassergebieten - Kartierung und Analyse der potenziellen Einflusszone sowie regionale und nationale Statistiken über gestörte Gebiete]. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2020:12, 126 sidor (excl. appendix). METRIA AB. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1479102&dswid=-9920>.
- Tremmel, J. (2003): Nachhaltigkeit als politische und analytische Kategorie. Der deutsche Diskurs um nachhaltige Entwicklung im Spiegel der Interessen der Akteure. 195 S., oekom-Verlag, München, ISBN 3-936581-14-2).
- Turner, A. (2010). Marine pollution from antifouling paint particles. *Marine Pollution Bulletin* 60/2: 159-171. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.12.004.
- UBA Fachgebiet IV 1.2 Biozide (2020): German scenario for inland water marinas. Development of a realistic worst-case scenario for antifouling biocides in German inland water marinas. UBA Texte 133, 28 pp., hg. vom Umweltbundesamt (UBA), Dessau.
- Ulman, A. (2018): Recreational boating as a major vector of spread of nonindigenous species around the Mediterranean ecosystems. Sorbonne Université, 2018. NNT: 2018SORUS222. Download: <https://theses.hal.science/tel-02483397/document>.
- United Nations World Tourism Organization (2024): ‘Overtourism’? – Understanding and Managing Urban Tourism Growth beyond Perceptions. 60 pp. doi.org/10.18111/9789284419999.
- US EPA (1985): Coastal Marina Assessment Handbook. 614 pp. United States Environmental Protection Agency 904/6-85-132, Atlanta.
- van Engelstorp, H. (2007): Servicestandards in einer modernen Marina der Niederlande. AKWA-Symposium „Erfolgskriterien für Sportboothäfen“. Januar 2007. Internetquelle: [www.wassersportanlagen.de/index.php?id=20](http://www.wassersportanlagen.de/index.php?id=20) (letzter Zugriff: 20.07.07) => Website ist nicht mehr zu erreichen (WO 18.11.2021).
- Vári, Á., Podschun, S. A., Erős, T., Hein, T., Pataki, B., Iojă, I.-C., Adamescu, C. M., Gerhardt, A., Gruber, T., Dedić, A., Ćirić, M., Gavrilović, B., Báldi, A (2022): Freshwater systems and ecosystem services: Challenges and chances for cross-fertilization of disciplines. *Ambio* 51: 135-151. doi.org/10.1007/s13280-021-01556-4.
- Vásárhelyi, C; Thomas, VG (2003). Analysis of Canadian and American legislation for controlling exotic species in the Great Lakes. *Aquatic Conservation – Marine and Freshwater Ecosystems* 13/5: 417-427. Doi.org/10.1002/aqc.588.
- Venohr, M., Langhans, S. D., Peters, O., Hölker, F., Arlinghaus, R., Mitchell, L., Wolter, C. (2018): The underestimated dynamics and impacts of water-based recreational activities on freshwater ecosystems. *Environmental Reviews* 26: 199-213.
- Wang-Erlandsson, L., Tobian, A., van der Ent, R. J., Fetzer, I., te Wierik, S., Porkka, M., Staal, A., Jaramillo, F., Dahlmann, H., Singh, C., Greve, P., Gerten, D., Keys, P. W., Gleeson, T., Cornell, S. E., Steffen, W., Bai, X., Rockström, J. (2022): A planetary boundary for green water. *Nature Reviews Earth & Environment* 3 (6): 380-392. doi.org/10.1038/s43017-022-00287-8.
- Warrington, P. (1999): Impacts of Outboard Motors on the Aquatic Environment. Download: [www.nalms.or/bclss/impactsoutboard.htm](http://www.nalms.or/bclss/impactsoutboard.htm).
- Watermann, B., Daehne, D., Fürle, C., Thomson, A. (2015): Sicherung der Verlässlichkeit der Antifouling-Expositionsschätzung im Rahmen des EU Biozid-Zulassungsverfahrens auf Basis der aktuellen Situation in deutschen Binnengewässern für die Verwendungsphase im Bereich Sportboothäfen. UBA-Texte 68: 160 S., ISSN 1862-4804. Dessau.

- WBGU, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Hauptgutachten 2011. 2. veränderte Auflage, 66 S., ISBN 978-3-936191-38-7, Berlin.
- Weichbrodt, F. (2001): Umnutzung von Hafenbrachen für die Sportbootschifffahrt. Diplomarbeit. Universität Rostock.
- Weichbrodt, F. (2008): Planungsgrundlagen für den Entwurf von Sportboothäfen – Nutzeranforderungen und Sportbootverkehrsaufkommen. – Vortrag beim Sportboothafen-Forum 2008, Hamburg.
- Weissert, N. (2013). Recreational boating as an overland distribution vector for the invasive freshwater mussel *Dreissena polymorpha* in Switzerland. Master Thesis, EAWAG.
- Werner, S. (2001): Das Vorsorgeprinzip. Grundlagen, Maßstäbe und Begrenzungen. In: Umwelt- und Planungsrecht 21 (9): 335-340.
- Wezenbeek, J. M., C.T.A. Moermond, C. T. A., Smit, C. E. (2018): Antifouling systems for pleasure boats. Overview of current systems and exploration of safer alternatives. RIVM Report 2018-0086 of the National Institute for Public Health and the Environment (NL). 89 pp. DOI 10.21945/RIVM-2018-0086 (Download: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2018-0086.pdf>).
- Whitfield, A. K. & Becker, A. (2014): Impacts of recreational motorboats on fishes: a review. Marine Pollution Bulletin 83: 24-31.
- Wüstenberg, B. (2002): Befragung von Wassersporttouristen an ausgewählten Häfen am Greifswalder Bodden. Unveröffentlichte Datengrundlage. Rostock (zitiert n. Wüstenberg 2008).
- Wüstenberg, B. (2007): Befragung von Wassersporttouristen am Greifswalder Bodden. Ein Beitrag zur Tourismusforschung. In: Scheibe, R. (Hrsg.): Wassertourismus in Mecklenburg-Vorpommern. Greifswalder Beiträge zur Regional-, Freizeit- u. Tourismusforschung 17: 83-100.
- Wüstenberg, B. (2008): Praxis der Standortwahl von Sportboothäfen im Küstenbereich Mecklenburg-Vorpommerns und Entwicklung einer Bewertungsmethode als Planungshilfe. Dissertation am Institut für Umweltingenieurwesen der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock, 159 S. + Anhang.
- York, D. (1994): Recreational-boating disturbances of natural communities and wildlife: An Annotated Bibliography. National Biological Survey, Biological Report 22. US Department of the Interior, Washington.
- Zelenka, J. & Kacetl, J. (2014): The concept of carrying capacity in tourism. Amfiteatru Economic Journal 16 (36): 641-654. Hrsg. The Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, ISSN 2247-9104.
- Zenié, A., Lam, K., Jobson, R., Hinton, S., Vasileiadis, N., Scarbrough, T., Condes, S., Powell, N., Wasil, J. (2023): Pathways to Propulsion Decarbonisation for the Recreational Marine Industry - Synopsis Report. – Hg. von RICARDO, Propelling our Future u. ICOMIA, 12 pp. Download: <https://propellingourfuture.com/documents/pathways-propulsion-decarbonization-recreational-marine-industry.pdf>.

## 10.2 Rechtstexte, Urteile

- BbgEMV. Verordnung zur Erweiterung des Gemeingebrauches an nicht schiffbaren Gewässern für Elektromotorboote (Brandenburgische Elektro-Motorbootverordnung - BbgEMV) vom 14. Januar 2019 (GVBl.II/19, [Nr. 6])
- BNatSchG. Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 8. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2240) geändert worden ist.
- BSO. Bodensee-Schifffahrts-Ordnung, in Baden-Württemberg als Anlagen 1 bis 3 zur Verordnung des Verkehrsministeriums zur Einführung der Bodensee-Schifffahrts-Ordnung (EinfVO-BSO) vom 10. Dezember 2001. Permalink [https://www.landesrecht-bw.de/perma?j=BodSeeSchOEVBW\\_!\\_1](https://www.landesrecht-bw.de/perma?j=BodSeeSchOEVBW_!_1)

- EuGH (2015). „Vorlage zur Vorabentscheidung — Umwelt — Maßnahmen der Europäischen Union im Bereich der Wasserpolitik — Richtlinie 2000/60/EG — Art. 4 Abs. 1 — Umweltziele bei Oberflächengewässern — Verschlechterung des Zustands eines Oberflächenwasserkörpers — Vorhaben des Ausbaus einer Wasserstraße — Verpflichtung der Mitgliedstaaten, ein Vorhaben zu untersagen, das eine Verschlechterung des Zustands eines Oberflächenwasserkörpers verursachen kann — Maßgebliche Kriterien für die Beurteilung des Vorliegens einer Verschlechterung des Zustands eines Wasserkörpers“. Download <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX:62013CJ0461>
- FFH-RL. Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. ABl. L 206 vom 22. Juli 1992, S. 7-50.
- KrWG. Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 2. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 56) geändert worden ist.
- Verordnung (EU) Nr. 1257/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2013 über das Recycling von Schiffen und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 und der Richtlinie 2009/16/EG; Download unter <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2013/1257?locale=de>
- Verordnung für die Schifffahrt auf den schiffbaren Gewässern des Landes Brandenburg (Landesschifffahrtsverordnung - LSchiffV) 1 vom 25. April 2005 (GVBl.II/05, [Nr. 10], S.166) zuletzt geändert durch Artikel 94 des Gesetzes vom 5. März 2024 (GVBl.I/24, [Nr. 9], S.37)
- Vogelschutz-RL. Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (kodifizierte Fassung). ABl. L 20 vom 26.1.2010, S. 7.
- WaStrG: Bundeswasserstraßengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Mai 2007 (BGBl. I S. 962; 2008 I S.1980), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 22. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 409) geändert worden ist.
- WRRL. Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. ABl. L 327, 22. Dezember 2000, S. 1-73.

### 10.3 Normen, untergesetzliche Standards

- DIN EN ISO 14020:2023-07 (D): Umweltaussagen für Produkte und deren Programme - Grundsätze und allgemeine Anforderungen (ISO 14020:2022); Deutsche Fassung EN ISO 14020:2023
- DIN EN ISO 14040:2021-02 + A1 (2020) : DIN EN ISO 14040:2021-02 + A1:2020 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen.
- DIN EN ISO 14044:2021-02 (2021): DIN EN ISO 14044:2021-02: Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006 + Amd 1:2017 + Amd 2:2020); Deutsche Fassung EN ISO 14044:2006 + A1:2018 + A2:2020.