

# Elektromobilität in See- und Sportboothäfen – E-MobiSS

Abschlussbericht



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Die Erstellung dieser Studie wurde im Rahmen der „Förderrichtlinie Elektromobilität“ durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gefördert. Fördermittel dieser Maßnahme werden auch im Rahmen des Deutschen Aufbau- und Resilienzplans (DARF) über die europäischen Aufbau- und Resilienzfazilitäten (ARF) im Programm NextGenerationEU bereitgestellt. Die Förderrichtlinie wird von der NOW GmbH koordiniert und durch den Projektträger Jülich (PtJ) umgesetzt.

## Impressum

### GP JOULE CONNECT

Als Komplettanbieter sorgt GP JOULE CONNECT für die erfolgreiche Implementierung von Projekten im Bereich der Energie- und Mobilitätswende.

### DER MELLUMRAT E.V.

Der Mellumrat e.V. ist eine Naturschutz- und Forschungsgemeinschaft, die 1925 zum Schutz der Insel Mellum gegründet wurde.

### NORDSEEHEILBAD BORKUM GMBH

Die Nordseeheilbad Borkum GmbH verantwortet - gemeinsam mit der Muttergesellschaft Stadt Borkum - das ganzheitliche Lebensraummanagement der Insel. Zentraler Bestandteil ist die umfassende und nachhaltige infrastrukturelle Entwicklung Borkums als Kur- und Tourismusdestination. Daneben stehen die Versorgung der Gäste und Einheimischen mit eigenen vielfältigen touristischen Produkten und Dienstleistungen, mit Strom, Wasser und Wärme sowie der Betrieb des Hafens und des Flugplatzes im Fokus des Unternehmens.

#### PROJEKTVERANTWORTUNG

Nordseeheilbad Borkum GmbH  
Axel Held  
axel.held@borkum.de

#### PROJEKTLEITUNG

GP JOULE CONNECT  
Jan Lukas Hillendahl  
j.hillendahl@gp-joule.de

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr



Finanziert von der  
Europäischen Union  
NextGenerationEU

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## E-Mobilitätskonzept für Nordseeheilbad Borkum GmbH

**Schwerpunkte:**

- 1) Identifizierung der Bedarfe an E-Ladeinfrastruktur entlang der niedersächsischen Nordseeküste
- 2) Strategische Positionierung von maritimer Ladeinfrastruktur
- 3) Sensibilisierung der Thematik mittels öffentlichkeitswirksamer Veranstaltungen und Kommunikation

**Erstellt von:**

Jan Lukas Hillendahl (Projektleiter)  
Lukas Hoppe (Consultant)  
Lars van der Veer (Consultant)  
Josephine Dracker (GIS-Analyst)  
Jona Welle (Senior Consultant)

GP JOULE Connect GmbH  
Cecilienkoog 16  
25821 Reußenköge

Kontakt: Jan Lukas Hillendahl (j.hillendahl@gp-joule-de)

**Im Auftrag von:**

Nordseeheilbad Borkum GmbH

Kontakt:  
Axel Held  
alex.held@borkum.de

**Projektpartner:**

Der Mellumrat e.V.  
Christan Bahlke (Projektmitglied)  
Christian\_Bahlke@gmx.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**Gefördert** durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr im Rahmen der Förderung kommunaler und gewerblicher Elektromobilitätskonzepte (04/2022).

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Zielsetzung des Elektromobilitätskonzepts.....	2
2	Marktentwicklung alternativer Antriebskonzepte in der Sportbootschiffahrt.....	3
2.1	Der Einsatz von E-Motoren und Batterien .....	3
2.2	Wasserstoff als Energieträger .....	8
2.3	Biofuels als Energieträger.....	9
3	Brückenschlag zu weiteren Projekten .....	10
4	Analyse des Nutzerverhaltens.....	12
4.1	Bewertung des Nutzerverhaltens mittels Fragebogen .....	12
5	Konzeption von Maritimer Ladeinfrastruktur.....	14
5.1	Anforderungen an die Ladeinfrastruktur in Häfen.....	14
5.2	Das Ladenetz entlang der niedersächsischen Küste .....	17
5.3	Kategorisierung und ableitende Maßnahmenvorschläge.....	20
5.4	Konzeptionierung von zwei Musterstandorten .....	21
6	Checkliste für Marinas.....	28
7	Ermittlung der CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale .....	30
8	Öffentlichkeitsarbeit und Netzwerk.....	31
9	Zusammenfassung.....	33
10	Abbildungsverzeichnis.....	34
11	Tabellenverzeichnis.....	34
12	Abkürzungsverzeichnis .....	35
13	Anhang .....	36

## 1 EINLEITUNG

Mit der Klimaschutzkonferenz aus dem Jahr 2015 wurde festgelegt, dass bis zum Jahr 2050 die globale Erderwärmung nicht höher als +1.5 Grad Celsius über dem vor-industriellen Niveau liegen soll. Hierfür müssen in allen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bereichen substanzielle Veränderungen stattfinden. Für die Bundesrepublik Deutschland wird die Umsetzung dieser Verpflichtung für das Jahr 2045 angestrebt. Das Bundesland Niedersachsen will bereits im Jahr 2040<sup>1</sup> treibhausgasneutral sein. Für die wichtigsten Sektoren wie Bau, Industrie, Energie und Verkehr wurden konkrete Umsetzungsziele formuliert. Für den speziellen Bereich der Klein- und Freizeitschifffahrt werden derzeit noch keine Zielwerte genannt. Dennoch wird auch dieser Sektor bis 2045 emissionsfrei sein müssen.

Auf Basis der übergeordneten Rahmenbedingungen wurden inzwischen zunehmend z. B. von Städten und Gemeinden zum Teil ambitioniertere Ziele definiert. So haben die ostfriesischen Inselgemeinden sich mit der Sylter Deklaration von 2010 freiwillig dazu verpflichtet, bis 2030 klimaneutral werden zu wollen. In einigen Bereichen, wie der effektiven Nutzung von Energie oder der Abkehr von fossilen Brennstoffen sind bereits gute Fortschritte erzielt worden. Und auch die maritime Industrie der Sportschifffahrt steht hier vor der Herausforderung einer substanziellen Transformation. So gewinnt seit einigen Jahren die „Elektrifizierung“ der Sportbootindustrie zunehmend an Bedeutung, womit in diesem Sektor ein entscheidender Schritt in Richtung Nachhaltigkeit und Umweltschutz getan wird. Der weit überwiegende Teil der in Fahrt befindlichen Segel- und Motorboote ist jedoch noch auf fossile Brennstoffe angewiesen, was zu erheblichen Emissionen von Treibhausgasen Schadstoffen und Lärm führt. Elektroboote bieten dagegen eine saubere und viel leisere Alternative, die nicht nur die Umweltbelastung reduziert, sondern auch die Wasserqualität und die Lebensräume maritimer Ökosysteme schont. Darüber hinaus tragen sie zur Verringerung der Lärmbelastung über und unter der Wasseroberfläche in Freizeitgewässern bei. Dies verbessert sowohl die Erholungsfunktion und das Naturerlebnis für Bootsfahrer und Anwohner als auch die Bedingungen für Wasserfauna und -flora gleichermaßen. Daher stellt die Elektrifizierung des Sportbootbereichs einen wesentlichen Schritt dar, um nachhaltigen Wassersport zu fördern und den ökologischen Fußabdruck zu minimieren.

Dies gilt erst recht für ein großräumiges Schutzgebiet internationaler Bedeutung, wie es das länderübergreifende Wattenmeer vom niederländischen Den Helder Westen bis hoch zum dänischen Esbjerg darstellt und als UNESCO-Weltnaturerbe gelistet ist. So sind mittendrin im trilateralen Wattenmeergebiet u. a. die beiden Nationalparks „Niedersächsisches Wattenmeer“ und hamburgisches Wattenmeer“ eingerichtet worden.

---

<sup>1</sup><https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/novelle-klimagesetz-227891.html>

## 1.1 ZIELSETZUNG DES ELEKTROMOBILITÄTSKONZEPTS

Das Ziel des Projektes Elektromobilität in See- und Sportboothäfen (E-MoBiSS“) ist die Entwicklung eines umfassenden Konzepts für eine maritime Ladeinfrastruktur entlang der niedersächsischen und hamburgener Wattenmeerküste, die den speziellen Anforderungen der Bootseigner und den zukünftigen Marktbedürfnissen gerecht wird. Angesichts des wachsenden Trends zur Elektrifizierung im Bootsverkehr ist es unerlässlich, eine Infrastruktur zu schaffen, die sowohl effizient als auch nachhaltig ist. Um die Bedarfe hierbei zielgerichtet bestimmen zu können, ist im Projektverlauf eine umfangreiche Bedarfserhebung mittels Umfrage bei den Betreibern von potenziell beteiligten Marinas und Sportboothäfen durchgeführt worden.

Basierend hierauf wurde ein spezifisches Konzept für eine Ladeinfrastruktur entlang der ostfriesischen Nordseeküste entwickelt. Dieses Konzept berücksichtigt die besonderen geografischen und logistischen Herausforderungen dieser Region und zielt darauf ab, eine flächendeckende und zuverlässige Ladeinfrastruktur zu gewährleisten, die den Anforderungen der Bootseigner gerecht wird.

Ein wesentlicher Bestandteil des Projekts war auch die Erstellung von Materialien und die Durchführung von Veranstaltungen, um die Thematik der Ladeinfrastruktur zu veranschaulichen und das Bewusstsein dafür zu schärfen. Diese Maßnahmen sollen dazu beitragen, die Akzeptanz und das Verständnis für die notwendigen Veränderungen bei den relevanten Akteuren und der breiten Öffentlichkeit zu fördern.

Durch die fundierte Analyse und strategische Planung soll das Projekt eine Grundlage schaffen, auf der zukünftige Entscheidungen zur Ladeinfrastruktur für Boote basieren können, um eine reibungslose und effiziente Integration in bestehende und neue Häfen, Marinas, Bootsvereine und ggf. auch für andere Liegeplätze zu ermöglichen.

Die Konzeptionierung entlang der Küste und die Einbindung einer möglichst großen Anzahl von Akteuren soll außerdem dazu beitragen, frühzeitig auf gemeinsame Standards bezüglich der Nutzung von Ladesäulen, auch in den Bereichen Buchung, Abrechnung u. w. m. zu vereinbaren.

## **2 MARKTENTWICKLUNG ALTERNATIVER ANTRIEBSKONZEPTE IN DER SPORTBOOTSCHIFFFAHRT**

Im Zuge globaler Bemühungen, den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu reduzieren und nachhaltigere Technologien in allen Verkehrssektoren zu fördern, hat sich auch der Markt für Sportboote erheblich gewandelt. Traditionelle Kraftstoffe werden zunehmend durch alternative Antriebsmöglichkeiten ergänzt oder ersetzt. Hierzu zählen Biokraftstoffe, Hybridsysteme, Wasserstofftechnologien und rein elektrische Antriebe. Jede dieser Technologien bietet spezifische Vor- und Nachteile, die je nach Anwendungsbereich und Nutzerbedürfnissen variieren können.

Biokraftstoffe gelten als CO<sub>2</sub>-neutral, da die Pflanzen, aus denen sie gewonnen werden, während ihres Wachstums CO<sub>2</sub> aufgenommen haben. Sie können in herkömmlichen Verbrennungsmotoren eingesetzt werden und bieten eine sofort umsetzbare Alternative zu fossilen Brennstoffen. Die Produktionskosten und die Verfügbarkeit der notwendigen Rohstoffe sind jedoch nach wie vor eine Herausforderung.

Hybridsysteme kombinieren die Vorteile von Elektromotoren und Verbrennungsmotoren. Sie sind besonders geeignet für Bootsfahrer, die größere Distanzen zurücklegen möchten, ohne auf die Umweltvorteile der Elektrifizierung verzichten zu müssen. Diese Systeme erlauben eine flexible Nutzung, wobei der Elektromotor für leisen und emissionsfreien Betrieb bei geringer Geschwindigkeit sorgt, während der Verbrennungsmotor bei Bedarf zusätzliche Leistung liefert. Wesentliche Nachteile sind das Vorhalten von zwei kompletten Antriebssystemen an Bord sowie der häufig festgestellte Umstand, dass der umweltschonende E-Antrieb eher wenig genutzt wird und die CO<sub>2</sub>-Bilanz dann entsprechend schlecht ist.

Die Nutzung von Wasserstoff als Energiequelle in Brennstoffzellen ist eine weitere fortschrittliche Technologie, die großes Potenzial birgt. Wasserstoffbrennstoffzellen erzeugen Strom durch eine chemische Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff, wobei Wasser das einzige Nebenprodukt ist. Obwohl diese Technologie in Bezug auf Umweltaspekte „vor Ort“ ideal ist, erfordert sie signifikante Investitionen in die Infrastruktur. Zudem ist die Technologie noch nicht vollständig marktreif und die Produktion ist sehr energieintensiv.

### **2.1 DER EINSATZ VON E-MOTOREN UND BATTERIEN**

Trotz vielversprechender Aspekte dieser alternativen Antriebsformen fokussiert sich das Projekt E-MobiSS auf die rein elektrischen Antriebe. Die Gründe dafür sind vielfältig: Erstens sind elektrische Antriebe in ihrer Gesamtbetriebskostenstruktur zunehmend wettbewerbsfähig, und vergleichsweise nachhaltig - insbesondere, wenn die Stromversorgung aus erneuerbaren Quellen stammt. Zweitens, bieten sie den Vorteil einer nahezu geräuschlosen und emissionsfreien Nutzung, was besonders in umwelt-sensiblen Gewässern für Flora und Fauna wichtig ist. Last not least sind die technologischen und infrastrukturellen Hürden für eine breite Implementierung vergleichsweise niedriger als bei alternativen Technologien.

Das Ziel, eine adäquate Ladeinfrastruktur zu erstellen, die den Bedürfnissen der Bootseigner und den Marktbedürfnissen entspricht, soll folgendermaßen erreicht werden:

1. **Bestimmung der aktuellen und absehbaren Anzahl elektrifizierter Boote:** Erfassung der derzeitigen Anzahl elektrisch betriebener Boote und Schätzung der zukünftigen Entwicklungen, unter Berücksichtigung von Markttrends, technologischen Fortschritten und regulatorischen Einflüssen.
2. **Analyse des Anteils der Boote mit Ladebedarf:** Gleichmäßige Annahme der Elektrifizierung über alle Leistungsklassen hinweg und Umrechnung dieser Daten in die benötigte elektrische Leistung. Schätzung der Batteriekapazität basierend auf der Annahme, dass diese das 1,5-fache der elektrischen Leistung beträgt, um eine ausreichende Reichweite zu gewährleisten, die der maximal zu fahrenden Entfernung zwischen E-Ladesäulen an der Küste entspricht.
3. **Kalkulation der Standzeiten und Bestimmung des Ladebedarfs:** Ermittlung der durchschnittlichen Standzeiten der Boote an Liegeplätzen und Vergleich der erforderlichen Ladezeiten unter Verwendung von Standardstromanschlüssen (2 kW) und speziellen Ladesäulen (22 kW). Festlegung der Grenze für akzeptable Standzeiten auf maximal 12 Stunden, um zu bestimmen, welche Boote aufgrund ihrer Ladeanforderungen Zugang zu Ladesäulen benötigen.
4. **Bedarfsermittlung an Ladesäulen:** Berechnung des Gesamtbedarfs an Ladesäulen, basierend auf der Anzahl der Boote, die Ladesäulen benötigen, unter Berücksichtigung ihrer geographischen Verteilung und der bestehenden Infrastruktur.

### 2.1.1 Bestimmung der aktuellen und zukünftigen Anzahl elektrifizierter Boote

In der aktuellen Analyse des Marktes für elektrifizierte Sportboote stützt sich die Datenlage hauptsächlich auf zwei spezifische Berichte, die als Grundlage für weiterführende Untersuchungen und Entscheidungen dienen. Diese begrenzte Informationsbasis stellt eine Herausforderung dar, da umfassendere und differenziertere Daten für eine fundierte Planung und Prognose essenziell sind.

Der erste dieser Berichte, die Publikation "ELMAR - Elektromobilität auf dem Wasser"<sup>2</sup>, bietet zwar wertvolle Einblicke in die Entwicklungen und Trends der elektrischen Antriebe in der Freizeitschifffahrt, konzentriert sich jedoch hauptsächlich auf die südliche Ostseregion und beinhaltet Daten zu aktuellen Anwendungen und der Integration in die bestehende Infrastruktur. Der zweite Bericht, "Strukturen im Bootsmarkt 2023", liefert statistische Daten zum allgemeinen Bootsmarkt in Deutschland, inklusive der Anzahl der Boote mit verschiedenen Antriebsarten. Obwohl dieser Bericht wertvolle Informationen

---

<sup>2</sup> [https://www.db-thueringen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbt\\_derivate\\_00051238/Liane%20Voss%20and%20Romy%20Sommer%20and%20Johannes%20Gulden%20-%20ELMAR%20%E2%80%93%20Elektromobilit%C3%A4t%20auf%20dem%20Wasser.pdf](https://www.db-thueringen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbt_derivate_00051238/Liane%20Voss%20and%20Romy%20Sommer%20and%20Johannes%20Gulden%20-%20ELMAR%20%E2%80%93%20Elektromobilit%C3%A4t%20auf%20dem%20Wasser.pdf)

über die Verteilung der Bootstypen und deren Besitzstrukturen liefert, bleibt er in Bezug auf spezifische Details zur Elektrifizierung und zu den Zulassungszahlen von Elektrobooten begrenzt.

Die mangelnde Verfügbarkeit detaillierter und umfassender Berichte und Studien zu Zulassungszahlen und zum Hochlauf der Elektrifizierung in der Sportbootbranche stellt somit eine signifikante Informationslücke dar. Diese Lücke erschwert nicht nur die Abschätzung des zukünftigen Bedarfs an Ladesäulen und der notwendigen Infrastruktur, sondern auch die Entwicklung gezielter Fördermaßnahmen und politischer Rahmenbedingungen, die für die Unterstützung dieses Sektors entscheidend sind.

Auf Basis des Forschungsberichtes „Strukturen Am Bootsmarkt 2023“<sup>3</sup> kann folgende aktuelle Aufteilung der Antriebsarten für Deutschland ermittelt werden:

Antriebsart	Anzahl Boote	Anteil am Gesamtmarkt
Außenborder Benzin	127.200	33,2%
Außenborder Elektro	14.726	3,8%
Innenborder Benzin	34.630	9,0%
Innenborder Diesel	205.004	53,5%
Innenborder Elektro	1.440	0,4%
Gesamt	383.000	100,0%

*Tabelle 1 - Anzahl und Anteil der Antriebsarten am Gesamtmarkt*

Die Ergebnisse aus dem "Strukturen im Bootsmarkt 2023"-Bericht zeigen, dass Elektromotoren (Außenborder und Innenborder zusammengefasst) derzeit einen relativ kleinen, aber wachsenden Anteil am Gesamtmarkt für Bootsantriebe halten:

**Außenborder Elektro:** Mit insgesamt 14.726 Booten repräsentieren diese etwa 3,8% des Gesamtmarktes. Diese Motoren sind vor allem für kleinere Sportboote und Segelyachten beliebt, die in Bereichen operieren, wo Geräusch- und Umweltbelastungen minimiert werden sollen.

**Innenborder Elektro:** Diese Kategorie umfasst 1.440 Boote, was einem Marktanteil von nur 0,4% entspricht. Elektrische Innenborder werden hauptsächlich in spezialisierten Anwendungen eingesetzt, bei denen eine größere Reichweite und höhere Leistung benötigt werden, wie etwa bei größeren Yachten.

Insgesamt machen elektrische Antriebe in 2023 nur etwa 4,2% des gesamten Bootsmarktes in Deutschland aus, was ihre Nischenposition in der aktuellen Bootslandschaft verdeutlicht. Trotz ihrer geringen Verbreitung ist das Interesse an elektrischen Antrieben im Kontext wachsendes Umweltbewusstsein und strengerer Emissionsvorschriften steigend. Die

---

<sup>3</sup> Quelle: Strukturen im Bootsmarkt update 2023 Hrsg. Forschungsvereinigung für die Sport- und Freizeitschifffahrt e.V.

Entwicklung der notwendigen Infrastruktur, insbesondere der Ladeinfrastruktur, sowie fortschrittliche Batterietechnologien könnten in den kommenden Jahren zu einer schnelleren Adoption führen. Speziell für den Bereich der ostfriesischen Wattenmeerküste ist die Situation derzeit noch so, dass mit dem Hinweis auf die fehlende Infrastruktur die Anschaffung von Booten mit E-Antrieb eher kritisch gesehen wird.

Die Prognosen für den Markt der Elektroboote zeigen ein deutliches Wachstumspotenzial in den kommenden Jahren. Der weltweite Markt für Elektroboote wird voraussichtlich von 5,6 Milliarden USD im Jahr 2023 auf 15,1 Milliarden USD bis 2033 ansteigen, mit einer jährlichen Wachstumsrate von 10,4% (FutureFMI)<sup>4</sup>. Ein weiterer Bericht schätzt, dass der Markt für Elektroboote bis 2031 auf 16,6 Milliarden USD anwachsen wird, was einer jährlichen Wachstumsrate von 12,9% entspricht (Allied Market Research)<sup>5</sup>.

Wenn man diese Wachstumsrate zugrunde legt und eine kontinuierliche Entwicklung und Skalierung der Produktion und des Absatzes von Elektrobooten annimmt, könnte der Anteil von Elektrobooten am gesamten Bootsmarkt bis 2033 auf etwa 12,6% steigen. Dies würde nahezu eine Verdreifachung des aktuellen Marktanteils bedeuten, was sowohl die steigende Nachfrage als auch die verbesserte Verfügbarkeit und Technologie dieser Bootskategorie widerspiegelt.

### 2.1.2 Darstellung vorhandener E-Boote

In Deutschland gibt es insgesamt 380.000 registrierte Sportboote, die größtenteils ihren Dauerliegeplatz in Deutschland haben. Der Großteil der Boote, etwa 54%, wird von Innenborder-Dieselmotoren angetrieben. Hierbei handelt es sich in erster Linie um Motor- und Segelyachten. Rund 33% der Boote nutzen Außenborder-Benzinmotoren, wobei es sich hierbei überwiegend um offene Boote und kleine Yachten handelt. Außenborder-Elektromotoren sind bei etwa 4% der Boote im Einsatz, wobei hier vorwiegend Segelboote zu nennen sind. Innenborder-Benzinmotoren finden sich bei 9% der Boote, wobei hier der Einsatz vornehmlich bei Motorbooten zu beobachten ist.

Der Markt für Sportboote umfasst eine Vielzahl von Elektro- und Hybridbooten, die sich durch ihre umweltfreundlichen Antriebe und innovative Technik auszeichnen. Im Folgenden werden einige Beispiele aufgeführt:

---

<sup>4</sup> Quelle <https://www.futuremarketinsights.com/reports/electric-boats-market>

<sup>5</sup> Quelle <https://www.alliedmarketresearch.com/electric-boat-market-A08766>

Boot	Silent 60 <sup>6</sup>	Frauscher 650 <sup>7</sup>	Greenline 39 <sup>8</sup>
Motorleistung	2 x 340 kW	4,3 - 60 kW	250 PS Diesel & 18 kW ele.
Batteriekapa.	286 kWh	12 - 40 kWh	27 kWh



Abbildung 1 - Übersicht E-Boote

Bei einer Geschwindigkeit von 10 km/h hat die Silent 60 die größte Reichweite mit über 200 km. Danach folgt die Frauscher 650, die mit einem 11 kW Motor eine Reichweite von 90 km erreicht. Die Greenline 39 hat mit einem 18 kW Motor eine Reichweite von 40 km.

### 2.1.3 Analyse des Anteils der Boote mit Ladebedarf

Um den zukünftigen Bedarf an Ladesäulen für elektrifizierte Sportboote besser abschätzen zu können, ist es notwendig, die aktuelle Verteilung der Motorleistungen zu analysieren und zu verstehen, wie sich diese auf die benötigten Ladeinfrastrukturen auswirkt. Dafür wurde eine detaillierte Aufschlüsselung der verschiedenen Motorleistungsklassen vorgenommen, die jeweils in kW angegeben sind. Die maximale Leistung jeder Klasse diente als Basis für die Berechnung der erforderlichen Batteriekapazität, die für eine effiziente Nutzung der Elektroboote notwendig ist.

Für jede Leistungsklasse wurde die Batteriekapazität als 1,5-faches der maximalen kW-Leistung ermittelt, um sicherzustellen, dass die Boote ausreichende Reichweiten und eine zuverlässige Leistung erbringen können. Basierend auf diesen Batteriekapazitäten wurden die Ladezeiten für zwei Szenarien berechnet: das Laden mit einer Standardladestation von 2 kW und das Laden mit einer leistungsfähigeren 22 kW Ladesäule. Diese Berechnungen ermöglichen es, die zeitlichen Anforderungen für das Aufladen der Boote in verschiedenen Leistungsbereichen zu verstehen und geben Aufschluss darüber, welche Ladeinfrastruktur benötigt wird, um den Bedürfnissen der Bootseigner gerecht zu werden.

Zusätzlich wurde der prozentuale Anteil jeder Leistungsklasse am Gesamtmarkt erfasst, um einen Überblick darüber zu geben, wie verbreitet die verschiedenen Motorleistungsklassen sind. Diese Informationen sind essenziell für die Planung der Ladeinfrastruktur, da sie aufzeigen, welche Kapazitäten vorrangig entwickelt werden müssen, um die Mehrheit der Marktanforderungen zu erfüllen. Potentiale, die sich aus dem Vorhandensein von

<sup>6</sup> Quelle <https://silent-yachts.com/de/yacht/60-series-4/>

<sup>7</sup> Quelle <https://www.frauscherboats.com/boat/650-alassio/>

<sup>8</sup> Quelle <https://www.greenlinehybrid.com/de/yacht/greenline-39>

Ankerkunden und ggf. auch durch nutzbare Park- oder Stellplätze ergeben, sollen in die Betrachtung einbezogen werden.

kW-Bereich (max)	Batterieleistung (kWh)	Ladezeit bei 2 kW (Stunden)	Ladezeit bei 22 kW (Stunden)	Prozentualer Anteil
bis 3,7 kW	5,55 kWh	2,78	0,25	10,4%
7,4 kW	11,1 kWh	5,55	0,51	6,5%
11,0 kW	16,5 kWh	8,25	0,75	5,8%
29,4 kW	44,1 kWh	22,05	2,00	19,9%
66,2 kW	99,3 kWh	49,65	4,51	22,2%
103,0 kW	154,5 kWh	77,25	7,02	13,5%
147,1 kW	220,65 kWh	110,33	10,03	6,7%
368,2 kW	552,3 kWh	276,15	25,11	12,4%
Über 368,2 kW	über 552,3 kWh	über 276,15	über 25,11	2,7%
<b>Gesamt</b>				100,0%

Tabella 2 - Daten und Anteil batterieelektrische Boote

Boote, deren Ladezeit am normalen Stromanschluss mehr als 10 Stunden beträgt, sind Kandidaten für den Einsatz von Ladesäulen, um die Ladezeiten signifikant zu reduzieren. Dies betrifft folgende Anteile am Gesamtmarkt:

29,4 kW und höher:

- 19,9% (29,4 kW)
- 22,2% (66,2 kW)
- 13,5% (103,0 kW)
- 6,7% (147,1 kW)
- 12,4% (368,2 kW und höher)
- 2,7% (über 368,2 kW)

Wenn man diese Prozentsätze addiert, ergibt sich, dass 77,4% der Boote im aktuellen Markt von einer höheren Ladeleistung profitieren würden, was die Notwendigkeit von Ladesäulen verdeutlicht. Diese Boote benötigen aufgrund ihrer höheren Batteriekapazitäten und der daraus resultierenden längeren Ladezeiten eine leistungsfähigere Ladeinfrastruktur, um praktikable Ladezeiten zu ermöglichen.

## 2.2 WASSERSTOFF ALS ENERGIETRÄGER

Wasserstoff als alternativer Kraftstoff für Boote bietet zahlreiche Vorteile, darunter eine hohe Energiedichte und einen emissionsfreien Betrieb, was besonders umweltfreundlich ist. Zudem ermöglicht die schnelle Betankung eine höhere Flexibilität im Vergleich zu rein batteriebetriebenen Booten. Jedoch gibt es auch erhebliche Herausforderungen: Die

Infrastruktur für Wasserstoff ist derzeit begrenzt und der Umgang mit Wasserstoff erfordert spezielle Sicherheitsvorkehrungen aufgrund seiner hohen Entzündlichkeit. Die Produktion von grünem Wasserstoff ist energieintensiv, momentan kostspielig und wird in absehbarer Zeit für die Anwendung im Wassersport nicht zur Verfügung stehen. Insgesamt ist Wasserstoff jedoch eine vielversprechende, aber entwicklungsbedürftige Alternative zu herkömmlichen Kraftstoffen und batteriebetriebenen Systemen.

### 2.3 BIOFUELS ALS ENERGIETRÄGER

Biofuels bieten eine attraktive Alternative als Kraftstoff für Boote, da sie aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden und somit CO<sub>2</sub>-neutral sein können. Sie können bereits in heutigen Motoren verwendet werden, dies ermöglicht eine einfache Umstellung. Zudem sind Biofuels biologisch abbaubar und reduzieren die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Im Vergleich zu herkömmlichen Kraftstoffen verursachen sie geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Lärmentwicklung ist jedoch ähnlich wie bei fossilen Kraftstoffen, da die Motoren gleich funktionieren. Nachteile sind die Konkurrenz um landwirtschaftliche Flächen für die nachwachsenden Rohstoffe (z. B. Raps), was die Lebensmittelpreise erhöht und potenzielle Umweltprobleme wie sie durch eine Entwaldung und/ oder Wasserknappheit, die durch den Anbau von Energiepflanzen verursacht werden können. Auf Hydrotreated Vegetable Oils wird auf Grund einer verhältnismäßigen geringen Verfügbarkeit in der Zukunft nicht eingegangen.

### 3 BRÜCKENSCHLAG ZU WEITEREN PROJEKTEN

In Binnengewässern wie in Seegebieten und Kanälen etablieren sich elektrisch betriebene Boote zum Teil auch aufgrund von Restriktionen aus Umweltschutzgründen, zunehmend aber auch aufgrund der einfacheren bzw. komfortableren Nutzungsmöglichkeit. In Küstengewässern konnten sich E-Boote bisher weniger durchsetzen. Ein Grund war die Annahme, dass sie für die anderen Bedingungen, wie bspw. Tide insbesondere an der offenen See bzw. an der Nordsee nicht geeignet seien. Die technische Entwicklung hat diese Vorbehalte mittlerweile entschärft, was von vielen Herstellern mit ihren Modellen für solche Fahrtgebiete und den entsprechenden Nutzern belegt wird.

Nicht nur das Projekt E-MobiSS beschäftigt sich momentan mit der Elektrifizierung des Sportbootsektors, auch im Internationalem Kontext gewinnt das Thema an Bedeutung und einige wegweisende Projekte (z.B. Frisia Fähre im niedersächsischen Wattenmeer - Norddeich) befinden sich momentan bereits in der Umsetzung. Dieses Kapitel soll einen kurzen Überblick über ähnlich gelagerte Projekte bieten.

Im Bereich der skandinavischen Ländern ist hierbei das Projekt *go:LEIF* zu erwähnen. Das Projekt *go:LEIF* ist eine grenzüberschreitende Zusammenarbeit zwischen Schweden und Norwegen zur Förderung des grünen Wandels entlang der Küsten durch Elektrifizierung, intelligente Technologien und nachhaltige Geschäftsmodelle. Es zielt darauf ab, die Nutzung von Elektrobooten zu fördern und eine Ladeinfrastruktur in Häfen zu etablieren. Das Projekt umfasst Forschung, Entwicklung und Testumgebungen für die Ladeinfrastruktur, Wissensvermittlung und die Schaffung eines digitalen Portals für Verbraucherinformationen. Unterstützt wird *go:LEIF* von der EU und regionalen Partnern.

Ein weiteres spannendes Projekt wird mit der Firma *AquaSuperPower* realisiert. *AquaSuperPower* fördert die Elektromobilität im maritimen Sektor durch den Aufbau eines Schnellladernetzwerks für Elektroboote. Ladestationen wurden bereits in Regionen wie dem Mittelmeer, den USA, und Großbritannien installiert. Nutzer können über die Aqua-App nahegelegene Stationen finden, Verfügbarkeiten in Echtzeit prüfen und Zahlungen nahtlos abwickeln. Ziel ist es, den Zugang zu nachhaltiger Ladeinfrastruktur zu erleichtern und die Nutzung umweltfreundlicher Boote zu unterstützen.

Der Sportbootmarkt durchläuft gegenwärtig eine transformative Phase, in der nachhaltige und umweltfreundliche Lösungen an Bedeutung gewinnen. Als exemplarische Belege für diese Entwicklung können GoBoat und die MS Adler Nature Hamburg angeführt werden. Beide Projekte demonstrieren eindrucksvoll, wie innovative Technologien und umweltbewusstes Denken den Weg für eine klimaneutrale Zukunft im Wassersport ebnen können. Im Folgenden erfolgt eine Vorstellung der Best-Practice-Beispiele.

## GoBoat - Berlin/Kopenhagen

Der Verleih von Sportbooten erfolgt nun auch vollelektrisch, sodass Touristen die Möglichkeit haben, Boote zu leihen, ohne dass dabei klimaschädliche Emissionen entstehen. Der Motor des Bootes ist ein Torqeedo E-Außenbordmotor.



Abbildung 2 - GoBoat Hamburg/Kopenhagen<sup>9</sup>

## MS Adler Nature Hamburg - Fähren

Das voll elektrische Passagierschiff wird für Hafentrundfahrten eingesetzt. Es verfügt über eine Batterieleistung von 1440 Kilowattstunden, welche durch Solarzellen auf dem Freideck unterstützt wird. Die Kapazität des Schiffes ermöglicht emissionsfreie Reisen für bis zu 250 Fahrgäste sowie die Unterbringung von 50 Fahrrädern.



Abbildung 3 - MS Adler Fähre Hamburg<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Quelle <https://goboat.de/de/berlin>

<sup>10</sup> Quelle <https://www.adlerschiffe.de/schiffe/650-MS-Adler-nature.html>

## 4 ANALYSE DES NUTZERVERHALTENS

### 4.1 BEWERTUNG DES NUTZERVERHALTENS MITTELS FRAGEBOGEN

Zur Bestimmung des Nutzerverhaltens der Sportbootfahrer:innen und der technischen und strategischen Eignung der Sportboothäfen wurde ein Bedarfsabfragebogen erstellt und an relevante Vereine, Verbände sowie an die Betreiber:innen von Sportboothäfen entlang der niedersächsischen Küste verschickt (insgesamt ca. 120). Der Fragebogen ist im Anhang an diese Studie angehängt. Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

#### 4.1.1 Eignung der Häfen

Die Umfrage ergab, dass bereits einige Landstromanschlüsse für größere Boote in den Häfen vorhanden sind, was eine Grundlage für die Erweiterung der Ladeinfrastruktur darstellen kann. Die Landstromanschlüsse werden dafür genutzt, dass Generator während Liegezeiten nicht genutzt werden müssen. Allerdings ist die Nutzung von erneuerbaren Energien in Sportboothäfen bisher kaum vorangebracht worden, selbst in Häfen, in denen beispielsweise bereits Fähren „elektrisch betrieben werden“, etwa in Norddeich. Viele Segelvereine verfügen über große Parkplätze in der Nähe ihrer Häfen, was ein erhebliches Potenzial für das gemeinsame Laden von Elektrofahrzeugen und -booten bietet. Diese Gegebenheiten schaffen günstige Voraussetzungen für die Implementierung einer umfassenden Ladeinfrastruktur.

#### 4.1.2 Einstellung zur E-Mobilität

Die allgemeine Einstellung zur Elektrifizierung und zur E-Mobilität unter den Hafengebietern und Vereinsmitgliedern ist positiv. Es besteht eine grundsätzliche Offenheit gegenüber der Elektrifizierung, was eine wichtige Grundlage für die Umsetzung entsprechender Maßnahmen ist. Allerdings beschäftigen sich die meisten Häfen derzeit nicht aktiv mit der Kraftstoffversorgung für den anlegenden Schiffsverkehr. Infolgedessen haben sich die Verantwortlichen bislang wenig mit E-Mobilität bzw. alternativen Kraftstoffen auseinandergesetzt. Dies deutet darauf hin, dass ein erheblicher Informations- und Beratungsbedarf besteht, um die Akzeptanz und das Wissen über alternative Antriebstechnologien zu erhöhen und die Bereitschaft zur Umstellung auf nachhaltigere Lösungen zu fördern.

Insgesamt zeigen die Umfrageergebnisse, dass die Voraussetzungen für die Entwicklung einer adäquaten Ladeinfrastruktur für elektrische Boote vorhanden sind, jedoch noch Informationsdefizite für den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien notwendig sind.

#### **Exkurs: Interview zum Sportboothafen Borkum**

Da die Anzahl der Rückläufer des versendeten Fragebogens nur bedingt Aufschluss über Allgemeingültigkeiten bezüglich des Nutzerverhaltens und konkreten Bedarfen an Ladeinfrastruktur zuließen, wurde zusätzlich ein Experteninterview mit den Hafenmeistern des Sportboothafens Borkum initiiert. Dieses Kapitel fasst die Erkenntnisse aus diesen Gesprächen kurz zusammen.

Im Sportboothafen Borkum sind zurzeit ca. 50 Festlieger zu verorten. In der Hochsaison

kommen zusätzlich an Spitzentagen ca. 40-60 Gastlieger hinzu, die eine Aufenthaltsdauer von ca. 1-3 Tagen haben. Grundsätzlich ist der Sportboothafen für Gastlieger als ein Durchgangshafen auf Fahrten entlang der Nordseeküste anzusehen. Die üblichen Ziele ab Borkum sind die weiteren ostfriesischen Inseln, die niederländische Küste, sowie Häfen am Festland. Laut Aussage der Hafenmeister ist eine Elektrifizierung des Sportbootsektors vorstellbar, allerdings müsste hierfür sowohl ein flächendeckendes Netzwerk an Lademöglichkeiten geschaffen sowie eine ausreichende Sicherheit der Technologie sichergestellt werden. Borkum wird außerdem als Ausgangspunkt für Tagesfahrten und Angelausflüge genutzt, die mit dem Endziel Borkum durchgeführt werden. Gerade dieser Bereich der Sportbootschifffahrt sei sehr gut geeignet, um erste „Erfolgsmeldungen“ auf diesem Gebiet zu verorten. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Hafenmeister aus Borkum das Thema der elektrifizierten Sportbootschifffahrt sehr interessiert betrachten und auch einige Anwendungsfelder sehen. Betont wurde allerdings auch, dass es weiterhin noch sowohl technische als auch sicherheitsrelevante Bedenken auf Seiten der Sportfahrer:innen gibt, die es auszuräumen gilt. Mit einem relevanten Hochlauf der Elektromobilität auf dem Wasser sei somit frühestens in einigen Jahren zu rechnen.

## 5 KONZEPTION VON MARITIMER LADEINFRASTRUKTUR

Die Ladeinfrastruktur für Sportboote weist viele Parallelen zur Ladeinfrastruktur für PKW auf. Beide erfordern robuste und zuverlässige Stromanschlüsse sowie effiziente Ladesysteme, um eine schnelle und sichere Energieversorgung zu gewährleisten. Wie bei Elektroautos spielen auch bei elektrifizierten Booten standardisierte Anschlüsse und intelligente Lastmanagementsysteme eine wichtige Rolle, um die Netzauslastung zu optimieren. Zudem können Synergien genutzt werden, indem gemeinsame Ladepunkte für Autos und Boote geschaffen werden, die die gleichen Technologien und Systeme verwenden, was den Ausbau der Infrastruktur insgesamt effizienter und kostengünstiger macht.

### 5.1 ANFORDERUNGEN AN DIE LADEINFRASTRUKTUR IN HÄFEN

Ladeinfrastruktur in Häfen muss spezifischen Anforderungen gerecht werden, die über die typischen Bedürfnisse von Ladestationen an Land hinausgehen. Ein wesentlicher Faktor ist die salzhaltige und feuchte Umgebung, die eine erhöhte Korrosionsgefahr für elektrische Komponenten mit sich bringt. Daher müssen Ladesäulen und Anschlüsse besonders robust und witterungsbeständig konstruiert sein, um langfristig zuverlässig zu funktionieren.

Darüber hinaus müssen die Ladesäulen flexibel genug sein, um verschiedenen Bootstypen und deren unterschiedlichen Energiebedarfen gerecht zu werden. Die Ladeleistung muss so angepasst sein, dass sowohl kleinere Boote als auch größere Yachten effizient geladen werden können. Gleichzeitig sollten smarte Ladelösungen integriert werden, die eine optimale Netzauslastung ermöglichen und eine Überlastung des Hafens verhindern. Schließlich sind benutzerfreundliche Systeme wichtig, die eine einfache Bedienung und transparente Abrechnung ermöglichen, um die breite Akzeptanz der Elektromobilität im Wassersport zu fördern.

#### 5.1.1 Ladebedarf und Ladetechnik

Für einen bedarfsgerechten Ausbau von Lademöglichkeiten für Sportboote im Freizeitbereich ist der zu erwartende Ladebedarf zu bestimmen. Dieser lässt sich auf Grund der wenigen Rückläufer der Umfrage nur bedingt ableiten. Dennoch ist eine grobe Einordnung in Ladeszenarien und Ladetechnik möglich.

Aufbauend auf Tabelle 2 werden anhand von Batteriegrößen, Standzeiten und dem Verhältnis von Gast- zu Dauerliegern mögliche Ladetechniken abgeschätzt. Die in Tabelle 3 gelisteten zukünftigen Batteriegrößen variieren zwischen rund 5 kWh und 550 kWh. Für das Laden gibt es grundsätzlich drei Ansätze:

Schuko-Laden (AC): Hierbei werden herkömmliche Steckdosen verwendet, die sich bereits auf den Steganlagen befinden. Die Ladetechnik beruht auf handelsüblichen 12V- Batterieladegeräten. Die Leistungsklasse liegt i.d.R. zwischen 500 W und 1.500 W. Eine extra Absicherung bzw. Verstärkung der elektrischen Unterverteilung ist damit nicht zwangsläufig notwendig. Davon unberührt bleiben Betreiber- und Abrechnungsverantwortlichkeit, die analog zu den anderen beiden Ladetechniken für einen rechtlich tragbaren Betrieb notwendig sind.

Typ-2 Laden (AC): Bei dieser Ladetechnik handelt es sich um im PKW-Bereich erprobte Lösungen, die i.d.R. Ladeleistungen zwischen 7,4 und 22 kW aufweisen. Die Installation erfordert eine Begutachtung der vorhandenen elektrischen Unterverteilung sowie eine genaue Planung, wie die Ladetechnik installiert wird.

CCS Laden (DC): Das DC-Laden ist ähnlich erprobte wie das AC-Laden. Ladeleistungen zwischen 40 und 400 kW sind momentan gängige Technik. Analog zum AC-Laden muss die Installation gut geplant werden. Verstärkung von Netzanschlusskapazitäten und baurechtliche Einschätzungen sind überwiegend notwendig. Das hohe Gewicht der DC-Lader hat zur Folge, dass der Hauptbestandteil der Ladetechnik nicht wie das Schuko- und AC-Laden an den Stegen erfolgen kann, sondern auf geeigneten Fundamenten an Land. Das hat den Vorteil, dass DC-Laden als Ladepunkt-Sharing zwischen PKW und Booten geeignet ist.

Die prognostizierten Batteriekapazitäten für den Sportbootbereich aus Tabelle 2 können anhand der Zielgröße - Standzeiten:  $\leq 10$  Stunden - in drei Kategorien unterteilt. Tabelle 3 spiegelt die gewählte Kategorisierung und eine Empfehlung über die zu wählende Ladetechnik wider.

	Batteriegröße I	Batteriegröße II	Batteriegröße III
<b>Batteriekapazität</b>	5- 17 kWh	17,1- 220 kWh	221,1- 550 kWh
<b>Marktanteil</b>	22,65%	62,30%	15,05%
<b>Ladetechnik</b>	Schuko (AC)	Typ-2 (AC)	CCS (DC)

*Tabelle 3 - Batteriekapazitäten und Ladetechnik*

Der Ladebedarf der jeweiligen Häfen kann wegen der geringen Zahl an Rückläufer aus der Umfrage nicht abschließend gegeben werden. Die Zielgröße - Standzeiten  $\leq 10$  Stunden - um eine Batterie von 0% auf 100% zu laden, erscheint vor allem im Sportbootbereich als gängig. Diese Zielgröße ist vor allem für Gastliegeplätze relevant, um am Folgetag die Reise fortsetzen zu können. Die Kategorisierung aus Tabelle 3 ist daher für Gastliegeplätze geeignet. Mit Hilfe der Tabelle kann eine bedarfsgerechte Auswahl der Ladetechnik getroffen werden. Auch für Dauerliegeplätze kann die Tabelle als Grundlage genutzt werden. Es ist allerdings hinzuzufügen, dass Dauerlieger i.d.R. deutlich längere Standzeiten haben und somit das DC-Laden in dem meisten Anwendungsfällen nicht ökonomisch ist.

Für die Berufsschifffahrt werden Schuko- und AC-Laden keine Rolle spielen. Die großen Batteriekapazitäten und geringe zu erwartende Standzeiten haben zur Folge, dass lediglich das DC-Laden infrage kommt. Um eine hohe Auslastung der kapitalintensiven Technik zu erlangen, sollte vor allem bei der Elektrifizierung der Berufsschifffahrt auf eine Koexistenz zwischen maritimem und PKW laden geachtet werden.

### 5.1.2 Lastmanagement

Das Lastmanagement, auch als Demand Side Management (DSM) bezeichnet, stellt einen wesentlichen Bestandteil der modernen Energieversorgung dar. Es leistet somit einen Beitrag zur Stabilität des Stromnetzes sowie zur Senkung der Energiekosten, indem es den Stromverbrauch intelligent steuert.

Im Rahmen des statischen DSM wird eine feste maximale Ladeleistung definiert, welche auf unterschiedliche Verbraucher aufgeteilt wird. Diese Methode ist einfach umzusetzen, da die Energieverteilung im Voraus geplant wird. Die zugewiesene Menge an Energie ist für jeden Verbraucher unabhängig von der aktuellen Nachfrage oder den Energiepreisen definiert. Dies erlaubt Unternehmen und Haushalten eine optimierte Vorhersagbarkeit ihrer Energieverwendung, da diese im Vorfeld definiert werden kann.

Diese Methode ist wenig flexibel, da sie nicht auf kurzfristige Änderungen in der Energienachfrage oder im Energieangebot reagieren kann.

Demgegenüber ermöglicht das dynamische DSM eine höhere Flexibilität, indem es den Energieverbrauch in Echtzeit anpasst. Diese Methode erlaubt eine effizientere Nutzung der Energie, insbesondere in Zeiten geringer Nachfrage, wie beispielsweise nachts.

Eine kontinuierliche Überwachung und Anpassung des Energieverbrauchs erfolgte unter Berücksichtigung des aktuellen Bedarfs sowie der Verfügbarkeit. Die Möglichkeit einer Echtzeit-Anpassung erlaubt eine effizientere Nutzung der Energie, was zu Kosteneinsparungen und einer optimierten Integration erneuerbarer Energiequellen führt. Diese Methode zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität aus, da sie in der Lage ist, schnell auf Änderungen in der Energienachfrage oder im Energieangebot zu reagieren.

Die Bedeutung von DSM für die Stabilität und Effizienz von Stromnetzen kann als entscheidend bezeichnet werden. Durch die Glättung von Lastspitzen wird eine Überlastung des Stromnetzes verhindert, wodurch die Zuverlässigkeit der Stromversorgung maßgeblich verbessert wird. Dies ist insbesondere in Bereichen wie Häfen von essenzieller Bedeutung, da dort eine stabile Stromversorgung unabdingbar ist. Des Weiteren ermöglicht die Reduzierung von Lastspitzen eine signifikante Senkung der Netzentgelte.

Ein weiterer Vorteil des intelligenten Lastmanagements ist die Optimierung der Integration und Nutzung erneuerbarer Energien. Da die Erzeugung erneuerbarer Energien oft schwankt, unterstützt DSM durch eine Synchronisation mit dem Verbrauch den Ausgleich dieser Schwankungen. Dies führt zu einer effizienteren Nutzung der verfügbaren erneuerbaren Energiequellen und fördert die Nachhaltigkeit.

### 5.1.3 Abrechnung, Authentifizierung und Bezahlung

Die naheliegendste und am häufigsten verwendete Methode der Stromabrechnung an öffentlich zugänglichen Ladestationen, ist die Abrechnung auf Basis der abgegebenen Strommenge, auch als Kilowattstunden-Abrechnung bezeichnet. Dabei bezahlen Nutzende ausschließlich für die Strommenge, die über die Ladestation geflossen ist. Die seit April 2019 geltende Vorschrift, dass neue Ladepunkte für Elektrofahrzeuge eichrechtskonform sein müssen, sorgt dafür, dass Nutzende sich auf eine korrekte Berechnung der Kilowattstunden verlassen können. Fast alle Hersteller bieten inzwischen eichrechtskonforme Ladestationen an. Durch die präzise Erfassung und transparente Abrechnung der Ladevorgänge wird das Vertrauen der Nutzer in die Ladeinfrastruktur gestärkt.

Für den Start des Ladevorgangs gibt es heute zwei gängige Methoden zur Authentifizierung und Identifizierung am Ladepunkt: Zum einen das Ad-hoc-Laden, bei dem Nutzer ohne vorherige Registrierung laden können, und zum anderen das vertragsbasierte Laden. Beim

vertragsbasierten Laden haben Nutzerinnen und Nutzer eine Vertragsbeziehung mit einem Fahrstromanbieter und verwenden in der Regel eine App, eine Karte oder einen Chip zur automatischen und berührungslosen Identifizierung, um den Ladevorgang zu starten. Das Ad-hoc-Laden geschieht häufig durch das Scannen eines QR-Codes oder durch Eingabe einer URL im Webbrowser, worüber die Bezahlung erfolgt. Es wird seit 2024 in der EU-Verordnung AFIR vorgeschrieben das Ad-hoc-Laden über ein Kreditkartenterminal zu ermöglichen. Dies gilt jedoch nur für Ladesäulen ab 50 kW Ladeleistung. Dies ist aus Kundenperspektive oftmals die schnellere kundenfreundlichere Möglichkeit.

## 5.2 DAS LADENETZ ENTLANG DER NIEDERSÄCHSISCHEN KÜSTE

Hauptbestandteil von E-MobiSS ist die Konzeptionierung eines flächendeckenden Ladenetzes, welches die Häfen der niedersächsischen Küste abdeckt und eine durchgehende Sportbootfahrt von Leer bis nach Brunsbüttel ermöglicht. Ziel ist es, eine Mindestanzahl an möglichen zukünftigen Ladehubs entlang der Küste zu identifizieren und mit Lademöglichkeiten auszustatten und somit einen Startimpuls zu geben, welcher das bekannte „Henne-Ei-Problem“ durchbricht, das bezeichnend für die Umsetzung der Elektromobilität ist.

Für die Erstellung der Kartenmaterialien wurden zunächst geografische und hydrografische Daten gesammelt, um die Küstenlinie, Wasserwege und wichtigen Anlaufpunkte zu erfassen. Weiterhin wurden Faktoren wie Zugänglichkeit, Infrastruktur und bestehende Ladeinfrastruktur für PKW berücksichtigt. Für die Definition der potenziellen Ladehubs wurden folgende Annahmen betreffend der Fahrtstrecken zwischen den einzelnen Lademöglichkeiten getroffen:

- Die maximale Streckenlänge zwischen zwei nebeneinander liegenden Lademöglichkeiten darf nicht mehr als 30 km betragen, um eine sichere Fahrt von Ladepunkt zu Ladepunkt zu ermöglichen. Dies entspricht schon heute der Kapazität der Batterien von am Markt erhältlichen E-Sportbooten. Eine technische Verbesserung in den nächsten Jahren ist zudem zu erwarten.
- Bei der Identifizierung der Lademöglichkeiten im Hafen wurde darauf abgezielt ein „Ladesäulen-Sharing“ zwischen maritimer Anwendung und PKW, Wohnwagen-Stellplatz etc. zu ermöglichen (siehe nächstes Kapitel). Grund hierfür ist die Annahme, dass der Ladebedarf von Sportbooten sich noch in der Hochlaufphase befindet, während E-Mobilität auf der Straße schon gängige Praxis ist. Eine geteilte Ladeinfrastruktur sorgt somit für eine Auslastung der Ladesäulen und kann so eine (schnellere?) Amortisation der Investitionskosten sicherstellen. Da die ostfriesischen Inseln abgesehen von Borkum und Norderney autofrei sind, sind die Ladehubs somit auch eher an der Küste identifiziert worden.
- Die Ladeinfrastruktur wurde so positioniert, dass eine durchgangsfreie Fahrt von Leer über u. a. Insel Borkum bis zur Einfahrt des Nord-Ostsee-Kanals in Brunsbüttel sichergestellt wird.

Ein begrenzter konventioneller PKW-Verkehr, der E-Ladesäulen ggf. nutzen könnte, existiert auf den Inseln nur auf Borkum und Norderney. Die Betrachtung der Küste für potenzielle Standorte für E-Ladesäulen beschränkt sich wegen der häufigeren und verschiedenartigen Nutzungsmöglichkeiten zunächst auf die Marinas, Sportboot- und Seehäfen am Festland.

Folgende Abbildung 4 zeigt eine mögliche Positionierung der Ladeinfrastruktur entlang der niedersächsischen Küste, welche eine durchgangsfreie Fahrt mit Lademöglichkeit im Abstand von maximal 30km entlang der Nordseeküste ermöglicht. Sie dient als Blaupause für ein zukünftiges Ladenetz für die elektrifizierte Sportschiffahrt. Mögliche Routen seeseits der Inseln wurden nicht betrachtet.

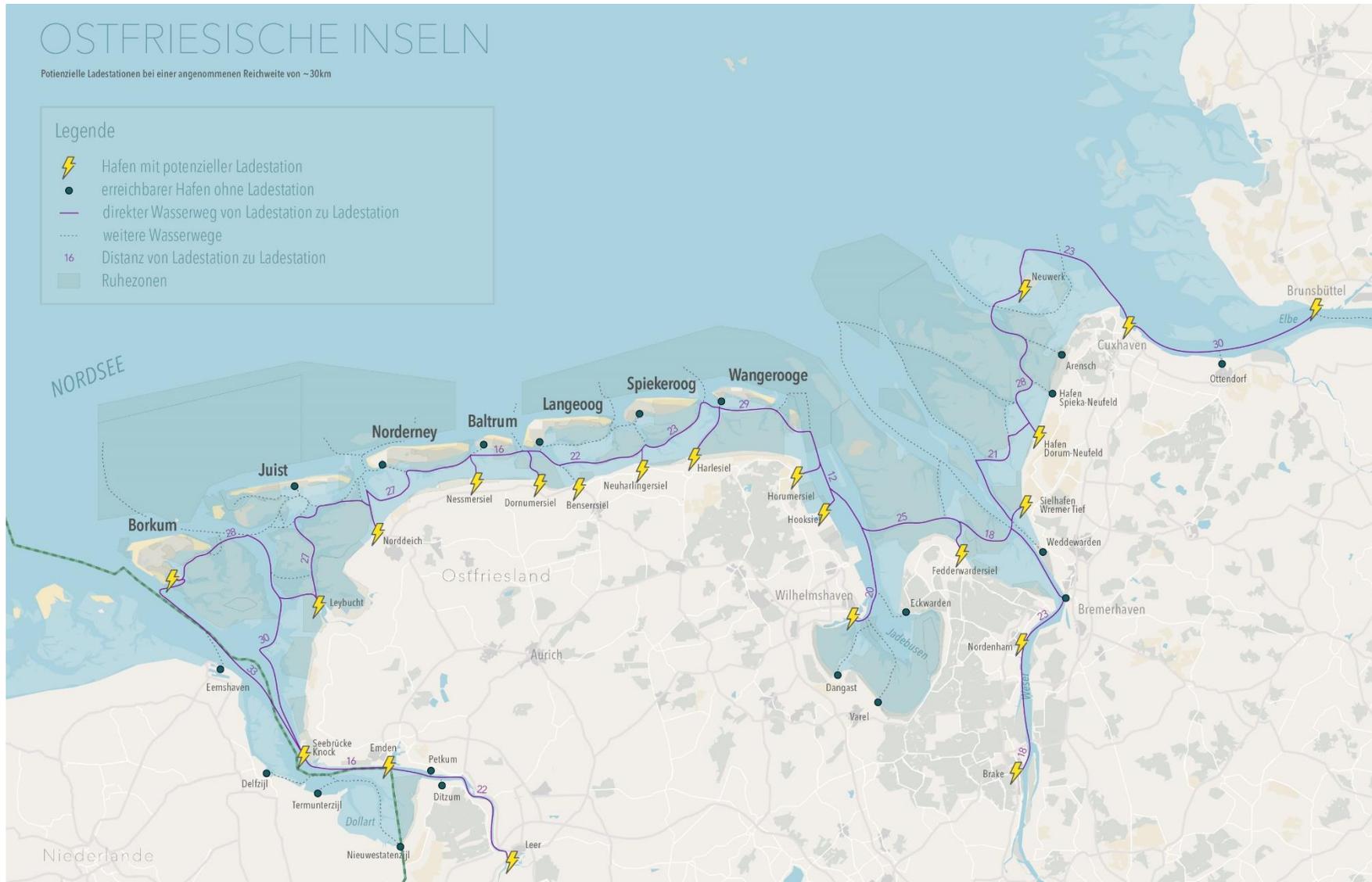


Abbildung 4 - "Ladeinfrastrukturnetz" entlang der niedersächsischen Nordseeküste

### 5.3 KATEGORISIERUNG UND ABLEITENDE MAßNAHMENVORSCHLÄGE

Nach der Darstellung über ein flächendeckendes Ladeinfrastrukturnetz entlang der niedersächsischen Nordseeküsten liegt der Fokus in diesem Abschnitt darauf Hafenebetreibern – privat oder öffentlich – eine systematische Herleitung über den Umfang des individuellen bevorstehenden Ausbaus von Ladeinfrastruktur offen zu legen.

Für die Herleitung wurden drei Kategorien entwickelt, die in der Tabelle 4 dargestellt sind und das übergeordnete Ziel verfolgen eine maximale Distanz von 30 km zwischen zwei Lademöglichkeiten zu haben.

	Kategorie A	Kategorie B	Kategorie C
<b>Eigenschaft</b>	großer Standort mit Berufsschiffahrt, sehr gute Infrastrukturanbindung	mittelgroßer Standort, gute bis ausreichende Infrastrukturanbindung	kleiner Standort, eher weniger gute Infrastrukturanbindung
<b>Liegeplatznutzung</b>	Dauer- und Gastliegeplätze	mehr Dauerlieger und weniger Gastlieger	Dauerlieger und (fast) keine Gastlieger
<b>Wassertiefe &gt; 1,5 m</b>	ja/nein	ja/nein	ja/nein
<b>Tide-Abhängigkeit</b>	ja/nein	ja/nein	ja/nein
<b>weitere Faktoren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gibt es bestehende und/ oder potentielle Ankerkunden z.B. im Bereich Berufs- oder Behördenschiffahrt, Hafenlogistik, Parkplätze (ggf. für Supermärkte, Wohnmobile etc.)?</li> <li>Sind absehbar Arbeiten an der E-Infrastruktur im Bereich der Zuleitung der Liegeplätze geplant?</li> <li>Gibt es in unterschiedlichen Richtungen E-Ladesäulen in &lt; 30km Fahrtabstand?</li> </ul>		
<b>Beispielhäfen</b>	Cuxhaven (SVC)	Borkum (Burkana)	Neuharlingersiel

Tabelle 4 - Kategorisierung von Häfen zur Elektrifizierung der niedersächsischen Nordseeküste

Die Herleitung des Bedarfs an Ladeinfrastruktur sollte folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- **Eigenschaft:** Mit diesem Punkt sollen die Größe eines Hafens, potentielle Ankerkunden wie die allgemeine Anbindung berücksichtigt werden.
- **Liegeplatznutzung:** Die Liegeplatznutzung hat eine erhebliche Auswirkung auf die Anzahl und Art der Ladetechnik, wie in Abschnitt 5.1.1 beschrieben. Viele Gastlieger erfordern in Zukunft mehr DC-Ladetechnik. Im Gegenzug muss mit vielen Dauerliegern ggf. nur eine ausreichende Schuko-(AC)-Lademöglichkeit geschaffen werden.
- **Tide-Abhängigkeit:** Die Tide-Abhängigkeit hat einen Einfluss auf die Frequentierung eines Hafens und somit auch auf den Ladebedarf. Eine negative Tide-Abhängigkeit bedeutet höheren Ladebedarf bzw. Tide-Abhängigkeit bedeutet geringeren Ladebedarf.
- **weitere Faktoren** wie die gemeinsame Ladeinfrastrukturnutzung mit PKW und die Analyse möglicher Ankerkunden bzw. ob in Zukunft Elektroarbeiten bevorstehen sollte in die Bedarfsermittlung einbezogen werden.

Die Auslegung welche Art der Ladetechnik bzw. Anzahl an Ladepunkten pro Standort zu empfehlen ist, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht pauschal bestimmt werden. Vielmehr obliegt es der individuellen lokalen Betrachtung einen Standort bedarfsgerecht auszulegen. Hauptentscheidungsträger sollte aber die Größe des Hafens und die Art der Liegeplatznutzung sein. Auch das Einbeziehen etwaiger stationärer Batteriespeicher und Bi-direktionales Laden kann u.U. in Betracht gezogen werden, um Netzausbaukosten bzw. Netzentgelte für den laufenden Betrieb zu minimieren.

Eine genaue Auslegung bzw. Abschätzung über die Auswahl von Ladetechnik und Anzahl an Ladepunkte eines jeden Standortes sollte anhand individueller Planung erfolgen und immer in Einklang mit ohnehin geplanten Umbau und Erweiterungsmaßnahmen des Hafens erfolgen. Als Anschlusshäfen auf der niederländischen Seite eignen sich Schiermonnikoog, Eemshaven sowie auf der Schleswig-Holsteinischen Seite Brunsbüttel als Zugang zum Nord-Ostsee-Kanal und weiter in die Ostsee. Außerdem sollte immer geprüft werden, ob bereits bestehenden Ladeinfrastruktur von bundes- und landeseigenen Häfen genutzt werden kann.

#### 5.4 KONZEPTIONIERUNG VON DREI MUSTERSTANDORTEN

Im Zuge des Projektes wurden drei potenzielle Standorte für maritime Ladeinfrastruktur technisch konzeptioniert. Ziel ist es, interessierten Marina-Betreiber:innen eine Blaupause für eine mögliche Elektrifizierung der Sportboothäfen zu liefern und eine Signalwirkung für die Industrie zu setzen. Es ist jedoch anzumerken, dass die konkrete technische Machbarkeit von Elektrifizierungsmaßnahmen je Standort und je Sportboothafen im tatsächlichen Umsetzungsfall individuell zu betrachten ist. Die Standorte Neuharlingersiel und Borkum wurden dahingehend ausgewählt, dass sowohl ein kleiner als auch ein größerer Inselhafen betrachtet werden.

Wie im vorherigen Kapitel bereits erwähnt, wurde bei der Konzeption des Standorts Borkum auf eine „geteilte Ladeinfrastruktur“ gesetzt. Hierbei wird mit sogenannten „Satelliten“ gearbeitet, die bis zu 80 Metern von der zugehörigen Leistungseinheit entfernt stehen und die somit sowohl einen straßengebundenen als auch einen maritimen Ladebedarf decken können. Der Vorteil einer solchen geteilten Ladeinfrastruktur besteht darin, dass die Investitionskosten durch die Einnahmen aus der PKW-Ladeinfrastruktur eher gedeckt werden können. Da davon auszugehen ist, dass der Hochlauf der elektrifizierten Sportschiffahrt in einigen Jahren Fahrt aufnimmt, ermöglicht dieser Ansatz das Durchbrechen des bekannten „Henne-Ei-Problems“, welches für die Umsetzung bei jeglicher Art von Elektromobilität als Hindernis bekannt ist.

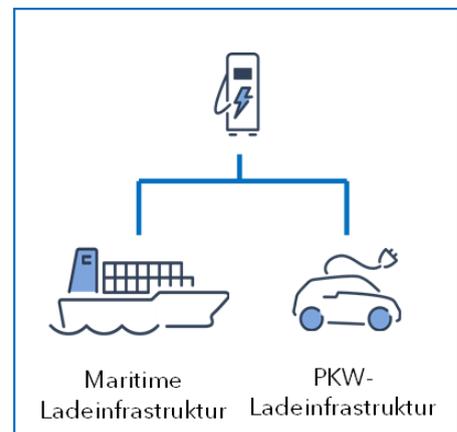


Abbildung 5 - vereinfachte Darstellung geteilte Ladeinfrastruktur

In diesem Abschnitt wird zunächst auf die technische Möglichkeit einer Installation eingegangen. Im Anschluss zur technischen Konzeptionierung und einer Kostenschätzung wird für den PKW-Bereich eine Schätzung über mögliche Nutzer gegeben.

## 5.4.1 Sportboothafen Borkum

### Technische Konzeptionierung

Als erster Musterstandort im Projekt wurde der Sportboothafen in Borkum konzeptioniert. Als Inselstandort hat Borkum hierbei entsprechende Anforderungen, die sich zum Teil deutlich von den Anforderungen am Festland unterscheiden. Hierbei ist hauptsächlich der limitierte Netzanschluss entscheidend. Die untenstehenden Abbildungen zeigen die Insel Borkum im niedersächsischen Wattenmeer sowie die angedachte Positionierung der Ladeinfrastruktur im Sportboothafen Borkum.



Abbildung 6 - Lage der Insel Borkum im niedersächsischen Wattenmeer und Lage der geplanten Ladeinfrastruktur im Sportboothafen Borkum (Quelle: Google Maps)

Die genaue technische Projektskizze für den Standort Borkum wurde als Projektergebnis dem Auftraggeber mitgeliefert. Ein technischer Ausschnitt der Planungsleistung ist weiter unten als Abbildung aufgeführt. Die Konzeption umfasst hierbei den Aufbau von zwei Ladepunkten für PKW sowie ein Ladepunkt für maritime Anwendungen. Technische Besonderheiten bei der Ausführung dieses Standortes sind u.a. die Verbindung zwischen der Insel und dem Schwimmponton. Aufgrund der starken mechanischen Belastung, die durch den konstanten Tidehub und das Auf- und Abschwimmen der Steganlage entsteht, muss die Kabelführung an dieser Stelle den besonderen Anforderungen gewachsen sein und hochflexibel ausgeführt werden. Eine weitere technische Anforderung ergibt sich aus der geringen Netzkapazität sowie dem weiter entfernt liegendem Netzanschlusspunkt. Beides sind Punkte, die für jede Elektrifizierungsmaßnahme entscheidend und individuell zu bewerten sind.

Als weiterer Projektbaustein wurde für die technische Konzeption eine Kostenschätzung erstellt. Eine Abschätzung der Investitionskosten mit den oben aufgeführten Spezifikationen ergab ungefähre eine Summe von ca. 250.000 €, welche sich aus Hardwarekosten, Installationskosten sowie Gewerkkosten ergeben. Mit der ausgewählten Ladetechnik und der Verstärkung des Netzanschlusses bewegen sich die Kosten im üblichen Rahmen, die aus dem PKW-Bereich bekannt sind. Weiterhin sind hierbei keine Fördermittel berücksichtigt und die Netzanschlusskosten sind bei dieser Schätzung eher hoch angesetzt worden.

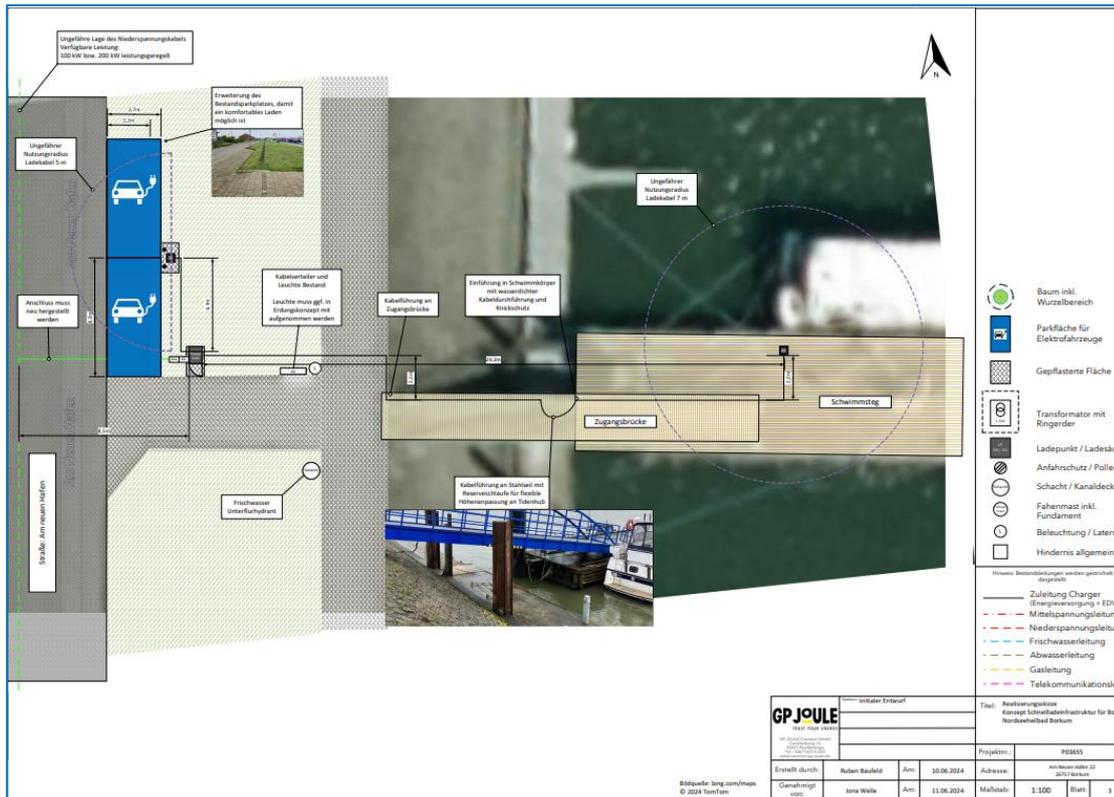


Abbildung 7 - Konzeptionierung Marina Borkum

## PKW-Ladebedarfsabschätzung

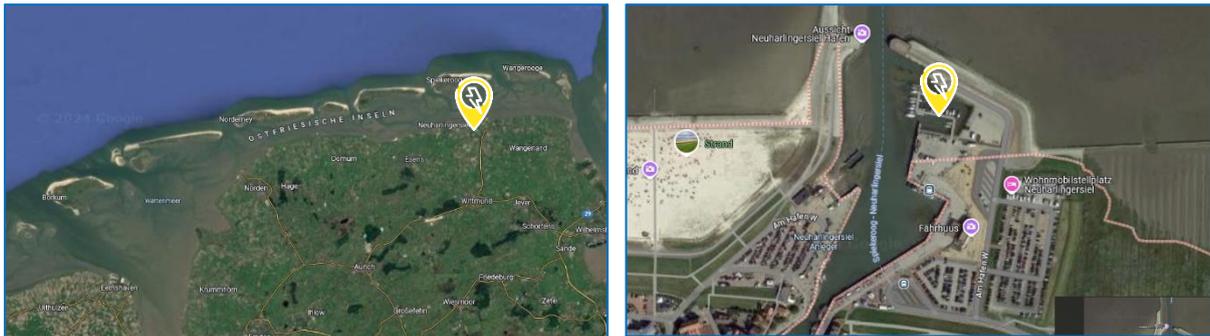
Die tägliche Verkehrsfrequenz im Hafen auf Borkum beträgt 827 Fahrzeuge. In einem Umkreis von 900 m sind derzeit keine HPC-Ladepunkte verfügbar, sondern lediglich vier 2,5-kW-Ladepunkte. Die genannte Ladeleistung ist i.d.R. für den häuslichen Bedarf ausgelegt und unterstreicht den Aufbau weiterer Lademöglichkeiten. In einer Entfernung von sechs km sind weitere Ladepunkte mit einer Leistung von 11 kW, 22 kW und 50 kW verfügbar. Die Ladepunkte mit geringerer Leistung stellen keine große Konkurrenz dar, da sie in der Regel nur für ein langsames Laden geeignet sind. Obschon die Insel eine begrenzte Größe aufweist, könnte die aktuelle Anzahl an Ladepunkten möglicherweise nicht ausreichen, um den Bedarf der Einwohner:innen und Besucher:innen zu decken, insbesondere bei einer weiteren Zunahme der Nachfrage nach Elektrofahrzeugen. Ein weiterer Vorteil des Standortes ist dessen direkte Lage am Hafen, der als relevanter Point of Interest (POI) eine Vielzahl an Menschen anzieht.

Die kalkulierten Werte für den Ladeenergiebedarf und die Anzahl der Ladepunkte entsprechen dem maximalen Potenzial. Diese Werte basieren auf einem konservativen Hochlauf der Elektromobilität und sind auf die Ziele der Bundesregierung für das Jahr 2030 abgestimmt. Es wird empfohlen, sich zunächst auf die Ergebnisse für das Jahr 2030 zu konzentrieren und darauf basierend Projekte umzusetzen. Im Anhang befindet sich Tabelle 5, die die Ladeenergie bis 2044, aufgeteilt in Jahre, zeigt.

## 5.4.2 Neuharlingersiel

### Technische Konzeptionierung

Die Marina in Neuharlingersiel wird überwiegend von Dauerlieger benutzt. Daher sieht die technische Konzeptionierung lediglich die Ausstattung bzw. Vorrüstung von AC Typ2 Lademöglichkeiten vor. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die geografische Einordnung der Marina entlang der Küstenlinie sowie die Positionierung der Ladepunkte innerhalb des Hafens.



*Abbildung 8 - Lage von Neuharlingersiel im niedersächsischen Wattenmeer und Lage der geplanten Ladeinfrastruktur im Sportboothafen (Quelle: Google Maps)*

Die Ladepunkte werden direkt auf dem Schwimmsteg installiert und werden so nicht durch etwaige Hochwasser gefährdet. Die elektrische Versorgung erfolgt über das Fährhaus. Hier sind nach erster Sichtung rund 50 kW freie Kapazität. Die Wegstrecke zwischen Fährhaus und einer neu zu installierenden hochwassergeschützten Unterverteilung vor den Schwimmstegen erweist sich als überdurchschnittlich lang, stellt aber die einzige Möglichkeit dar, um die Steganlage zu erschließen. Über ein hochflexibles Kabel wird die erste Ladeinfrastruktur und mögliche Nachrüstungen von dem hochwassergeschützten Kabelverteiler mit Energie versorgt. Im ersten Schritt wird das System mit zwei Ladepunkten versehen, die sich auf zehn erweitern lassen.

Die Installationskosten inkl. Ladehardware belaufen sich auf rund 95.000 €. Die hohen Kosten für zwei Ladepunkte sind auf die lange Wegstrecke zum Fährhaus zurückzuführen. Die Installation von weiteren Ladepunkten ist nicht linear anzunehmen, da lediglich vom hochwassergeschütztem Kabelverteiler Leitungen nachgezogen werden müssen bzw. wie nach Ladesäulenhersteller ggf. auch ein Durchschleifen möglich ist.

### PKW-Ladebedarfsabschätzung

Der Standort an der stark befahrenen Landesstraße L 6, die täglich von 4.262 Fahrzeugen befahren wird, weist ein hohes Potenzial für die Nutzung von Ladepunkten auf. Im direkten Umfeld sind derzeit keine Ladepunkte vorhanden, was eine Marktlücke darstellt und die Attraktivität des Standortes für den Aufbau neuer Ladeinfrastruktur erhöht. Die direkte Lage am Hafen, einem relevanten POI, erhöht die Attraktivität des Standortes zusätzlich. Die berechneten Werte für den Ladeenergiebedarf und die Anzahl der Ladepunkte entsprechen dem maximalen Potenzial. Diese Werte basieren auf einem konservativen Hochlauf der Elektromobilität und orientieren sich an den Zielen der Bundesregierung für das Jahr 2030. Es wird empfohlen, sich zunächst an den Ergebnissen für das Jahr 2030 zu

orientieren und darauf aufbauend Projekte umzusetzen. Für das Jahr 2024 wird ein Gesamtenergiebedarf, der sich aus dem Energiebedarf der Bevölkerung, der Points of Interest und des Verkehrs zusammensetzt, von 116.566 kWh/a prognostiziert. In den Folgejahren ist mit einem kontinuierlichen Anstieg dieses Wertes zu rechnen. Aufgrund des steigenden Energiebedarfs und der bisher nicht vorhandenen Ladepunkte erscheint der Standort prädestiniert für den Ausbau der Ladeinfrastruktur. Tabelle 6 (siehe Anhang) zeigt die zu erwartende jährliche Lademenge bis ins Jahr 2044.

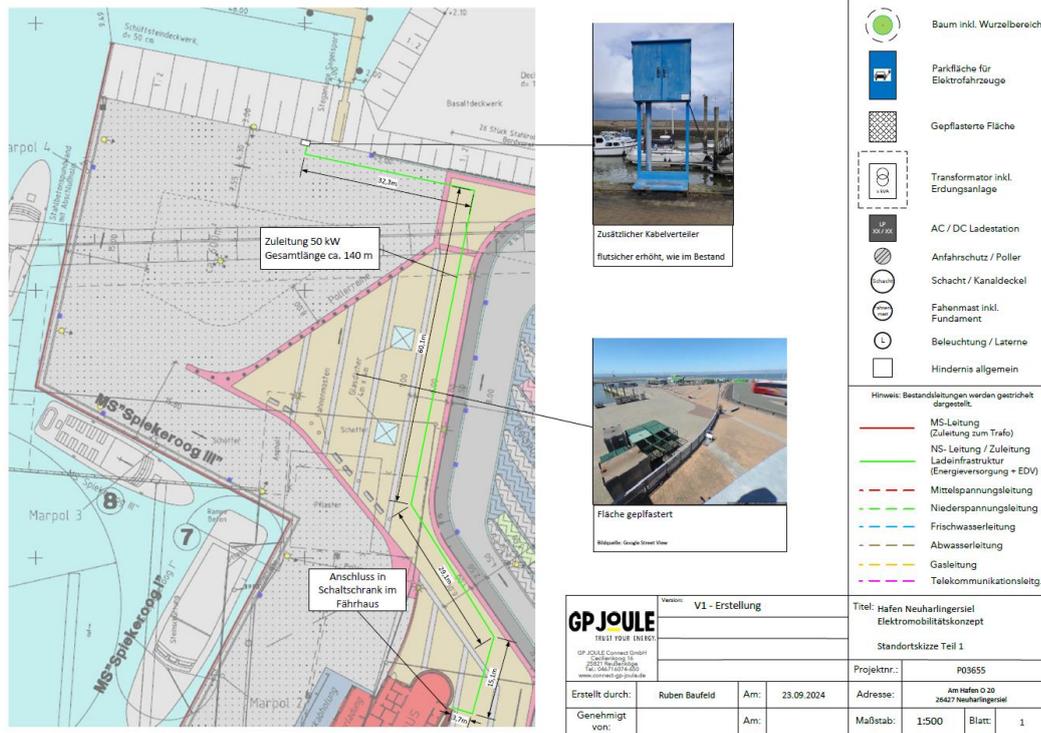


Abbildung 9 - Konzeptionierung Marina Neuharlingersiel

Dieser Standort eignet sich aufgrund der technischen Konzeptionierung allerdings nicht für ein Ladepunkt-Sharing, da für den maritimen Bereich lediglich AC-Typ2 Ladestationen vorgesehen sind und diese direkt am Steg installiert werden sollen.

### 5.4.3 Cuxhaven

Cuxhaven nimmt eine besondere Rolle im geplanten Netzwerk des maritimen Ladnetzwerkes ein. Cuxhaven liegt im Gebiet des Elbe-Deltas und wird sowohl von der Schifffahrt von der Nord- zur Ostsee als auch für alle Fahrten elbauf- oder abwärts tangiert.

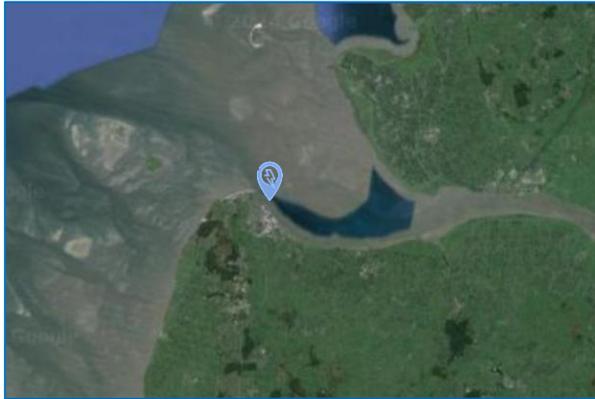


Abbildung 10 - Cuxhaven im Elbedelta (Google Maps)

In Cuxhaven befinden sich zwei Marinas, die zum Aufbau von maritimer Ladeinfrastruktur in Frage kommen, die ganzjährig geöffnete City Marina und die Anlagen des Segelvereins Cuxhaven (SVC). Für die Betrachtung in diesem Bericht wird näher auf die Anlagen des SVC eingegangen. Grund hierfür waren die idealen Voraussetzungen, welche unter anderem durch vorhandene Ankerkunden in Form des Wohnmobilstellplatzes gegeben sind. Eine genaue Betrachtung, wie in den vorgelagerten Standorten wurde für Cuxhaven nicht erarbeitet, da das methodische Vorgehen bereits in Borkum mit einem Schnellader als Ladepunkt-Sharing beschrieben wurde. Dennoch werden die Vorteile des Standortes stichpunktartig dargestellt und Abbildung 11 gezeigt:

- Kurze Distanz der zu überbrückende Wege zwischen Netzanschlusspunkt und Ladeinfrastruktur.
- Mit dem benachbarten Wohnmobilstellplatz sind potenzielle Ankerkunden in der unmittelbaren Umgebung, die in Zukunft zu einer guten Auslastung der Ladeinfrastruktur führen können.
- Hochwassergeschützte Trafoanlage und schwimmende Steganlagen, die auch bei Sturmfluten sicher genutzt werden können.
- Im Stadtgebiet Cuxhaven ist das Angebot an Ladeinfrastruktur überschaubar. Allerdings wird zurzeit an einem Konzept für die Landeinfrastruktur im Stadtgebiet für PKW gearbeitet. Somit würde die Umsetzung der Ziele des vorliegenden Projektes auch eine Signalwirkung für die gesamte Elektrifizierung der Mobilität in Cuxhaven haben.



Abbildung 11 - Konzept der geteilten Ladeinfrastruktur in Cuxhaven

### PKW-Ladebedarfsabschätzung

Die Marinas liegen in unmittelbarer Nähe zu wichtigen Verkehrsadern. Die nächste Bundesstraße, die B 73 (Konrad-Adenauer-Allee), ist 1,2 km entfernt. Die Autobahn A 27 (Schellfischlinie) ist ca. 4,3 km und die Landesstraße L 135 5,3 km entfernt. Das Verkehrsaufkommen von 417 Fahrzeugen pro Tag im Umkreis von 900 m um die Cassen-Eils-Straße beeinflusst die Verkehrsbelastung am Standort erheblich. Dies ist ein entscheidender Faktor für die Eignung des Standortes für den Aufbau einer Ladeinfrastruktur. Im Umkreis von 250 m befinden sich wichtige POI. Der Hafen, der die Attraktivität des Standortes für die Ladeinfrastruktur erhöht und das Restaurant, das den Nutzern zusätzlichen Komfort während des Ladevorgangs bieten. Im Umkreis von 900 m sind bereits zwei Ladepunkte mit einer Leistung von 150 kW vorhanden. Der Sättigungsgrad der Ladeinfrastruktur liegt derzeit bei 90%. In einer Entfernung ab 350 m - 1,6 km gibt es weitere Niederspannungs-Ladepunkte. Diese stellen jedoch keine ernsthafte Konkurrenz dar, da die Ladezeiten für die Fahrzeuge deutlich länger sind als bei Schnellladesäulen. Tabelle 7 (siehe Anhang) zeigt die zu erwartende jährliche Lademenge bis ins Jahr 2044.

Darüber hinaus könnte die hohe tägliche Verkehrsfrequenz von 827 Fahrzeugen in der Region ein weiteres Indiz für den Bedarf an weiteren Ladepunkten sein. Die vorhandenen Ladepunkte mit geringerer Leistung, wie z.B. die vier 22 kW-Ladepunkte, sind oft nicht ausreichend für die Bedürfnisse der Nutzer, die auf ein schnelleres Laden angewiesen sind. Der prognostizierte

## 6 CHECKLISTE FÜR MARINAS

Als Zusammenfassung der technischen Konzeptionierung sowie der Erfahrungen aus dem Projektverlauf ist eine Checkliste erarbeitet worden, die den Betreibern von potenziellen Standorten in Marinas und Sportboothäfen eine Entscheidungshilfe geben soll, inwieweit eine Elektrifizierung der eigenen Anlagen sinnvoll ist und welche Hürden gegebenenfalls zu bewältigen sind.



### Hochwasserschutz

Die naheliegendste Anforderung an eine maritime Ladeinfrastruktur ist der Schutz vor auftretenden Hochwassern, die gerade während der Wintersaison zu erheblichen Tidenständen beitragen können. Fragestellungen, die sich für den potenziellen Ladeinfrastruktur stellen sind unter anderem: Gibt es am Standort die Möglichkeit, die Elektroanlagen und Steganlagen wirksam gegen Hochwasser zu schützen? Welche baulichen Maßnahmen müssen hier zusätzlich getroffen werden? Dies kann beispielsweise durch das Versetzen von Trafoanlagen in die Höhe sichergestellt werden.



### Ankerkunden

In der ersten Phase des maritimen Ladebedarfshochlaufs sind Ankerkunden entscheidend, um die initialen Investitionskosten zu amortisieren. Darum ist zu prüfen, ob es am Standort vorhandene oder potenzielle Nutzergruppen als sogenannte Ankerkunden gibt, die für eine eher hohe Auslastung der Ladeinfrastruktur sorgen. Potenzielle Ankerkunden können, wie im Beispiel Cuxhaven, Camping- oder Wohnmobilstellplätze sein. Ein generell hohes Verkehrsaufkommen in der Nähe der PKW-Ladeinfrastruktur trägt ebenso zur Auslastung der Ladeinfrastruktur bei. Weitere Ankerkunden können aber auch Logistikfirmen oder maritime Nutzungsmöglichkeiten wie durch Hafenfähren, Wassertaxis, „Weiße Flotte“, öffentliche Dienstleistungen wie Wasserschutzpolizei, Zoll, Messboote oder Ähnliches sein.



### Technische Machbarkeit

Die technische Machbarkeit der Elektrifizierungsmaßnahmen sind für jeden Standort sehr individuell zu bewerten. Entscheidende Faktoren, die eventuell auch mit dem zuständigen Netzbetreiber geklärt werden müssen, sind beispielsweise die Entfernung und Komplexität zum Netzanschlusspunkt (erschwert beispielsweise durch bestehende

Hochwasserschutzanlagen), die verfügbaren Netzkapazitäten, die Beschaffenheit der zu bearbeiten Bodenbeläge. Es gilt zu beachten, dass diese Fragestellungen die notwendigen Investmentkosten stark beeinflussen können.



## Besitzverhältnisse am Standort der Ladesäule

Eine weitere wichtige Fragestellung sind die Besitz- oder Pachtverhältnisse der Baugrundstücke, auf dem die geplante Ladeinfrastruktur zu errichten ist. Sind die Besitzer mit den Baumaßnahmen einverstanden? Gegebenenfalls entstehen hierbei Pachtgebühren. Auch die juristische Körperschaft der zukünftigen Betreiber ist zu beachten, da beispielsweise nicht alle Vereine als wirtschaftlich tätige Unternehmen auftreten dürfen. Ein Betreibermodell mit Anbietern von Ladeinfrastruktur kann ggf. diese Probleme beheben.



## Erneuerbare Energien vor Ort

Gibt es Möglichkeiten vor Ort, den zu nutzenden Strom direkt mit erneuerbaren Energieanlagen zu produzieren? Dies können beispielsweise PV-Anlagen auf Bootsschuppen oder Lagerhallen sein. Die Produktion des Stroms direkt vor Ort kann positive Effekte auf die Wirtschaftlichkeit des gesamten Projektes haben und steigert zudem den positiven ökologischen Einfluss der Elektrifizierungsmaßnahme.



## Strategische Positionierung

Wie ist der Standort für die Elektrifizierungsmaßnahme im maritimen Ladenetz der Zukunft verortet? Gibt es in benachbarten Häfen eventuell ebenfalls Ladeinfrastruktur? Ein gesamtheitlich gedachter Ansatz und eine schrittweise Ausweitung des gesamten Netzwerkes kann helfen, mehr Sportbootfahrer:innen zum Umstieg zu bewegen und das bekannte „Henne-Ei-Problem“ zu durchbrechen.

## 7 ERMITTLUNG DER CO<sub>2</sub>-EINSPARPOTENZIALE

Das vorliegende Konzept zum Aufbau einer Ladeinfrastruktur für elektrische Boote soll einen Beitrag zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im maritimen Verkehr leisten. Um die Wirksamkeit des erarbeiteten Konzepts bewerten zu können, müssen die tatsächlichen Einsparungen durch die erarbeiteten Maßnahmen quantifiziert werden.

Der Fokus der Berechnungen liegt auf den Maßnahmen zur Elektrifizierung von Booten entlang der Nordseeküste zwischen der Ems und der Elbe. Hier können über die empfohlenen Umstellungsstrategien die zu erwartenden CO<sub>2</sub>-Einsparungen klar abgegrenzt werden. Dementsprechend können hier nur die Standorte berücksichtigt werden, für die im Rahmen des Projekts eine detaillierte Analyse der Bootsnutzung und Ladeinfrastruktur inklusive der Umstellungsstrategie erstellt wurden.

Bei der Berechnung wird die durchschnittliche jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparung betrachtet. Dafür wird das Tool, welches durch den Projektträger Jülich bereitgestellt wird, verwendet. Für Boote wird hier der Emissionsfaktor von leichten Nutzfahrzeugen in Höhe von 227,97 g CO<sub>2</sub>e/km verwendet.

Es folgt eine Analyse und Bewertung des ökologischen Fußabdrucks bzw. der CO<sub>2</sub>-Reduzierung bei Umstellung auf elektrisch betriebene Boote unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Nutzungsanalyse im Vergleich zu fossil betriebenen Booten, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Standorten. Multipliziert man die zugrunde liegende Annahme, dass bis zum Jahr 2033 12,6% (siehe Kapitel Marktentwicklung) der Sportboote elektrifiziert sind mit der durchschnittlichen Anzahl an Liegeplätzen (ca.130), die aus den Rückläufern der Umfrage ermittelt wurden und gleichgesetzt werden kann mit der Anzahl an Sportbooten, und in einem nächsten Schritt auf die 21 identifizierten strategischen Standorte überträgt ergibt sich eine gesamte Anzahl von 344 Sportbooten, die bis zum Jahr 2033 elektrifiziert sein werden. Da eine durchschnittliche Fahrtzeit sehr schwer zu ermitteln ist, wurde mit der Annahme von 1.500 km/Jahr gerechnet. Somit ergibt sich eine CO<sub>2</sub> Einsparung von 118 t/a.

## 8 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT UND NETZWERK

Die Projekte E-MobiSS und ProWattfahrt bauen auf dem Vorgängerprojekt WATTfossilfrei auf, mit dem der Mellumrat als Organisator erstmalig auf die fossilbetriebene Klein- und Freizeitschiffahrt im niedersächsischen Wattenmeerbereich und auf die Notwendigkeit einer Transformation zu fossilfreien Antrieben aufmerksam gemacht hat.

Zur Bewusstseins-schaffung wurde u. a. ein Flyer erstellt, der das Thema in den Mittelpunkt stellte. Auf relevanten externen sowie eigenen Veranstaltungen (u. a. anlässlich der trilateralen Ministerkonferenz zum Schutz des Wattenmeers im November 2022) wurde darauf hingewiesen, mit Stakeholdern diskutiert und die Information an einschlägigen Orten (z. B. in Nationalpark-Besucherzentren) ausgelegt. Interviews mit der örtlichen Presse und eine Website beim Mellumrat mit weiterführenden Informationen rundeten im Sinne einer „Awareness-Kampagne“ das Angebot ab. Erste Reaktionen bei Küsten- und Inselgemeinden, Motorboot- und Segler-Verbänden und -vereinen sowie aus dem Tourismussektor und weiteren einschlägigen Stakeholdern waren zu vermelden – ein Ansporn, die Thematik weiter zu verfolgen.

Beim Nachfolgeprojekt E-MobiSS wurde nach einem Auswahlverfahren die Firma GP JOULE CONNECT als in dem Bereich bekanntes, professionelles Unternehmen von der NBG beauftragt, konkrete Vorschläge zur Umsetzung von E-Mobilität auszuarbeiten. Dies beinhaltet u.a. die Vorlage eines Konzepts für eine durchgängige Kette von Standorten entlang der niedersächsischen Wattenmeerküste von Leer bis Cuxhaven.

Der Mellumrat hat GP JOULE im Rahmen des Begleitprojekts ProWattfahrt auch bei technisch gelagerten Aufgaben im Rahmen der hierfür benötigten Zuarbeit – etwa durch Ortskenntnis, bei der Vernetzung der Akteure in der Küstenregion und landesweit, der allgemeinen Öffentlichkeitsarbeit, der Organisation von Treffen interessierter Stakeholder und Veranstaltungen sowie bei der Erstellung von Pressemitteilungen und bei Interviews – partnerschaftlich unterstützt.

Dies betrifft besonders die Einbindung der Küstenlandkreise, der Stadt Wilhelmshaven und die Unterstützung durch den LandesSportBund Niedersachsen samt niedersächsischer Wassersportkreise (besonders LMN und SVN) sowie durch Umweltverbände (wie u. a. BUND, NABU, und NHB, aber auch WWF und Bürgerinitiativen), die von Anfang an das Projekt mittrugen – sei es auf Koordinationstreffen mit dem Austausch relevanter Informationen oder durch deren Mitwirkung im Rahmen von Beiträgen bei vom Mellumrat organisierten Veranstaltungen.

Substanziell wurde das Thema mehrfach auf den Sitzungen des Beirats für den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ behandelt, womit neben den Wattenmeer-Nationalparkverwaltungen (Niedersachsen und Hamburg) und Naturschutzkreisen zugleich die verschiedenen Interessensgruppen im Küstenraum wie Landkreise und Kommunen, Industrie- und Handelskammern, Fischerei, Tourismus, Wassersport, Küstenschutz und wissenschaftliche Einrichtungen angesprochen wurden. Das Thema fand jeweils volle Unterstützung. Ebenfalls zählten dazu Repräsentanten der Umweltministerien des Bundes und des Landes Niedersachsen.

Im Verlauf der Projektbearbeitung von E-MobiSS / ProWattfahrt wurden von den drei kooperierenden Partnern zwei größere Veranstaltungen (18.06. und 25.09.2024) mit einem breiten Teilnehmerkreis der potenziellen Stakeholder mit wachsender Resonanz erfolgreich ausgerichtet.

Dazu gehörten Vertreter:innen der Nationalparkverwaltung, von Wassersportverbänden

(DMYV, LMN sowie DSV, SVN) und -vereinen vor Ort, von Kommunen und Behörden, von Land und Bund, von Betreibern von Häfen, Marinas und Yachtclubs, von Presse und Umweltverbänden. Um den trilateralen Aspekt der Projekthinhalte und Möglichkeiten, die Thematik in die angrenzenden Wattenmeerstaaten (Niederlande und Dänemark) sowie nach Schleswig-Holstein hineinzutragen, wurden sowohl Vertreter des Common Wadden Sea Secretariat (CWSS) als auch aus den Niederlanden und Dänemark sowie aus Schleswig-Holstein eingeladen.

Im Rahmen von Ortsbegehungen wurden außerdem Gespräche mit konkret involvierten Vertretungen einzelner Häfen durchgeführt, bei denen zum einen die örtlichen Gegebenheiten betrachtet, zum anderen fallweise auch Akteure der gewerblichen Anbieter vor Ort in die Diskussion einbezogen wurden.

Auf den von den drei Projektpartnern getragenen Veranstaltungen hat auch ein Vertreter der international agierenden Deutschen Gesellschaft zur Umwelterziehung (DGU) referiert, die mit der „Blauen Flagge“ ein Qualitäts- und Umweltzertifikat für vorbildliche Yachtclubs und Marinas vergibt. Die DGU arbeitet in Deutschland u. a. auf Bundesebene mit dem Deutscher Motoryachtverband sowie dem Deutscher Segler-Verband zusammen und ist weltweit in 52 Staaten aktiv. Im Kontext einer fossilfreien Klein- und Freizeitschiffahrt wurde vereinbart, dass diesbezügliche Aspekte in den Anforderungskatalog zur Vergabe des Zertifikats „Blaue Flagge“ zukünftig berücksichtigt werden sollen.

Auf der Abschlussveranstaltung zum Projekt E-MobiSS wurde am 25.09.2024 in Wilhelmshaven mit dem Teilnehmerkreis vereinbart, eine „AG E-MobiSS“ zu organisieren, in deren Rahmen mit konkret betroffenen Akteuren, beispielsweise Betreibern von Hafenanlagen, letztendlich die Installation von E-Ladesäulen entlang der Küste, also die Zielstellung von E-MobiSS / ProWattfahrt sowie die Einwerbung von finanziellen Mitteln für die Umsetzung realisiert bzw. vorgebracht werden soll. Hierzu sollen involvierte Stakeholder, Anlagenbetreiber, Netzwerkbetreiber, Juristen für Detailfragen sowie Verbandsvertreter einbezogen werden. Der Mellumrat wird im Rahmen des von der Niedersächsischen Wattenmeerstiftung geförderten Projekts ProWattfahrt diese Initiative zunächst bis Juni 2025 federführend verfolgen.

Die Programme der beiden vorgenannten Veranstaltungen, die Beiträge der Referenten, Presseartikel sowie Information zu den Projekten WATTfossilfrei, ProWattfahrt und E-MobiSS sind unter <https://www.mellumrat.de/wattfossilfrei-emobiss-prowattfahrt/> auf der Homepage vom Mellumrat veröffentlicht worden. Über die Initiative zu mehr „E-Mobilität am Wasser“ in der niedersächsischen Wattenmeerregion wurde auch bundesweit berichtet. Zur Wassersportsaison im Jahr 2025 sollen die Ergebnisse des Projekts samt Karte der Kette möglicher Standorte für E-Ladesäulen entlang der niedersächsischen Küste als Handreichung über einen Flyer zur Verfügung gestellt werden.

Für die überregionale Weiterverbreitung der Thematik wurde insbesondere der Kontakt zum CWSS genutzt, mit dem Ergebnis, dass trilaterale Aktivitäten für eine klimaneutrale Schiffahrt im Wattenmeer mit Unterstützung des Wadden Sea-Partnership Hub künftig initiiert und weitergeführt werden können. Das CWSS signalisierte die Unterstützung der E-MobiSS-Initiative für das UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer. Für eine trilaterale bzw. überregionale Verbreitung von Maßnahmen zur fossilfreien Klein- und Freizeitschiffahrt wird angestrebt, eine unterstützende Kommunikation und entsprechende Kontakte über den Partnership-Hub unter dem Dach des CWSS zu verstetigen und ggf. auch Fördermittel zu beschaffen.

## 9 ZUSAMMENFASSUNG

Die Elektromobilität hat bereits Einzug in die maritime Welt erhalten, mit einer wachsenden Zahl von Lösungen für elektrifizierte Boote und die dazugehörige Ladeinfrastruktur. Trotz dieser Fortschritte bestehen Themenfelder, für die Lösungen entwickelt werden müssen. Das konzipierte Ladenetz an der niedersächsischen Nordseeküste trägt zur nachhaltigen Entwicklung der Nationalparkregion bei, wenngleich die Elektrifizierung der einzelnen Marinas fallspezifisch ausgelegt und geplant werden muss. Eine Elektrifizierung eines jeweiligen Standortes kann u.U. dazu beitragen, dass dieser mit dem Symbol der „Blauen Flagge“ ausgezeichnet wird, was die Attraktivität zusätzlich erhöht.

Elektrische Boote bieten klare Vorteile für die Umwelt und den Tourismus, da sie deutlich geringere Luft- und - Lärmemissionen verursachen. Für einen wirtschaftlich erfolgreichen Betrieb wird empfohlen, wo immer möglich die Ladeinfrastruktur für PKW und Boote zu kombinieren, um Synergieeffekte zu nutzen und die Einführung zu beschleunigen. Bislang haben sich jedoch nur wenige Marinas mit nachhaltigen Energien und alternativen Antrieben auseinandergesetzt.

Der Hochlauf der elektrifizierten Sportschiffahrt steht bevor, doch die Geschwindigkeit dieses Prozesses ist ungewiss. Das bekannte Henne-Ei-Dilemma – was kommt zuerst, Boote oder Ladeinfrastruktur – bleibt auch hier relevant. Eine Lösung könnte die gezielte Förderung der Ladeinfrastruktur durch staatliche Programme sein, um in den ersten Jahren einen wirtschaftlich tragfähigen Betrieb sicherzustellen. Die Errichtung von Ladestandorten muss jedoch individuell und bedarfsgerecht erfolgen, um für den Hochlauf gut vorbereitet zu sein.

Darüber hinaus ist viel Aufklärungsarbeit erforderlich, um die Akzeptanz von Elektromobilität im maritimen Bereich weiter zu steigern. Erfahrungen aus der Elektromobilität auf der Straße können hier wertvolle Erkenntnisse liefern. Ein weiteres wichtiges Thema ist die Abwicklung des Betriebs und die Abrechnung von Ladevorgängen: Diese sollten nicht in der Verantwortung der Marinas verbleiben, sondern durch spezialisierte Dienstleister vorgenommen werden, um rechtliche Komplikationen zu vermeiden und den Marinas den Einstieg zu erleichtern.

Das Projekt ‚E-MobiSS‘ hat mit dem entwickelten Ladenetz für maritime E-Mobilität, den konzeptionierten Beispielstandorten, einer Marktübersicht, der Kategorisierung sowie der Checkliste für Marinas wichtige Schritte unternommen, um die Transformation im niedersächsischen Wattenmeerbereich hin zu fossilfreien See- und Sportboothäfen einleiten zu können. Darüber leistet die Umsetzung des Projektes einen Beitrag zum Erhalt des UNESCO Weltnaturerbes ‚Wattenmeer‘ und zur nachhaltigen Entwicklung des Nationalparks bzw. kommt der Sylter Erklärung aus dem Jahre 2010 zugute – eine Klimaneutralität in 2030 zu erreichen.

Die Präsenzveranstaltungen im Rahmen des Projektes (siehe Anhang) haben maßgeblich dazu beigetragen, dass sich die Akteure vernetzen konnten, um so die nächsten Schritte der Transformation ggf. gemeinsam in Angriff nehmen zu können und eine bestmögliche Akzeptanz zu gewährleisten.

## 10 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 - Übersicht E-Boote .....	7
Abbildung 2 - GoBoat Hamburg/Kopenhagen .....	11
Abbildung 3 - MS Adler Fähre Hamburg .....	11
Abbildung 4 - "Ladeinfrastruktturnetz" entlang der niedersächsischen Nordseeküste .....	19
Abbildung 5 - vereinfachte Darstellung geteilte Ladeinfrastruktur .....	21
Abbildung 6 - Lage der Insel Borkum im niedersächsischen Wattenmeer und Lage der geplanten Ladeinfrastruktur im Sportboothafen Borkum (Quelle: Google Maps) .....	22
Abbildung 7 - Konzeptionierung Marina Borkum .....	23
Abbildung 8 - Lage von Neuharlingersiel im niedersächsischen Wattenmeer und Lage der geplanten Ladeinfrastruktur im Sportboothafen (Quelle: Google Maps).....	24
Abbildung 9 - Konzeptionierung Marina Neuharlingersiel.....	25
Abbildung 10 - Cuxhaven im Elbedelta (Google Maps) .....	26
Abbildung 11 - Konzept der geteilten Ladeinfrastruktur in Cuxhaven.....	27

## 11 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 - Anzahl und Anteil der Antriebsarten am Gesamtmarkt .....	5
Tabelle 2 - Daten und Anteil batterieelektrische Boote .....	8
Tabelle 3 - Batteriekapazitäten und Ladetechnik .....	15
Tabelle 4 - Kategorisierung von Häfen zur Elektrifizierung der niedersächsischen Nordseeküste.....	20
Tabelle 5 - Ladeenergiebedarf und Anzahl abgeleitete Ladepunkte PKW-Ladeinfrastruktur - Borkum VDA-Szenario.....	36
Tabelle 6 - Ladeenergiebedarf und Anzahl abgeleitete Ladepunkte PKW-Ladeinfrastruktur - Neuharlingersiel VDA-Szenario .....	36
Tabelle 7 - Ladeenergiebedarf und Anzahl abgeleitete Ladepunkte PKW-Ladeinfrastruktur - Cuxhaven VDA-Szenario .....	37

## 12 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AC .....	<i>Alternating Current</i>
CCS .....	<i>Combined Charging System</i>
CWSS .....	<i>Common Wadden Sea Secretariat</i>
DC .....	<i>Direct Current</i>
DGU .....	<i>Deutschen Gesellschaft zur Umwelterziehung</i>
DMYV .....	<i>Deutscher Motoryachtverband</i>
DSM .....	<i>Demand Side Management</i>
DSV .....	<i>Deutscher Segeler Verband</i>
E-MoBiSS .....	<i>Elektromobilität in See- und Sportboothäfen</i>
LMN .....	<i>Landesverband Motorbootsport Niedersachsen</i>
POI .....	<i>Point of Interest</i>
SVC .....	<i>Segelvereins Cuxhaven</i>
SVN .....	<i>Segler-Verband Niedersachsen</i>

## 13 ANHANG

### PKW-Ladebedarf

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Lageenergiebedarf [kWh/a]	20.645	26.762	34.214	42.412	49.627	56.916	64.139
Anzahl Ladepunkte	2	2	2	2	2	2	2
	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Lageenergiebedarf [kWh/a]	75.606	87.073	98.540	110.007	121.474	132.940	144.407
Anzahl Ladepunkte	2	2	2	2	2	2	4
	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
Lageenergiebedarf [kWh/a]	155.874	167.341	178.808	184.840	189.779	193.823	197.134
Anzahl Ladepunkte	4	4	4	4	4	4	4

Tabelle 5 - Ladeenergiebedarf und Anzahl abgeleitete Ladepunkte PKW-Ladeinfrastruktur - Borkum VDA-Szenario

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Lageenergiebedarf [kWh/a]	127.585	165.388	211.443	262.104	306.692	351.743	396.370
Anzahl Ladepunkte	4	4	4	4	4	4	4
	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Lageenergiebedarf [kWh/a]	467.234	538.098	608.962	679.825	750.689	821.553	892.417
Anzahl Ladepunkte	4	6	6	6	6	6	6
	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
Lageenergiebedarf [kWh/a]	963.281	1.034.145	1.105.008	1.142.288	1.172.810	1.197.799	1.218.259
Anzahl Ladepunkte	6	6	6	6	6	6	6

Tabelle 6 - Ladeenergiebedarf und Anzahl abgeleitete Ladepunkte PKW-Ladeinfrastruktur - Neuuharlingersiel VDA-Szenario

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Lageenergiebedarf [kWh/a]	18.561	24.060	30.761	38.130	44.617	51.171	57.663
Anzahl Ladepunkte	2	2	2	2	2	2	2
	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Lageenergiebedarf [kWh/a]	67.972	78.281	88.590	98.899	109.209	119.518	129.827
Anzahl Ladepunkte	2	2	2	2	2	2	2
	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
Lageenergiebedarf [kWh/a]	140.136	150.445	160.754	166.177	170.618	174.253	177.229
Anzahl Ladepunkte	2	4	4	4	4	4	4

*Tabelle 7 - Ladeenergiebedarf und Anzahl abgeleitete Ladepunkte PKW-Ladeinfrastruktur - Cuxhaven VDA-Szenario*

## Bedarfsabfragebogen

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Wassersportler:innen,

im Rahmen des vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) geförderten Projektes „E-Mobilität in See- und Sportboothäfen“ (E-MobiSS) wird die Umstellung der Sportschiffahrt auf fossilfreie Alternativen untersucht. Weiterhin wird im Projektverlauf eine flächendeckende Versorgung der niedersächsischen Wattenmeerküste einschließlich des hamburgener Bereichs mit elektrischer Ladeinfrastruktur konzeptioniert. Für die Bestimmung und Auslegung möglicher Ladestandorte benötigen wir Ihre Mithilfe und bitten Sie den folgenden Fragebogen ausgefüllt zurückzusenden.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

### Allgemeine Informationen:

Name der Marina / des Sportboothafens:

---

Betreiber:in des Sportboothafens:

---

Ggf. Besitzer:in des Sportboothafens (bzw. Hafengeländes):

---

An der Marina / in dem Sportboothafen ansässige Vereine / Verbände:

---

Standort (Stadt/Gemeinde):

---

Kontaktinformation (E-Mail/Telefon):

**Fragen zum Hafen:**

(Mindest-) Wassertiefe des Hafens und ist der Hafen auch bei Niedrigwasser befahrbar?

Verfügt der Hafen über eine nahegelegene Betankungsanlage für Boote/Schiffe?

Verfügt der Sportboothafen über Winterliegeplätze? Wenn ja, wie viele und welcher Art?

Wie viele Liegeplätze gibt es aktuell im Hafen für Mitglieder und für Gäste? Falls Erweiterungspläne bis 2030 vorliegen oder in Arbeit sind, geben Sie bitte hier die (ungefähre) Anzahl an Liegeplätzen an und beschreiben Sie die Maßnahmen bitte kurz.

	Mitglieder	Gäste
Aktuell		
Bis 2030		

Beschreibung der Maßnahme:

Wie schätzen Sie die ungefähre Verteilung von Wasserfahrzeugen in Ihrem Sportboothafen ein?

	Segelboote	Motorboote
Geschätzte Anzahl		

Wie viele Wasserfahrzeuge des öffentlichen Dienstes und der kommerziellen Schifffahrt

(z.B. Hafenbetrieb, Feuerwehr, Küstenwache, Wasserrettung, Zoll, Wassertaxis, Hafenfähren) sind im Hafen als weitere potenzielle Nutzer ansässig? Falls möglich, geben Sie bitte auch weitere Details zu deren Verwendung an (z.B. Details zu Fährverbindungen)

---

---

---

Existiert bereits ein Landstromanschluss für größere Schiffe oder gibt es Überlegungen, die in diese Richtung gehen und falls ja, welcher Art? (z.B. für Fähren)

---

Welche Ladelösungen existieren für Boote und/oder PKW in Ihrem Hafen oder der näheren Umgebung oder gibt es hierzu Überlegungen? Falls möglich, geben Sie bitte eine kurze Beschreibung der Ladeleistung sowie des Standorts an.

---

Welche Elektrifizierungsmaßnahmen existieren bereits im Hafen für kommerzielle Anwendungen? Dies können beispielsweise elektrische Gabelstapler, Hafenkräne, o.ä. sein.

---

Gibt es an Ihrem Standort Planungen oder Überlegungen, eine Abkehr von fossilen Treibstoffen zu unterstützen, falls ja beschreiben Sie diese bitte kurz? (z.B. Einsatz von E- oder Biofuels)

---

Werden im Hafen oder von dortigen Wassersportvereinen bereits regenerative Energien genutzt oder ist das vorgesehen? (wie z.B. durch den LandesSportBund empfohlen). Falls ja, beschreiben Sie bitte kurz diese Maßnahmen.

---

**Fragen zum Nutzerverhalten:**

Bis zu wie viele Fahrzeuge (von Tagesgästen) parken in der Hauptsaison im Hafengebiet? Ziel der Frage ist die Bestimmung der Ladebedarfe durch PKW.

---

Wird der PKW-Parkplatz des Hafens auch temporär anderweitig genutzt für Aktivitäten? Hiermit sind z.B. Festivals, Strandaufenthalte o.ä. gemeint. Ziel der Frage ist die Bestimmung der Ladebedarfe durch PKW.

---

Gibt es bereits Nutzer:innen von E-Booten oder anderer alternativer Antriebe bei Ihnen im Hafen oder erhalten Sie entsprechende Anfragen zu solchen?

---

Sind Ihnen in der näheren Umgebung weitere Interessenten bekannt, für welche der Aufbau einer Ladeinfrastruktur (für PKW oder Boote) interessant wäre? Dies können z.B. Hotels, Wohnungsbaunternehmen, kommunale Einrichtungen, o.ä. sein.

---

Wie sehen Sie die Entwicklung der E-Mobilität generell im Wassersport und haben Sie weitere Anmerkungen oder Anregungen zum Thema?

---

---

---



## Fossilfreie Freizeit- und Kleinschiffahrt im Wattenmeer Projektveranstaltung E-MobiSS / ProWattfahrt

18.06.2024 im UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer Besucherzentrum  
Am Südstrand 110b, 26382 Wilhelmshaven

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) geförderten Projektes „E-Mobilität in See- und Sportboothäfen“ (E-MobiSS) werden die technischen Rahmenbedingungen in Hafenstandorten für die Umstellung der Sportschiffahrt auf fossilfreie Alternativen mit dem Fokus auf den Einsatz von Batterien untersucht. Darüber hinaus wird im Projektverlauf eine flächendeckende Versorgung der niedersächsischen Wattenmeerküste einschließlich des Hamburgischen Wattenmeers mit elektrischer Ladeinfrastruktur konzipiert und beschrieben.

### Das Programm:

#### **09:15 Uhr Einlass / Kaffee**

Moderation: Holger Wesemüller

#### **10:00 Uhr Begrüßung**

Dr. Juliana Köhler, UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer Besucherzentrum  
Erich Kielhorn, BMDV/ PtJ Energie und Klima  
Carsten Feist, OB Stadt Wilhelmshaven (angefragt)  
Normann Grabow, Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer  
Marco Lutz, stellvertretender Vorstandsvorsitzender LSB Niedersachsen

#### **10:15 Uhr Rahmenbedingungen**

- Zur klimaneutrale Schifffahrt im Weltnaturerbe Wattenmeer (Sascha Klöpfer, CWSS)
- Sportschiffahrt und Natur im Wattenmeer (Marine Perrin, BUND Landesverband Niedersachsen)
- Die Projekte E-MobiSS und ProWattfahrt (Christian Bahlke, Der Mellumrat)
- Klimaneutrale Sportschiffahrt aus Sicht des Landes-Seglerverbands Niedersachsen (Ralf Kaiser, SVN)

#### **11:15 Uhr Pause**

#### **11:40 Uhr Technische Umsetzung**

- Die Sportschiffahrt und aktuelle Entwicklungen (Karsten Stahlhut, BVWW)
- E-Fuels als Zukunft eines klimaneutralen Motorbootsports? (Dieter Haendel, DMYV und LMN)
- Praktische Erfahrung mit E-Mobilität an Bord (Jens Feddern, Autor)
- Elektrifizierung und Förderung von E-Ladesäulen in Marinas (Maria Bouillet, Bouillet Energy)
- Voraussetzungen für die E-Ladeinfrastruktur im Wattenmeer (Lukas Hoppe, GP JOULE)

#### **13:00 Uhr Mittagspause**

#### **14:00 Uhr Umsetzung des E-Konzeptes an der niedersächsischen Küste**

- Das Beispiel Borkum – Die Situation vor Ort (Olaf Look, Nordseeheilbad Borkum GmbH)
- E-Infrastruktur und Bedarfe an der Küste – Das Konzept von E-MobiSS (Lars van der Meer, GP JOULE)

#### **15:00 Uhr Diskussion und Fragen (u.a.)**

- Diskussion im Plenum mit Anregungen zur Realisierung der Kette von E-Ladesäulen
- Fördermöglichkeiten der E-Infrastruktur in Sportboothäfen

#### **15:30 Uhr Resumee**

Dr. Holger Freund (Der Mellumrat)

Eine Anmeldung bis zum 14.06.2024 an [wattfossilfrei@mellumrat.de](mailto:wattfossilfrei@mellumrat.de) erleichtert die Organisation – besten Dank!

Die Projekte E-MobiSS + ProWattfahrt werden für die niedersächsische Küstenregion federführend durch die Nordseeheilbad Borkum GmbH (NBG) und den Mellumrat durchgeführt. Gefördert werden die Projekte durch das BMDV über die PtJ und durch die Niedersächsische Wattenmeerstiftung. Kooperiert wird mit maßgeblichen Wassersport- und Naturschutzverbänden. Speziell diese Veranstaltung wird durch die Nationalparkverwaltungen Hamburgisches und Niedersächsisches Wattenmeer sowie durch den LandesSportBund Niedersachsen (LSB) unterstützt.



## Fossilfreie Freizeit- und Kleinschiffahrt im Wattenmeer Projektveranstaltung E-MobiSS / ProWattfahrt

25.09.2024 im UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer Besucherzentrum  
Südstrand 110b, 26382 Wilhelmshaven

Die Veranstaltung soll den Abschlussbericht E-MobiSS als Ausgangspunkt nutzen, um konkrete Handlungsschritte für die Förderung der Elektromobilität in den Sportboothäfen des Wattenmeers zu definieren. Durch den Austausch zwischen Experten und Stakeholdern sollen nachhaltige Lösungen erarbeitet werden, die ökologisch und infrastrukturell tragfähig sind.

### Das Programm:

**09:45 Uhr Einlass / Kaffee** Moderation: Holger Wesemüller (Nationalparkbeirat)

**10:30 Uhr Begrüßung** - Dr. Juliana Köhler (UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer Besucherzentrum)  
- Göran Sell (Nordsee Heilbad Borkum GmbH)  
- Anka Dobslaw (Umweltstaatssekretärin Niedersachsen)

**11:00 Uhr Rahmenbedingungen** Moderation: Göran Sell (NBG)

- **Das Konzept für die Elektrifizierung der Sportboothäfen im Wattenmeer**

Jan Lukas Hillendahl (GP JOULE): Präsentation des Abschlussberichts zum Projekt E-MobiSS, Potenziale und Hemmnisse für Ladeinfrastrukturlösungen in den Pilotregionen

- **Qualitätsstandards für umwelt- und klimaschonende Marinas**

Tobias Wanierke (DGU): Internationale Kriterien der "Blauen Flagge" für Yachthäfen und Marinas

- **Umweltaktivitäten in niedersächsischen Häfen**

Friedrich Voß (NPorts): Die Rolle von NPorts mit Blick auf Elektromobilität

### **Kurze Pause**

- **Perspektiven im E-Boot-Bereich**

Adrian Patzak (MOLABO): Elektrische Antriebe, Retrofit-Lösungen und hybride Technologien im Einsatz auf dem Wasser

- **Behördenfahrzeuge und gewerbliche Entwicklungen im Bereich E-Mobilität**

Amir Baig (Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt): Erfahrungsberichte und Pläne zur Umstellung von behördlichen Wasserfahrzeugen auf Elektrobetrieb

- **E-Ladesäulen für Sportboot- und gewerbliche Häfen:**

Maria Bouillet (Bouillet Energy): Strategien zur Planung und Implementierung von Ladeinfrastruktur für Elektroboote Kapazitäten und Auslegung der Infrastruktur

**13:00 Uhr Mittagspause & Imbiß**

**1400 - 1600: Drei Kategorien für Standorte und Priorisierung der nächsten Schritte** Moderation: Prof. Aline Kühl-Stenzel

Christian Bahlke (Mellumrat): Der Vorschlag zu den Kategorien für die Installation von E-Ladesäulen in Marinas und Stichworte zu den nachfolgenden Themen

- Die Kategorisierung der potenziellen E-Ladesäulen-Standorte für Wasserfahrzeuge
- Diskussion über Förderprogramme / Finanzierungsmodelle für den Ausbau der E-Ladeinfrastruktur
- Strategieentwicklung zur E-Mobilität in der Wattenmeerregion und trilaterale Perspektiven

**16:00 Uhr Resumee** Prof. Dr. Aline Kühl-Stenzel (NABU)

Eine Anmeldung bis zum 21.09.2024 an [wattfossilfrei@mellumrat.de](mailto:wattfossilfrei@mellumrat.de) erleichtert die Organisation – besten Dank!

Die Projekte E-MobiSS und ProWattfahrt werden für die niedersächsische Küstenregion federführend durch die Nordseeheilbad Borkum GmbH (NBG) und den Mellumrat in Zusammenarbeit mit GP Joule als Dienstleister durchgeführt. Gefördert werden die Projekte durch das BMDV über die PtJ und durch die Niedersächsische Wattenmeerstiftung. Kooperiert wird mit maßgeblichen Wassersport- und Naturschutzverbänden. Die Veranstaltung wird durch die Nationalparkverwaltungen Hamburgisches und Niedersächsisches Wattenmeer sowie den LandesSportBund Niedersachsen unterstützt.