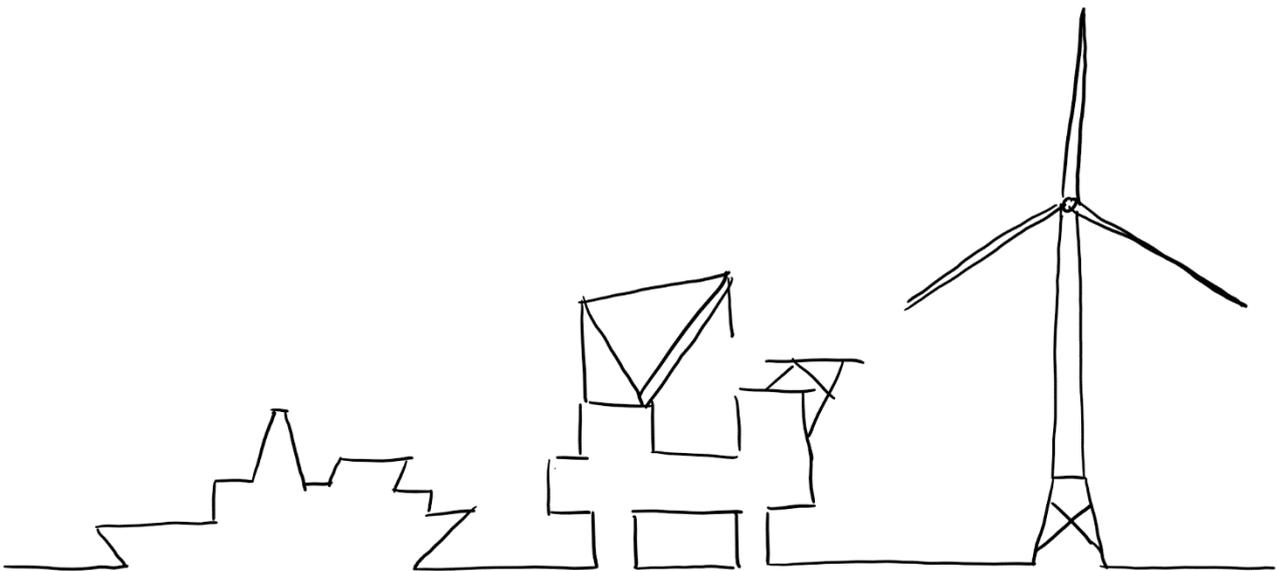


Machbarkeitsstudie Naturerlebnisschiff

Stadt Elmshorn

Umsetzungskonzept

0382-REP-003-02





Wir fördern Wirtschaft



Landesprogramm Wirtschaft: Gefördert durch die Europäische Union - Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), den Bund und das Land Schleswig-Holstein

Schleswig-Holstein. Der echte Norden.

Das Projekt wird finanziert mit Mitteln des Regionalbudgets Westküste 2021-2023 und durch die Projektpartner. Das Regionalbudget wird gefördert aus dem Landesprogramm Wirtschaft.

Erstellungsdatum: 2022-02-18

Ersteller: HV

Prüfer: MAH

MAREVAL AG

Am Schilfpark 18 | 21029 Hamburg
www.mareval.de | info@mareval.de

Copyright ©2022

Alle Inhalte dieses Dokuments, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei der MAREVAL AG. Alle Rechte, einschließlich der Vervielfältigung, Veröffentlichung, Bearbeitung und Übersetzung, bleiben der MAREVAL AG vorbehalten.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemeine Informationen	7
1.1	Projekteinführung	7
1.2	Dieses Dokument.....	7
1.3	Diese Revision.....	7
1.4	Normen und Standards	7
1.5	Referenzen	7
2	Zusammenfassung	9
3	Entwurfsgrundlagen.....	11
3.1	Projektinformation	11
3.1.1	Projekt-Hintergrund	11
3.1.2	Projektplan mit Schnittstellen	11
3.1.3	Projektziele	12
3.2	Fahrtgebiet	12
3.2.1	Nebenarme der Elbe	13
3.2.2	Pinnau	14
3.2.3	Krückkau	14
3.2.4	Stör	15
3.2.5	Fahrtrouten und Fahrprofil	15
3.2.6	Regulatorische Anforderungen	19
3.3	Ergebnisse Potentialanalyse.....	19
3.3.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	19
3.3.2	Bewertung der Ergebnisse für Phase 2	21
3.4	Mindest- und Zusatzanforderungen	22
3.5	Allgemeine Anforderungen an das Schiff	22
3.5.1	Entwurfsgrundlagen	22
3.5.2	Zusammenfassung der Ziele.....	24
3.5.3	Anforderungen aus dem Fahrtgebiet.....	24
3.6	Allgemeine Anforderungen Betriebskonzepte	26
4	Technisches Konzept.....	28
4.1	Technische Entwurfsgrundlagen	28

4.1.1	Grundanforderungen Schiff	28
4.1.2	Ausstattung	28
4.1.3	Energiebilanz	28
4.1.4	Land-Infrastruktur	32
4.2	Antriebskonzept.....	32
4.2.1	Grundlagen	32
4.2.2	Leistungsbereitstellung	33
4.2.3	Elektrische Leistungsverteilung	37
4.2.4	Vergleich Antriebskonzepte	38
4.2.5	Bewertung Antriebskonzepte	43
4.2.6	Beschreibung des Zielkonzeptes.....	46
4.3	Fahrgastraum.....	49
4.3.1	Grundlagen	49
4.3.2	Flächen und Raumbedarf	50
4.3.3	Aufteilung des Raums.....	52
4.3.4	Treppen	53
4.3.5	Barrierefreiheit.....	54
4.3.6	Zugänge	54
4.3.7	Fluchtwege	54
4.3.8	Außenbereiche	54
4.4	Technische Räume	54
4.4.1	Maschinen/Generator- und Antriebsraum.....	55
4.4.2	Pumpen- und Hilfsmaschinenraum	56
4.4.3	Ruderanlagenraum	58
4.4.4	Bugstrahlruderraum.....	58
4.4.5	Batterieraum	59
4.4.6	Tanks (für Kraftstoff, Frisch- und Schmutzwasser)	59
4.5	Nautik & Navigation	59
4.5.1	Grundlagen	59
4.5.2	Nautische Ausrüstung und Brücke	60
4.5.3	Sicherheitstechnische Ausstattung.....	60
4.6	Schiffskonzept.....	61

4.6.1	Grundlagen	61
4.6.2	Zielkriterien	62
4.6.3	Konzept 1: Eindecker	63
4.6.4	Konzept 2: Zweidecker	64
4.6.5	Konzept 3: 1,5-Decker	66
4.6.6	Bewertung Konzepte	68
4.6.7	Detaillierte Darstellung Zielkonzept	68
5	Betriebskonzept	73
5.1	Allgemein	73
5.2	Anforderungen an den Betrieb	73
5.3	Betriebliche Organisationseinheiten.....	73
5.3.1	Schiffsbetrieb.....	74
5.3.2	Technisches Büro	75
5.3.3	Catering.....	75
5.3.4	Vermarktung	76
5.4	Betriebliche Organisation	76
5.4.1	Betrieb in Verantwortung durch den Eigner.....	77
5.4.2	Betrieb durch Reederei	77
5.4.3	Betrieb durch einen Verein	77
6	Kostenermittlung.....	79
6.1	Grundlagen Kostenermittlung	79
6.2	Investitionskosten Schiff	79
6.3	Investition Landseitige Infrastruktur	80
6.3.1	Grundlagen	80
6.3.2	Kostensätze.....	81
6.3.3	Bewertung der Häfen und Anlegestellen	81
6.3.4	Zusammenfassung Infrastrukturkosten	84
6.4	Betriebskosten Schiff.....	85
6.4.1	Grundlagen	85
6.4.2	Personal.....	85
6.4.3	Energieträger.....	89
6.4.4	Schiffsbetrieb.....	89

6.4.5	Wartung & Instandhaltung	90
6.4.6	Versicherungen	91
6.4.7	Finanzierung	91
6.4.8	Catering / Versorgung	92
6.4.9	Zusammenfassung Betriebskosten	92
7	Wirtschaftliche Bewertung	94
7.1	Umsatzerlös	94
7.2	Betriebsausgaben	95
7.3	Bewertung	96
	Tabellenverzeichnis	97
	Abbildungsverzeichnis	99
	Anhang	101
A	Checklisten Häfen	101

1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN

1.1 Projekteinführung

Die Stadt Elmshorn plant in Zusammenarbeit mit der Stadt Wedel, dem Amt Geest und Marsch Südholstein, den Kreisen Pinneberg und Steinburg, der Aktivregion Pinneberger Marsch & Geest, der IHK zu Kiel sowie der Arge Maritime Landschaft Unterelbe ein Naturerlebnisschiff für die Befahrung der Region der Schleswig-Holsteinischen Unterelbe zwischen Wedel und der Störmündung einschließlich der Nebenflüsse zu bauen. Hierzu wird eine Machbarkeitsstudie durchgeführt. Für den zweiten Teil dieser Studie hat die Stadt Elmshorn dazu die MAREVAL AG (MAREVAL) mit der Erstellung eines Umsetzungskonzepts für das Schiff und ein Betreiberkonzept beauftragt.

Das Projekt wird finanziert mit Mitteln des Regionalbudgets Westküste 2021-2023 und durch die Projektpartner. Das Regionalbudget wird gefördert aus dem Landesprogramm Wirtschaft.

1.2 Dieses Dokument

In diesem Dokument wird ein Umsetzungskonzept vorgestellt und bewertet.

1.3 Diese Revision

Zweite Revision; Redaktionelle Anpassungen.

1.4 Normen und Standards

Dieser Report basiert auf folgenden Normen und Standards:

- [I] BinSchUO „Verordnung über die Schiffssicherheit in der Binnenschifffahrt (Binnenschiffsuntersuchungsordnung – BinSchUO)“, 2018-09-21
- [II] SeeSchStrO „Seeschiffahrtsstraßen-Ordnung“, 1998
- [III] ES-TRIN „Europäischer Standard der technischen Vorschriften für Binnenschiffe“, 2015
- [IV] Verordnung (EU) 2016/1628 „Non-Road Machinery Directive“ 2016-09

1.5 Referenzen

Dieser Report basiert auf folgenden Referenzen:

- [1] „Machbarkeitsstudie für einen „Tidenkieker“ auf der schleswig-holsteinischen Elbseite – Endbericht Teil 1 Potenzialanalyse“, 2020-12, Project M GmbH
- [2] „Leistungsverzeichnis einer Machbarkeitsstudie für einen „Tidenkieker“ auf der schleswig-holsteinischen Elbseite“, 2021-05-17
- [3] „Neufert Bauentwurfslehre“, 1992, Peter Neufert, Vieweg
- [4] „Neufert Bauentwurfslehre, 42. Auflage“, 2018, Springer Vieweg

- [5] „Raummaße Architektur: Flächen, Abstände, Abmessungen“, 2019, Bert Bielefeld, Birkhäuser
- [6] „Westküste 100“, <https://www.westkueste100.de>, eingesehen 2021-09-22

2 ZUSAMMENFASSUNG

Im zweiten Teil der Machbarkeitsstudie für ein Naturerlebnisschiff für die Befahrung der Region der Schleswig-Holsteinischen Unterelbe zwischen Wedel und der Störmündung einschließlich der Nebenflüsse wurde ein Umsetzungskonzept für das Schiff und seinen Betrieb erstellt.

Das Umsetzungskonzept zeigt, dass es möglich ist ein Schiff für ein attraktives Fahrerlebnis zu entwickeln. Ein solches Schiff kann mit moderner umweltfreundlicher Technologie betrieben werden, die ein ansprechendes Naturerlebnis ermöglicht. Das vorgestellte Umsetzungskonzept verdeutlicht des Weiteren, dass ein kostendeckender Betrieb eines solchen Schiffes möglich ist.

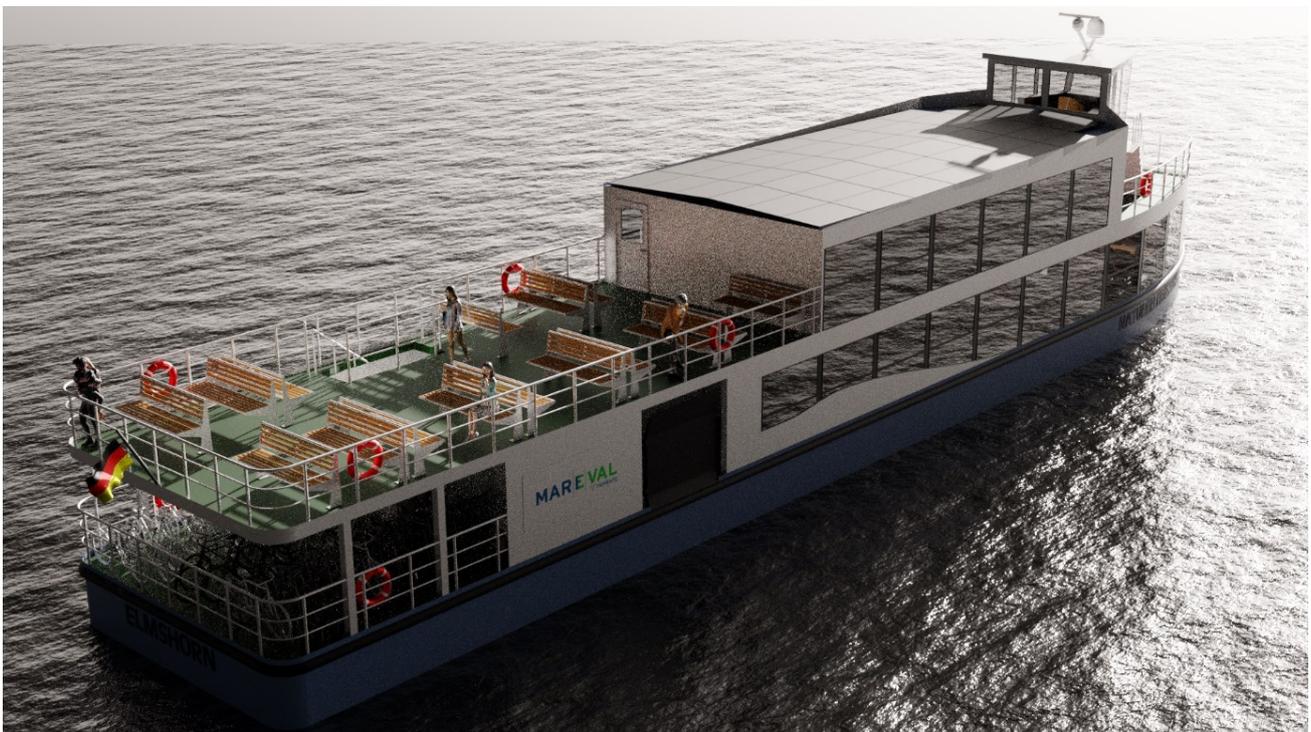


Abbildung 1: Darstellung Zielkonzept

Im Rahmen der Studie wurden zunächst die Entwurfsgrundlagen einschließlich der Definition des Fahrtgebietes und eines Fahrprofils aufgestellt. Daraus und aus den Ergebnissen der Potentialanalyse wurden die grundsätzlichen Anforderungen an das Schiff abgeleitet. Gemeinsam mit dem Steuerkreis wurden darüber hinaus Möglichkeiten für ein Betreiberkonzept definiert. Aufbauend auf diesen Grundlagen wurde ein technisches Konzept für das Schiff erarbeitet. Dazu wurden die technischen Entwurfsgrundlagen, verschiedene Antriebskonzepte, die Gestaltung von Fahrgastbereichen und technischen Räumen sowie besondere nautische Anforderungen betrachtet. Aus der technischen Bewertung von verschiedenen Antriebskonzepten sowie Schiffsgrößen und Raumanordnungen wurde ein Zielkonzept ermittelt.

Dieses sieht ein Fahrzeug mit ca. 35 m Länge, 6,3 m Breite und einem Tiefgang von 0,6 m vor. Es wird von einem diesel-elektrischen Hybrid-Antrieb angetrieben, der zukunftsfähig auf neue Kraftstoffe oder Leistungserzeuger umgerüstet werden kann. Auf

dem Schiff können auf eineinhalb geschlossenen Decks sowie einem Außenbereich bis zu 100 Personen und 50 Fahrräder befördert werden. Die Aufteilung auf mehrere, großzügig gestaltete Fahrgasträume mit großen Fensterflächen ermöglicht attraktive Veranstaltungen und ein umfassendes Naturerlebnis.

Für den Betrieb des Schiffes wurden drei verschiedene Betriebskonzepte erarbeitet. Aufbauend darauf sowie auf den technischen Parametern des Schiffes und dem Betriebsprofil wurden die Investitions- und Betriebskosten ermittelt. Die Investitionskosten für das Schiff und die landseitige Infrastruktur fließen in Form von Abschreibungen und Zinsen in die Betriebsausgaben ein. Aus dem angenommenen Betriebsprofil, einer angenommenen Auslastung der Fahrten mit marktüblichen Fahrtpreisen und einem zusätzlichen fahrtabhängigem Cateringumsatz ergibt sich der zu erwartende Gesamtumsatz für ein Betriebsjahr. Der Vergleich des Umsatzes zu den Betriebsausgaben ermöglicht eine betriebswirtschaftliche Bewertung der Konzepte. Demnach kann ein Betrieb eines Naturerlebnisschiffes mit dem vorgeschlagenen Umsetzungskonzept über einen Verein auch unter Einbeziehung von eventuellen zusätzlichen Risiken wirtschaftlich tragfähig sein, wenn die im Rahmen der Erarbeitung des Umsetzungskonzeptes angenommenen Gegebenheiten erfüllt sind.

3 ENTWURFSGRUNDLAGEN

3.1 Projektinformation

3.1.1 Projekt-Hintergrund

Die Stadt Elmshorn plant in Zusammenarbeit mit der Stadt Wedel, Amt Geest und Marsch Südholstein (GUMS), den Kreisen Pinneberg und Steinburg, der Aktivregion Pinneberger Marsch & Geest, der IHK zu Kiel und der Arge Maritime Landschaft Unterelbe ein Naturerlebnisschiff für die Befahrung der Region der Schleswig-Holsteinischen Unterelbe zwischen Wedel und der Störmündung zu bauen.

Der Bau und Betrieb des Fahrzeugs sollen den folgenden Zwecken dienen:

- Der Naturraum Unterelbe mit den Nebenflüssen soll auf der schleswig-holsteinischen Elbseite erlebbar gemacht werden.
- Das touristische Angebot in der Region soll durch die Bereitstellung einer attraktiven Ausflugsmöglichkeit gesteigert werden.

Das Fahrzeug soll sowohl für Ausflugs- und Linienfahrten wie oben beschrieben, und für Eventfahrten genutzt werden können.

3.1.2 Projektplan mit Schnittstellen

Während des Betriebes des Schiffes sind die Schnittstellen zu betrachten wie in der folgenden Abbildung 2 gezeigt.

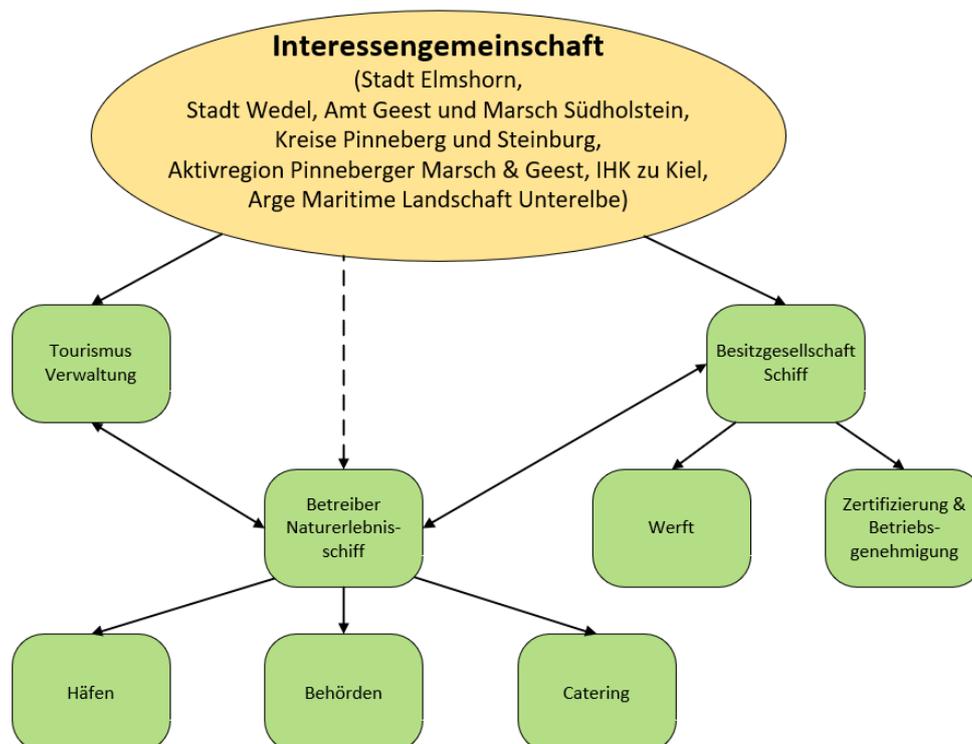


Abbildung 2: Projektschnittstellen

Wie in Abbildung 2 dargestellt, ist der Betreiber des Naturerlebnisschiffes verantwortlich für das Anlaufen und Festmachen in den Häfen, behördliche Angelegenheiten und das Catering an Bord des Schiffes. Die Besitzgesellschaft der Eigentümergemeinschaft trägt die Verantwortung für den Zustand und die Zulassung. Zusätzlich ist die Tourismus Verwaltung bzw. das Tourismusmanagement involviert, um das Naturerlebnisschiff als Freizeitmöglichkeit anzubieten.

3.1.3 Projektziele

Das Projektziel ist durch den Auftraggeber definiert worden. Im Rahmen der Erarbeitung eines Umsetzungskonzepts soll die wirtschaftliche Machbarkeit geprüft werden. Dazu sollten technische, organisatorische und ressourcenbedingte Anforderungen Berücksichtigung finden. Mit einer Investitionsplanung und Wirtschaftlichkeitsabschätzung sollen die Grundlagen für politische Entscheidungen gelegt werden.

3.2 Fahrtgebiet

Das Fahrtgebiet soll sich auf der Elbe mit ihren Nebenarmen zwischen Wedel und der Störmündung sowie den Nebenflüssen Pinnau, Krückau und Stör erstrecken, siehe Abbildung 3. Als Ausgangspunkte werden die Häfen Wedel und Glückstadt betrachtet, von wo aus die Nebenflüsse angesteuert werden. Als weitere Anlegestellen für Zwischenhalte oder als Ausgangspunkte für Fahrten sind Kollmar, Haseldorf, Kasenort, Uetersen, Elmsborn und Itzehoe vorgesehen. Die Nebenflüsse sind als Bundeswasserstraßen der Zone 2 in [I] definiert und teilweise gezeitenabhängig, wodurch diese bei Niedrigwasser nicht befahren werden können.

Insgesamt beläuft sich die befahrbare Strecke auf ca. 100 km. Das Gesamtfahrtgebiet ist in Abbildung 3 dargestellt. Die in Orange und Gelb dargestellten Routen sind nur mit weitergehenden Einschränkungen auf die Fahrzeuggröße befahrbar.

Die Nebenflüsse Stör, Pinnau und Krückau sind im Fahrtgebiet durch die zweite Deichlinie, auch als Mitteldeich bezeichnet, eingefasst. Die Höhen der Mitteldeiche betragen ca. 4 bis 5 m über Normalnull, was in etwa dem mittleren Wasserstand auf der Elbe und Stör entspricht.

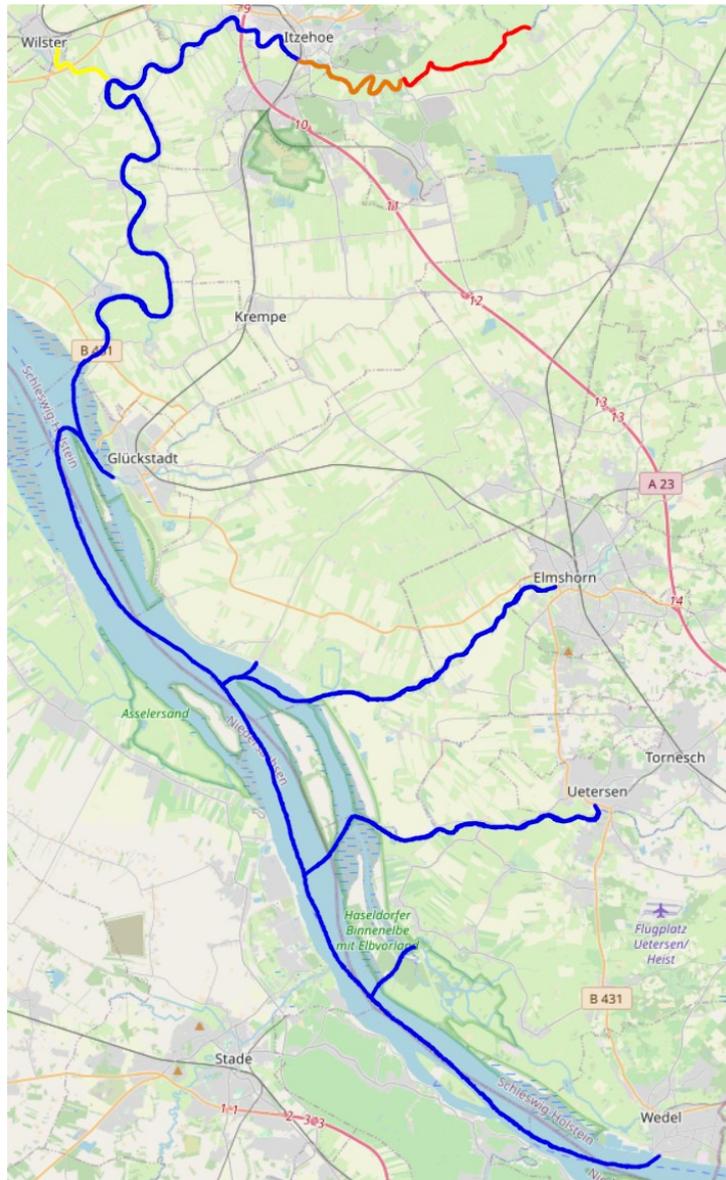


Abbildung 3: Gesamtfahrtgebiet

3.2.1 Nebenarme der Elbe

Zwischen Wedel und der Störmündung gibt es neben dem Hauptstrom noch zahlreiche Nebenarme, die für touristische Fahrten und Naturerlebnisfahrten attraktiv sind. Zu nennen sind zum Beispiel die Haseldorfer Binnenelbe, Pagensander Nebenelbe und Glückstädter Nebenelbe an der Insel Rhinplatte auf der Schleswig-Holsteinischen Elbseite. Die Möglichkeit zur Befahrung der Nebenarme ist stark Wasserstands- und Tidenabhängig. Für die Bestimmung der Fahrtrouten wird deshalb zunächst im Rahmen dieses Umsetzungskonzepts der (häufig längere) Weg durch das Hauptfahrwasser genommen. In der tatsächlichen Planung können dann aber die Nebenarme verwendet werden.

3.2.2 Pinnau

Der befahrbare Teil der Pinnau erstreckt sich von der Elbmündung bis Uetersen. Diese Strecke ist tidenabhängig und kann damit nur eine gewisse Zeit vor und nach HW befahren werden. Die Strecke von Uetersen bis Pinneberg ist aufgrund der niedrigen Wassertiefen nicht befahrbar.

Touristisch relevant ist nur Uetersen auf dieser Strecke mit dem Rosarium, einem Kloster und Museum. Die restliche Fahrtstrecke ist dagegen relativ monoton aufgrund der beidseitigen Eindeichung des Flusses. Zudem gibt es wenig Baumbewuchs entlang des Ufers (siehe [1] und Abbildung 4).



Abbildung 4: Fahrtgebiet Pinnau

3.2.3 Krückau

Die Krückau erstreckt sich von der Elbmündung bis in den Rantzauer See, wobei die Strecke nur von der Elbmündung bis Elmshorn befahrbar ist. Der Wasserstand dieses Nebenflusses ist gezeitenabhängig.

Die Sehenswürdigkeiten in Elmshorn sind touristisch relevant. Die Strecke von der Elbmündung bis nach Elmshorn ist landschaftlich attraktiv, da der Baumbewuchs entlang des Ufers abwechslungsreich ist (siehe [1] und Abbildung 5).

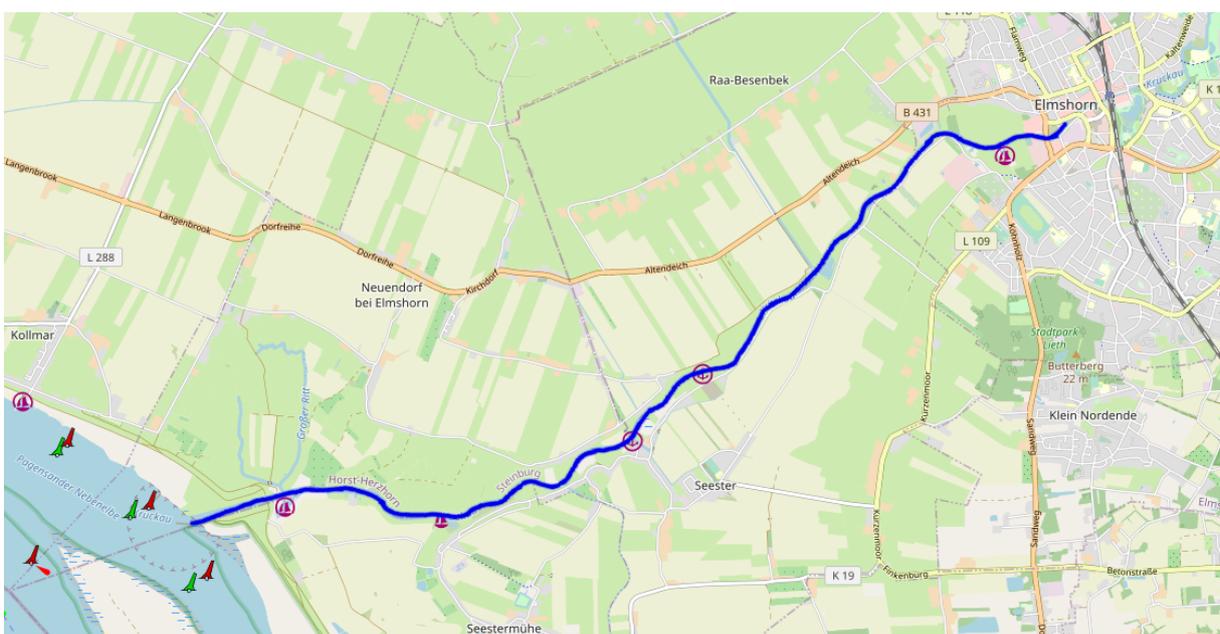


Abbildung 5: Fahrtgebiet Krückau

3.2.4 Stör

Die Stör ist befahrbar von der Elbmündung über Itzehoe bis nach Breitenberg. Die Strecke ist trotz Gezeiten jederzeit befahrbar zumindest bis Breitenberg.

Aufgrund des Gewässerverlaufs der Stör (sehr kurvenreich) ist diese Strecke touristisch relevant (siehe [1] und Abbildung 6).

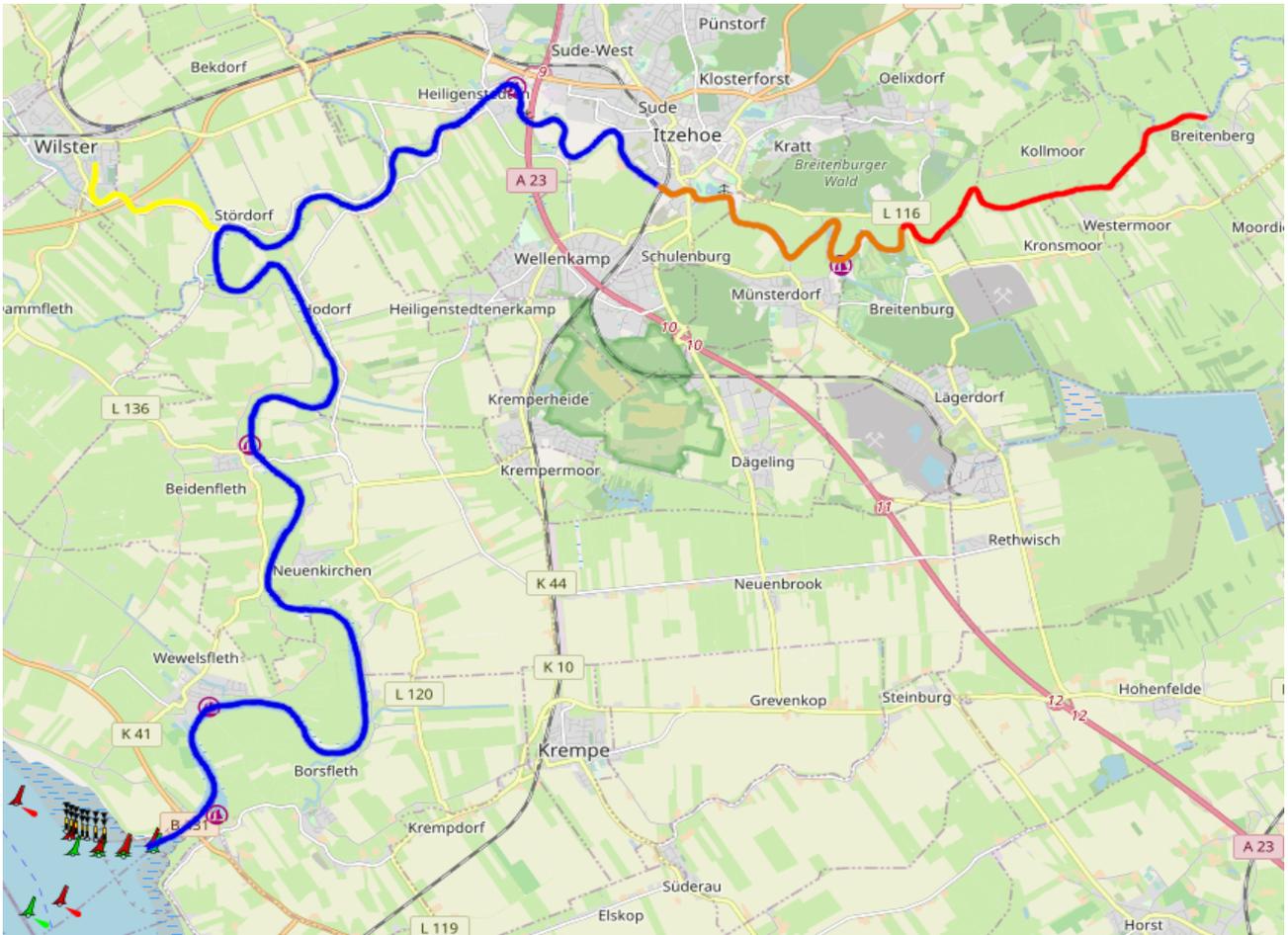


Abbildung 6: Fahrtgebiet Stör

3.2.5 Fahrtrouten und Fahrprofil

Es werden verschiedene Touren in dem potenziellen Fahrtgebiet angenommen, um die Fahrtzeiten zu ermitteln und eine maximale Geschwindigkeit für das Schiff auszulegen. Laut den Ergebnissen der Potentialanalyse [1] sollte eine Fahrt nach Möglichkeit nicht länger als zwei Stunden dauern. Bei längeren Fahrten sollten Ausstiegs- oder Umsteigemöglichkeiten vorgesehen werden.

Es wird eine höhere Geschwindigkeit von 10 bis 12 kn auf der Elbe angenommen. Auf den Nebenflüssen wird wegen der Einschränkung der Gewässer die Geschwindigkeit auf 5-8 kn reduziert. Außerdem werden in den Fahrtzeiten 10 Minuten zum An- und Ablegen sowie 15-minütige Pausen am Ankunftsort berücksichtigt. Mit diesen Geschwindigkeiten erhält man die Fahrtzeiten für unterschiedliche Routen, wie in Tabelle 1 abgebildet. Die

Fahrstrecke nach Breitenberg würde erfordern, dass das Schiff ab Itzehoe eingesetzt wird, da eine Fahrt von Itzehoe nach Breitenberg und zurück bereits ca. 3 h dauert.

Tabelle 1: Fahrtzeiten

Tour	Start	Über	Ziel	Strecke Elbe [nm]	Strecke Nebenflüsse [nm]	Distanz gesamt [nm]	Distanz gesamt [km]	Anzahl Anlegen	Fahrtzeit [h]	Zeit gesamt [h]
1	Wedel	Haseldorf	Kollmar	14,4	3	17,4	32,2	3	1,8	2,6
2	Wedel		Haseldorf	6,4	1,5	7,9	14,6	2	0,8	1,4
3	Wedel		Charterfahrt Elbe	15	0	15	27,78	1	1,5	2,5
4	Wedel	Haseldorf Kollmar	Elmshorn	16,5	8,5	25	46,3	4	3,1	4,0
5	Glückstadt	Kollmar	Haseldorf	12,8	3,0	15,8	29,3	3	1,7	2,4
6	Glückstadt		Itzehoe	4,9	20,7	25,6	47,4	4	3,0	3,9
7	Glückstadt	Kollmar	Elmshorn	6,9	5,5	12,4	23,0	3	1,7	2,4
8	Itzehoe	Breitenberg	Itzehoe	0	13,7	13,7	25,4	3	1,7	2,5
9	Wedel	Haseldorf	Uetersen	11,2	7,9	19,1	35,4	3	2,5	3,3

Dadurch ergeben sich die Fahrprofile für den Basishafen Wedel, wie in Tabelle 2 abgebildet, sowie die Fahrprofile für den Basishafen Glückstadt, wie in Tabelle 3 abgebildet. Die Fahrprofile sind exemplarisch zu verstehen. Aufgrund der tidenabhängigen Befahrbarkeit ist es wahrscheinlich, dass es keinen gleichbleibenden Fahrplan geben wird. Auch ergeben sich durch unterschiedliche Kombinationen der Strecken Linienfahrten und Rundfahrten. Der tatsächliche Fahrplan wird auch durch die sich veränderten Zeiten der Tide bestimmt: Eine Ankunft am Zielort bei Hochwasser morgens um 09.00 ist weniger attraktiv als eine Ankunft um die Mittagszeit. Auf der anderen Seite ermöglichen feste Fahrplantermine, wie zum Beispiel jeden Samstagvormittag eine Fahrt von Wedel nach Kollmar und zurück, eine einfachere Vermarktung.

Tabelle 2: Fahrtprofil Wedel je Woche

Von Wedel	Tour	Anzahl Fahrten	An- Ablegen [h]	Pause [h]	Fahrt Elbe [h]	Fahrt Stör	Fahrt Pinnau/Binnenelbe	Fahrt Krückau	Fahrt Charter [h]	Gesamt [h]	Distanz gesamt [nm]
Mo - Fr	1	4	2,67	2,00	9,60	0,00	4,80	0,00	0,00	19	139
Mo - Fr	2	4	1,00	2,00	4,27	0,00	2,40	0,00	0,00	10	63
Mo - Fr	9	2	2,00	1,00	3,73	0,00	6,32	0,00	0,00	13	76
Mo - Fr	3	1	0,17	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	3	25
Sa	4	1	1,00	0,50	2,75	0,00	1,20	2,20	0,00	8	50
Sa	3	1	0,17	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	3	25
So	4	1	1,00	0,50	2,75	0,00	1,20	2,20	0,00	8	50
So	3	1	0,17	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	3	25
		15	12%	10%	35%	0%	24%	7%	11%	66	454

Tabelle 3: Fahrtprofil Glückstadt je Woche

Von Glückstadt	Tour	Anzahl Fahrten	An- Ablegen [h]	Pause [h]	Fahrt Elbe [h]	Fahrt Stör	Fahrt Pinnau/Binnenelbe	Fahrt Krückau	Fahrt Charter [h]	Gesamt [h]	Distanz gesamt [nm]
Mo - Fr	5	10	7,5	5,	26,7	0,	6,	0,	0,	45	348
Mo - Fr	3	1	0,2	0,3	0,	0,	0,	0,	2,5	3	25
Sa	6	1	0,3	0,5	0,8	5,2	0,	0,	0,	7	50
Sa	3	1	0,2	0,3	0,	0,	0,	0,	2,5	3	25
So	7	1	0,8	0,5	1,2	0,	0,	2,2	0,	5	50
So	3	1	0,2	0,3	0,	0,	0,	0,	2,5	3	25
		15	14%	10%	44%	8%	9%	3%	11%	65	523

Mit einer Verfügbarkeit von 80% der Wochen im Jahr und einer gleichen Aufteilung der Fahrten ab den Basishäfen Glückstadt und Wedel, wird das Fahrprofil aus Tabelle 4 erzeugt.

Tabelle 4: Fahrtprofil Jahr

Wochen im Jahr	Von	Anzahl Fahrten	Gesamt [h]	An- Ablegen	Pause	Fahrt Elbe	Fahrt Stör	Fahrt Pinnau/Binnenelbe	Fahrt Krückau	Fahrt Charter	Distanz gesamt [nm]
21	Wedel	312	1369	12%	10%	35%	0%	24%	7%	11%	9439
21	Glückstadt	312	1359	14%	10%	44%	8%	9%	3%	11%	10878
		624	2729	13%	10%	39%	4%	17%	5%	11%	20317

3.2.6 Regulatorische Anforderungen

Aufgrund des oben beschriebenen Fahrtgebiets ist das Fahrzeug als Binnenschiff zu klassifizieren. Die Flüsse des Fahrtgebiets sind Bundeswasserstraßen (laut Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG)), für deren Befahrung die Seeschiffahrtsstraßen-Ordnung (SeeSchStrO) gilt. Die SeeSchStrO regelt beispielsweise die Beleuchtung eines Schiffes.

Die technischen Anforderungen für Fahrgastbinnenschiffe ergeben sich nach der Binnenschiffsuntersuchungsordnung (BinSchUO) bzw. dem europäischen Standard ES-TRIN, siehe Abbildung 7.

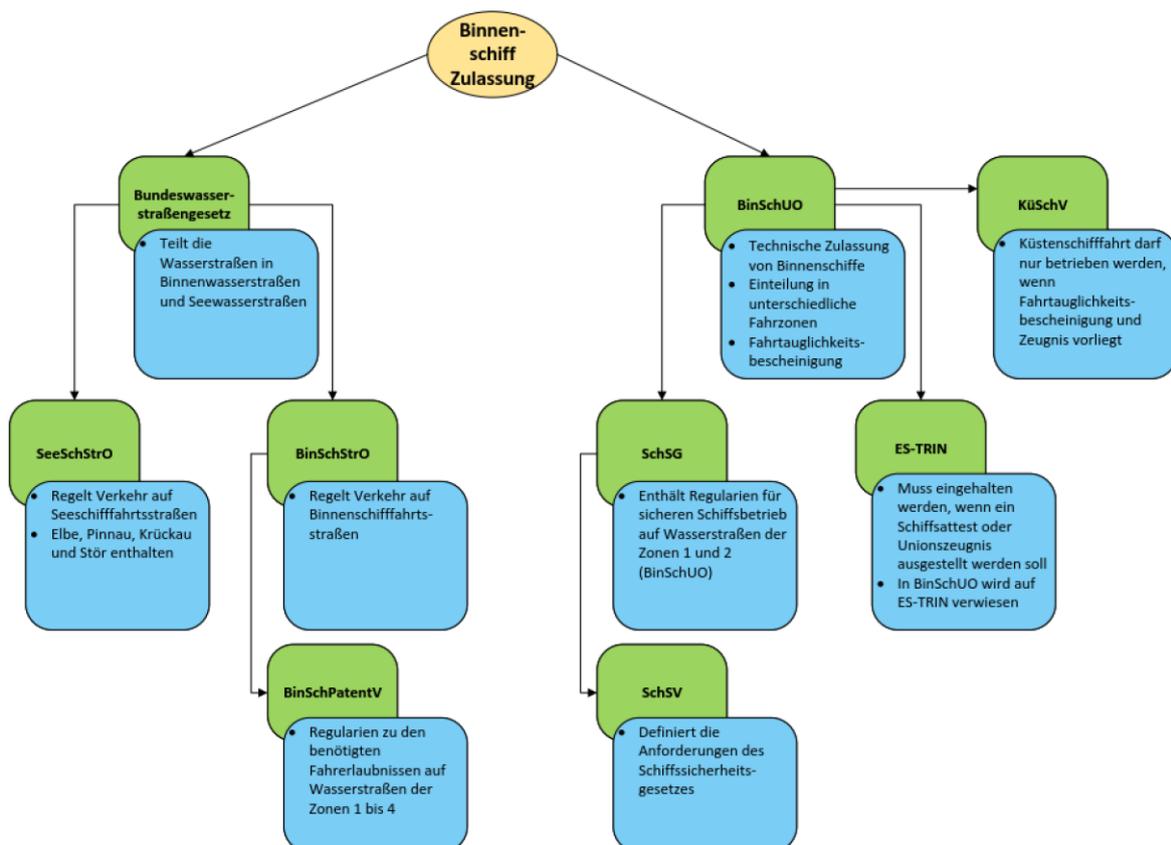


Abbildung 7: Regulatorische Anforderungen

Diese technischen Anforderungen beinhalten bspw. Anforderungen an den Freibord, die Ausrüstung und die Stabilität des Schiffes. Unter Freibord versteht man dabei den Abstand von der Wasseroberfläche zum durchgehenden, geschlossenen Deck.

3.3 Ergebnisse Potentialanalyse

3.3.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Potentialanalyse [1] hat ergeben, dass es sehr gute Marktperspektiven für einen erfolgreichen Betrieb unter Berücksichtigung einiger Voraussetzungen gibt.

Zusammenfassend hat die Potentialanalyse [1] ergeben, dass das Unternehmenskonzept für das Schiff nur mit einer integrierten Gesamtbetrachtung Schiff, Gewässerlandschaft,

Anlegesituation, Angebotsgestaltung sowie Information und Vertrieb erfolgversprechend ist.

Unter landschaftlichen Gesichtspunkten bietet die Elbe das höchste Attraktionspotenzial. Auch Stör und Krückau bieten ein reizvolles Landschaftsbild, sind aber aufgrund der überwiegend beidseitigen Eindeichung im Vergleich zur Elbe etwas weniger attraktiv. Die Pinnau bietet realistischere Weise nur in Verbindung mit Uetersen als Fahrtenziel Attraktionspotenziale für eine Befahrung, da durch die fast vollständige beidseitige Eindeichung mit geringem Baumbestand das Landschaftserlebnis allein nur begrenzte Attraktionspotenziale bietet. Ein erheblicher Vorteil bei Elbe und Stör ist deren gezeitenunabhängige Befahrung, so dass dort täglich zur gleichen Uhrzeit Abfahr- und Ankunftszeiten möglich sind. Landgangpotenziale gibt es an allen vier Gewässern. Ausreichende Attraktionspotenziale als Zielorte für „Städtetouren“ haben auf der Schleswig-Holsteinischen Elbseite realistischere Weise aber nur die größeren Anrainerorte Wedel, Elmshorn, Uetersen mit dem Klosterbezirk, Glückstadt, Itzehoe und Wilster. Für kleinere Anrainerorte gilt dies nur in Verbindung mit einer regional ausstrahlenden Veranstaltung.

Derzeit gibt es mehrere Möglichkeiten für öffentlicher Fahrten zur wasserseitigen Entdeckung der Elbe. Jedoch ist auch zu erwähnen, dass das vorhandene Angebot in den Anrainerorten der Elbe, Wedel ausgenommen (Hamburg-Fahrten Elblinie), vor allem auf den Nebengewässern deutlich reduziert ist. Überhaupt nicht möglich sind Gruppenfahrten mit mehr als 20 Passagieren und die Mitnahme mehrerer Räder. Die aktuelle Infrastruktursituation würde Fahrten auf der Elbe und den drei Nebenflüssen auch bereits sofort möglich machen (auf Krückau und Pinnau gezeitenabhängig). Das An- und Ablegen wäre bis auf Uetersen und Glückstadt in allen Hauptanrainerorten problemlos durchführbar. Entscheidend für die Umsetzungsfähigkeit ist eine Lösung für das uneingeschränkte Anlegen des Schiffes im Außenhafen von Glückstadt (ggf. Errichtung eines neuen Anlegers). Das Konzept basiert auf der Grundlage, dass der Heimathafen Glückstadt realisierbar ist.

Nach Aussage der Potentialanalyse übersteigt die Marktnachfrage nach Fahrten das derzeit mögliche Angebot, so dass für das Schiff gute Marktperspektiven zu vermuten sind. Dies gilt umso mehr mit Blick auf thematische Erweiterungsmöglichkeiten für kulturelle Erlebnisfahrten und vor allem für die Kombination mit Radtouren. Auch in einem ländlichen Raum mit überschaubaren Primärmarktpotenzialen besteht eine ausreichende Marktnachfrage für tägliche Touren mit einem Fahrgastschiff. Wenn man den Kernquellmarkt auf eine halbe Stunde Anfahrtszeit begrenzt und den Großteil der Touren in Glückstadt und Wedel startet, liegen der Marktradius und damit das Marktpotenzial deutlich höher als bei nur einem Ausgangshafen.

Ein wirtschaftlich tragfähiges Betreiberkonzept erfordert eine in etwa paritätische Mischung von öffentlichen Fahrten und Gruppenfahrten. Anders als bei öffentlichen Fahrten ist der Ertrag bei geschlossenen Gruppenfahrten unabhängig von der tatsächlichen Anzahl der Passagiere (geringeres Risiko). Dieses bietet in Kombination mit weiteren Einnahmepotenzialen durch die Integration von Angebotsbausteinen wie z.B. Catering die besten Chancen für ein wirtschaftlich tragfähiges Konzept. Ein Neubau bietet die

einmalige Chance die nautischen Anforderungen und Nutzerwünsche im hohen Maß zu berücksichtigen.

Deutliche Vorteile in der Finanzierung bietet eine interkommunale Eigentümergesellschaft aufgrund der höheren Fördermittelquote. Außerdem können damit die regionalen Interessen im Tourenprogramm besser berücksichtigt werden, selbst wenn der Betrieb an eine private Reederei vergeben werden sollte. Im Betrieb ist, unabhängig von rechtlichen Fragen, ein professionell aufgestellter Reedereibetrieb aufgrund seiner Erfahrungen/Kompetenzen und ggf. auch durch Synergien mit bestehenden eigenen Schiffsverkehren im Vorteil.

3.3.2 Bewertung der Ergebnisse für Phase 2

Folgende Voraussetzungen werden in [1] identifiziert und sollen für die nächste Phase berücksichtigt werden.

- 2 Basishäfen (für maximalen Primärmarkt):
 - Wedel
 - Glückstadt
- Potenzielle Fahrtgebiete:
 - Elbe (Wedel bis Einmündung Stör)
 - Pinnau (bis Uetersen)
 - Krückau (bis Elmshorn)
 - Stör (bis Breitenburg inklusive Wilster auf Wilster Au)
- Anleger von WSA zugelassen
- Fahrtkonzepte:
 - Linienverkehr und Rundfahrten
 - Gruppenfahrten (z.B. Hochzeiten, Firmenfeiern usw.)
 - Naturerlebnisfahrten
 - Kulturfahrten mit Veranstaltungen
 - 2-4 Touren am Tag (bis zu 10 Stunden)
- Passagierkapazität ca. 100 Pax
- Auslastung von ca. 70% wünschenswert
- Maximaler Tiefgang 0,6 m
- Maximale Breite 6,7 m (Schleuse Kasenort für Wilster Au; die Durchfahrtsbreite wurde durch eine Nachmessung des Betreibervereins bestätigt.)
- Aufbereitungsküche (Angebot Catering/Imbiss)
- WCs (Geschlechtertrennung und behindertengerecht)
- Fahrradmitnahme (bis zu 50)
- Offenes Deck mit Sitzmöglichkeiten, wenn möglich als Oberdeck für größere Sichtweite für Passagiere
- Einfacher und barrierefreier Ein- und Ausstieg (Rollstuhl, Rollator, Kinderwagen und Fahrrad)
- Innenraum:
 - Heizung und Klimaanlage
 - Variabel gestaltbar für unterschiedliche Veranstaltungen

- Grundausrüstung für Veranstaltungen
- Besatzung:
 - 1 Schiffsführer
 - mindestens 1 Matrose
- Betrieb und Finanzierung:
 - Zuverlässiger Betrieb (Wartungsarm und einfache Reparatur)
 - Umweltfreundlich und technisch innovativ
 - Verschiedene Finanzierungs- und Betriebsmodelle möglich (Privat und öffentlich)
 - Kein Verlust durch Betrieb
 - Ohne Zuschuss von öffentlichen Geldern

3.4 Mindest- und Zusatzanforderungen

Das Schiff und Betriebskonzept müssen folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- Naturraum der Nebenflüsse der Elbe soll erlebbar sein, dazu müssen die Gewässer befahren werden können.
- Das Schiff soll sowohl Ausflugs- als auch Eventfahrten ermöglichen; soweit es die Tide zulässt, können auch Linienfahrten geplant werden.
- Das Schiff soll wirtschaftlich, d.h. kostendeckend, betrieben werden können.
- Die technische Wartung soll vor Ort erfolgen können, um den durchgängigen Betrieb sicherstellen und die Kompetenz lokaler Unternehmen fördern zu können.
- Die Bordgastronomie soll eine ansprechende Versorgung sowohl auf Ausflugsfahrten als auch (mit Unterstützung durch zusätzliches externes Catering) auf Eventfahrten gewährleisten.

Folgende Zusatzanforderungen müssen nicht zwangsläufig erfüllt werden:

- Die Mitnahmemöglichkeiten für Fahrräder können (zeitweise) zu Gunsten von anderen Kapazitäten reduziert werden.

3.5 Allgemeine Anforderungen an das Schiff

3.5.1 Entwurfsgrundlagen

Um die Anforderungen zu erfüllen, muss das Schiff passende Dimensionen einhalten. Diese berücksichtigen die maximalen Abmessungen von Schleusen, Brücken und Sperrwerken sowie Wasserstände der zu befahrenden Gebiete.

Außerdem sind aus Kapitel 3.3 verschiedene Anforderungen an das Fahrgastschiff identifiziert worden, welche durch die Ausstattung an Bord umgesetzt wird. Dies sind die Entwurfsgrundlagen für das Schiff.

3.5.1.1 Dimensionen

Um auf den potenziellen Fahrtgebieten fahren zu können, dürfen folgende Dimensionen nicht überschritten werden:

Tabelle 5: Schiffsabmessungen

Dimension	Begründung	Einheit	Maß
Länge	Hafen Uetersen und Elmshorn max. Breite ca. 35-40 m (Hafen Wilster max. Breite ca. 20-25 m)	m	35,0 (20,0)
Breite	Kapitän Jürs Brücke Elmshorn (Schleuse Kasenort nach Wilster)	m	11,5 (6,7Kase)
Tiefgang	Befahrung der Nebenflüsse	m	0,6
Höhe über Wasser (Brückentauglichkeit)	Störbrücke A23 (Fahrt nach Breitenburg hinter Itzehoe bzw. weiter Richtung Breitenberg)	m	18,5 (3,5 / 2,85)

3.5.1.2 Geschwindigkeit und Manövrierfähigkeit

Wie in Abschnitt 3.5.3 beschrieben, soll eine Geschwindigkeit von 12 kn durchs Wasser erreicht werden. Unter Berücksichtigung von Fahrten mit und gegen den Tidenstrom ergibt sich damit auch eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 12 kn über Grund auf der Elbe. Der Rumpf soll dabei ein weiches Wellenverhalten, unter Berücksichtigung der Wellenhöhe auf der Elbe, aufweisen. Da ein Hauptzweck des Schiffes die Befahrung der Nebenarme und Nebenflüsse ist, wo sich häufig ändernde Wassertiefen vorliegen, müssen mögliche Grundberührungen bei dem Entwurf der Rumpfform und der Maschinenanlage mitberücksichtigt werden.

Auf den Nebengewässern wird von einer Geschwindigkeit von 5 bis 8 kn ausgegangen.

Die Manövrierfähigkeit des Schiffes ist im Zusammenhang mit dem Fahrtgebiet eine wichtige Anforderung. Die Nebenflüsse, vor allem die Stör, haben viele Kurven und Bauwerke. Bei Sperrwerken und Schleusen ist eine gute Manövrierfähigkeit gefordert, um Schäden durch Zusammenstöße zu vermeiden. Durch die Manövrierorgane soll auch ein sicheres und schnelles An- und Ablegen sichergestellt werden. Während der Liegezeiten an einem Anleger sollte keine Vertäuung des Schiffes benötigt werden. Eine weitere Anforderung an die Manövrierfähigkeit ist das Wenden in schmalen Gewässern, so dass eine 180° Drehung in einem kleinen Bereich durchgeführt werden kann.

3.5.1.3 Ausstattung

Um die Anforderungen zu erfüllen, soll das Schiff folgende Ausstattung besitzen:

- Ein- und Ausstiegsrampe, wenn nötig mehrere unter Berücksichtigung der Anleger, oder anlegen am Strand. Nach Rücksprache mit dem Steuerkreis wird im Regelfall vom Anlegen an Pontonanlegern oder Schiffsbrücken ausgegangen. Das Konzept sollte einen Ausstieg auf unterschiedlichen Höhen ermöglichen. Zusätzlich soll die Möglichkeit bestehen über einen mobilen Landgang seitlich auf die Böschung aussteigen zu können. Welche Anlegemöglichkeiten in freier Natur in Betracht kommen könnten, wird durch den Steuerkreis geprüft. Von einem Bugausstieg wird Abstand genommen.
- Geforderte Rettungsausrüstung für Passagieranzahl und Binnenschiffe

- Geforderte Außenbeleuchtung für Binnenschiffe
- Geforderte Kommunikationsmittel für Binnenschiffe
- Nautische Instrumente für Binnenschiffe
- Fahrstand unter Berücksichtigung von 2-Mann-Betrieb
- Aufbereitungsküche
- Mindestens 3 WCs (Geschlechtertrennung und behindertengerecht)
- Heizung und Klimaanlage im Innenraum für einen Ganzjahresbetrieb
- Veranstaltungsausstattung (Lautsprecher, Tische, Beleuchtung)
- Ausreichend Sitzmöglichkeiten innen und außen: Alle Gäste sollen Sitzmöglichkeiten haben. Eine Aufteilung in unterschiedliche Räume/Bereiche auch über unterschiedliche Decks wird bevorzugt.
- Möglichkeit zur Fahrradmitnahme (eine Mitnahmekapazität von bis 50 Fahrrädern ist zu prüfen)

3.5.2 Zusammenfassung der Ziele

Durch die Anforderungen werden einige notwendige Merkmale identifiziert, die das Schiff besitzen soll:

- Passagierkapazität bis zu 100 Personen
- Innenbereich mit variablen Veranstaltungsmöglichkeit
- Offenes Deck (Oberdeck für bessere Sicht)
- Barrierefreie Ein- und Ausstiegsmöglichkeiten, wobei die Barrierefreiheit kann auf Teile des Schiffes beschränkt werden. Es müssen aber alle gewünschten Funktionen in dem zugänglichen Bereich verfügbar sein.
- Wenig Lärm- und keine Abgasbelastung der Passagiere bei Fahrt: Eine Hybrid-Antriebsvariante mit einer Kombination von unterschiedlichen Energieträgern/Speichern wird vom Steuerkreis als sinnvoll mitgetragen.
- Rumpfform mit guten Welleneigenschaften, geringem Tiefgang und Widerstand
- Manövrierorgane für An- und Ablegemanöver sowie drehen im geringen Radius

3.5.3 Anforderungen aus dem Fahrtgebiet

In Abbildung 3 wird das Gesamtfahrtgebiet gezeigt. In blau sind die Fahrtgebiete gekennzeichnet, welche den Dimensionseinschränkungen der Tabelle 5 unterliegen. In Orange ist das Fahrtgebiet gekennzeichnet, welches einer Höheneinschränkung von 3,5 m unterliegt, auf der Stör zwischen Itzehoe und Breitenburg. In Rot ist das Fahrtgebiet mit einer Höheneinschränkung von 2,65 m gekennzeichnet, auf der Stör zwischen Breitenburg und Breitenberg. In Gelb ist das Fahrtgebiet auf der Wilster Au, zwischen Wilster und der Schleuse Kasenort, mit einer maximalen Durchfahrtsbreite von 6,7 m und einer Höhenbeschränkung von 6,0 m gekennzeichnet. Weitere Beschreibungen zu den Beschränkungen befinden sich im weiteren Verlauf dieses Abschnitts unter den Anforderungen der einzelnen Fahrtgebiete.

3.5.3.1 Elbe

Auf der Elbe hat das Schiff keinerlei Beschränkungen mehr hinsichtlich der Wassertiefe und Breite der Fahrwasser und kann somit mit einer höheren Geschwindigkeit fahren. Dort ist jedoch zu beachten, dass der Schiffsverkehr auch mit großen Schiffen sehr hoch ist. Gerade die großen Schiffe können einen mitunter erheblichen Wellenschlag verursachen. Abhängig vom Tidezyklus kann die Strömung um bis zu 2 kn mit oder gegen die Fahrtrichtung variieren. Auf dem offenen Gewässer bilden sich abhängig von Wind- und Strömungssituation kurze und steile Wellen, die bei der Entwicklung der Rumpfform berücksichtigt werden sollten, um eine ruhige Fahrt zu ermöglichen. In diesem Gebiet sind keine Dimensionseinschränkungen durch Bauwerke oder Wassertiefen vorhanden.

Von der Elbe aus ist der Dampferanleger am Hafen von Kollmar uneingeschränkt erreichbar.

Der Hafen von Haseldorf ist über die Haseldorfer Binnenelbe in einer Entfernung von ca. 1,5 nm (2,8 km) von der Elbe aus erreichbar. Dieser Nebenfluss ist tidenabhängig nur bei Hochwasser zu befahren. Das Hafenbecken hat eine Breite von ca. 22 m. Deshalb müsste vor dem Hafen manövriert werden. Vor dem Hafen befindet sich eine Barre, die bei der Planung der Manöver zu berücksichtigen ist. Das Fahrzeug sollte auch deshalb über eine sehr gute Manövrierfähigkeit verfügen.

3.5.3.2 Pinnau

Mit einem mittleren Hochwasserstand von 1,71 m über Normalhöhennull (NHN) und einem mittleren Niedrigwasserstand von -0,49 m über NHN bei Uetersen ist die Pinnau ein Fluss, der tidenabhängig ist und nur bei Hochwasser befahren werden kann.

Zwischen der Pinnaumündung in der Elbe und Uetersen sind 4,9 nm (9,0 km) zu fahren. In Höhe des Stichhafens Uetersen hat der Fluss eine Breite von ca. 40 m, es besteht jedoch ein kleines Hafenbecken mit einer Länge von ca. 170 m und einer Breite von ca. 30 m.

Es bestehen zwei Bauwerke mit einer maximalen Durchfahrtsbreite von 20 m:

- Sperrwerk Pinnau
- Klevendeicher Drehbrücke

3.5.3.3 Krückau

Mit einem höchsten Hochwasserstand von 2,39 m über NHN und einem niedrigsten Niedrigwasserstand von -0,02 m über NHN bei Elmshorn ist die Krückau ein Fluss, der tidenabhängig ist und nur bei mittlerem oder höherem Wasserstand befahren werden kann.

Zwischen der Krückaumündung und Elmshorn sind 5,5 nm (10,2 km) zu fahren. In Höhe des Stadthafens Elmshorn hat der Fluss eine Breite von ca. 30 m. Es gibt jedoch ein kleines Hafenbecken mit einer Länge von ca. 35 m und einer Breite von ca. 12 m.

Es bestehen 2 Bauwerke mit einer maximalen Durchfahrtsbreite von 11,5 m:

- Sperrwerk Krückau

- Kapitän Jürs Brücke (Hebebrücke)

3.5.3.4 Stör

Die Stör ist unabhängig von der Tide zu jeder Zeit befahrbar.

Zwischen der Störmündung und Itzehoe sind ca. 13,7 nm (25,3 km) zu fahren. Dort ist der Fluss ca. 60 m breit.

Bis Itzehoe bestehen zwei Bauwerke mit einer lichten Durchfahrtsbreite von 22 m und einer Durchfahrtshöhe von 18,5 m:

- Sperrwerk Stör
- Störbrücke A23

Von Itzehoe in Richtung Breitenberg ist eine weitere Fahrt von 7,1 nm (13,1 km) möglich. Hinter Itzehoe bis Breitenberg bestehen drei weitere Bauwerke mit folgenden maximalen Durchfahrtshöhen:

- Marschbahnbrücke (3,5 m max. Durchfahrtshöhe)
- Delftorbrücke (3,55 m max. Durchfahrtshöhe)
- Breitenberger Fähre (2,65 m max. Durchfahrtshöhe)

Um auch Wilster anzufahren ist eine Durchfahrt durch die Schleuse Kasenort mit einer maximalen Durchfahrtsbreite von 6,7 m nötig. Das Hafenbecken von Wilster ist ca. 140 m lang mit einer Breite von ca. 20 m. Zwischen der Schleuse Kasenort und Wilster befindet sich ein Bauwerk mit einer Durchfahrtshöhe von 6 m:

- Brücke B5

3.6 Allgemeine Anforderungen Betriebskonzepte

Für das Umsetzungskonzept sollen verschiedene Betriebskonzepte erarbeitet und verglichen werden. Als mögliche Betriebskonzepte sind bisher vorgesehen:

1. Eigner des Fahrzeugs ist eine Besitzgesellschaft im Eigentum der beteiligten Gebietskörperschaften. Das Fahrzeug wird zum Betrieb einem Verein überlassen. Der Verein ist zuständig für die Bereitstellung des Personals für den Schiffsbetrieb und die Wartung. Der Verein betreibt die Bordgastronomie oder vergibt diese an einen Betreiber. Die Vermarktung und Buchungsverwaltung der Touren erfolgt durch den Verein mit Unterstützung der Tourismusfördergesellschaften. Der Verein trägt die laufenden Betriebs- und Wartungskosten. Für den Betrieb werden vorwiegend Nebenerwerbskräfte eingesetzt. Bei größeren Instandhaltungsmaßnahmen wird der Eigner mit eingebunden.
2. Der Betrieb und die Vermarktung werden vollständig an eine Reederei übergeben. Das Schiff wird gegen Entgelt gestellt (sog. „Bareboat Charter“) oder wird durch die betreibende Reederei beschafft.
3. Die Beschaffung, der Betrieb und die Vermarktung erfolgen vollständig unter der Verantwortung und durch Personal des Eigners, d.h. einer Besitz- und Betriebsgesellschaft im Eigentum der beteiligten Gebietskörperschaften.

Bei der touristischen Vermarktung kann Holstein Tourismus als übergeordnete Vereinigung unterstützen. Ferner kann die Vermarktung und auch das Buchungsgeschäft über die Glückstadt Destination Management GmbH, Wedel-Marketing, Tourismus in Marsch und Geest e.V., Verkehrs- und Bürgerverein (VBV), Stadtmanagement Itzhoe, Wilstermarsch Service GmbH und weitere Institutionen erfolgen.

4 TECHNISCHES KONZEPT

4.1 Technische Entwurfsgrundlagen

4.1.1 Grundanforderungen Schiff

Da das Naturerlebnisschiff auf Bundeswasserstraßen fahren soll, unterliegt das Schiff, wie in Abschnitt 3.1 bereits beschrieben, bestimmten Regularien. Aus diesen Regularien ergeben sich technische Anforderungen die einzuhalten sind. Darüber hinaus sind die allgemeinen Anforderungen zu erfüllen, siehe Abschnitt 3.5. Hieraus ergeben sich folgende Anforderungen an das Schiff:

- Geeignetes und effizientes Antriebssystem: Berücksichtigung moderner Umweltansprüche, hohe Manövrierfähigkeit für das Fahren und Drehen in den engen Gewässern und leiser und emissionsarmer Betrieb für ein direktes Umwelterlebnis.
- Ansprechende Fahrgasträume zur Unterbringung der Fahrgäste, sowohl im Innen- und Außenbereich. Die Räumlichkeiten müssen über großzügige Fenster verfügen, um ein ansprechendes Umwelterlebnis zu ermöglichen. Die Räume schließen ein Sanitärräume, einen Cateringbereich und geeignete Veranstaltungstechnik.
- Technische Räume zur Unterbringung von Schiffssystemen bspw. Generatoren, Tanks und Energiespeichern.
- Steuerhaus zum Führen des Schiffes (Navigation, Nautik, Kommunikation und Überwachung)
- Landgangbereich zum Übersetzen der Fahrgäste

4.1.2 Ausstattung

Für die Versorgung der Fahrgäste an Bord wird eine Warmhalteküche mit entsprechenden Ausgabemöglichkeiten vorgesehen. Darüber hinaus sollte es weitere Servicemöglichkeiten oder Lagerräume geben, die bei Bedarf ein erweitertes Catering mit externer Unterstützung ermöglichen. Der erforderliche Bedarf an elektrischer Leistung und Betriebsstoffen ist in den Schiffsbilanzen zu berücksichtigen. Um das Schiff für Veranstaltungen nutzen zu können, muss eine ansprechende Veranstaltungstechnik mit Lautsprechern in allen Räumen vorgesehen werden.

4.1.3 Energiebilanz

Die Energiebilanz stellt den elektrischen Verbrauch der Erzeugung bzw. Bereitstellung gegenüber. Aus der Energiebilanz geht die benötigte Leistungserzeugung an Bord des Schiffes hervor. Hierfür sind die einzelnen Systeme mit ihrem jeweiligen Leistungsbedarf aufgelistet. Zusätzlich sind für jedes System zwei Faktoren berücksichtigt: Der Gleichzeitigkeitsfaktor und der Auslastungsfaktor. Der Gleichzeitigkeitsfaktor spiegelt den Anteil der Betriebszeit des Systems an der Gesamtzeit wider. Der Auslastungsfaktor zeigt die durchschnittliche Auslastung des Systems während des Betriebes. Mit Hilfe der

Faktoren und der Nennleistung der einzelnen Systeme lassen sich die Gesamtnennleistung, die Spitzenlast sowie die Dauerleistung bestimmen. Damit lässt sich die Gesamtleistungsfähigkeit des Bordsystems zur Bereitstellung und Verteilung von Leistung ermitteln. Aus der Dauerleistung und den Einsatzzeiten aus dem Fahrprofil (siehe Abschnitt 3.2.5) kann dann der Gesamtenergiebedarf bestimmt werden.

4.1.3.1 Leistungsbedarf

Der Leistungsbedarf setzt sich aus Bordbetrieb, der „Hotellast“ für die Versorgung der Fahrgäste sowie der benötigten Antriebsleistung zusammen. Die ersten beiden Positionen werden als Hilfsleistung betrachtet. Diese ist überwiegend von der Tageszeit, Jahreszeit und Art der Reise abhängig. Die Antriebsleistung ist hingegen sehr stark vom Fahrtgebiet abhängig.

Die Antriebsleistung ergibt sich aus dem Schiffswiderstand bei Fahrt, der Fahrtgeschwindigkeit und des hydrodynamischen Wirkungsgrades des Antriebs. Durch die Verwendung von passenden Vergleichsschiffen kann eine Leistungsprognose für das Schiffskonzept erstellt werden. Aus der Leistungsprognose ergeben sich die erforderlichen Antriebsleistungen in den unterschiedlichen Bereichen des Fahrtgebiets. Die Leistungsprognose über die Vergleichsschiffe ist mit einer gewissen Ungenauigkeit belegt. Zur Ermittlung des Schiffsgewichts und zur Kostenermittlung wird sie aber für ausreichend erachtet. Abbildung 8 zeigt das Ergebnis der Leistungsprognose. Für eine Fahrtgeschwindigkeit von 12 kn wird eine Leistung von ca. 315 kW abgeschätzt.

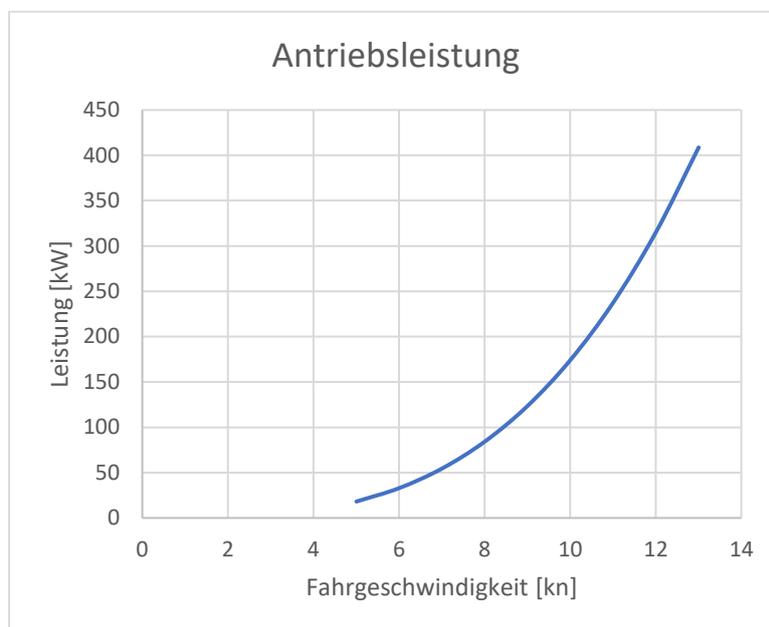


Abbildung 8: Leistungsprognose

Zu beachten ist, dass die Antriebsanlage typischerweise nur zu 85 % ausgelastet wird, um Reserven für Lastspitzen vorzuhalten.

Die Anteile der einzelnen Systeme sind in der folgenden Tabelle 6 gezeigt.

Tabelle 6: Energiebilanz

System	Nennleistung [kW]	Auslas- tungsfak- tor	Spitzen- last [kW]	Gleichzei- tigkeits- faktor	Dauer- leistung [kW]
Antriebssystem	375	-	318,75	-	191,25
Schiffsantrieb	375	85%	318,75	60%	191,25
Bordbetrieb	57	-	46,7	-	11,4
Abwassersystem	3	70%	2,1	70%	1,5
Frischwassersystem	3	60%	1,8	30%	0,5
Navigation und Nautik	2	100%	2,0	90%	1,8
Kraftstoffsystem	4	70%	2,8	60%	1,7
Kühlwassersystem	3	70%	2,1	70%	1,5
FiFi & FiDe system	3	100%	3,0	10%	0,3
Lenzsystem	2	80%	1,6	40%	0,6
Hydrauliksystem	4	70%	2,8	60%	1,7
Druckluftsystem	3	50%	1,5	30%	0,5
Bugstrahlruder	30	90%	27,0	5%	1,4
Hotelbetrieb	28	-	17,8	-	10,3
Beleuchtung	2	80%	1,6	80%	1,3
Klima und Lüftung	15	60%	9,0	50%	4,5
Veranstaltungstechnik	3	80%	2,4	30%	0,7
Cateringausstattung	8	60%	4,8	80%	3,8
GESAMT	460	-	383	-	213,0

4.1.3.2 Energiebedarf

Mit der Leistungsprognose und Energiebilanz sowie den Fahrprofilen aus Abschnitt 3.2.5 lässt sich der durchschnittliche Energiebedarf zum Betrieb des Fahrzeugs ermitteln. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Energie in elektrischer Form bereitgestellt wird. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 bis Tabelle 9 für einen wöchentlichen Betrieb ab Wedel bzw. Glückstadt sowie im Durchschnitt dargestellt.

Tabelle 7: Energieverbrauch Fahrprofil ab Wedel je Woche

Beschreibung	Anteil Betriebszeit [%]	Betriebszeit [h]	Bord- Hotelleistung [kW]	Auslastung Antrieb [%]	Antriebsleistung [kW]	Gesamtleistung [kW]	Energieverbrauch [kWh]
An-/ Ablegen	12%	8,17	21,7	45%	167	188	1537
Pause	10%	6,75	21,7	0%	0	22	146
Fahrt Elbe	35%	23,10	21,7	85%	315	336	7766
Fahrt Stör	0%	0,00	21,7	23%	85	107	0
Fahrt Pinnau/ Binnenelbe	24%	15,92	21,7	10%	37	59	935
Fahrt Krückau	7%	4,40	21,7	10%	37	59	258
Fahrt Charter	11%	7,50	21,7	50%	185	207	1550
Ergebnis	100%	65,84	21,7	44%	163	185	12193

Tabelle 8: Energieverbrauch Fahrprofil ab Glückstadt je Woche

Beschreibung	Anteil Betriebszeit [%]	Betriebszeit [h]	Bord- Hotelleistung [kW]	Auslastung Antrieb [%]	Antriebsleistung [kW]	Gesamtleistung [kW]	Energieverbrauch [kWh]
An- Ablegen	14%	9,08	21,7	45%	167	188	1709
Pause	10%	6,75	21,7	0%	0	22	146
Fahrt Elbe	44%	28,63	21,7	85%	315	336	9627
Fahrt Stör	8%	5,18	21,7	23%	85	107	553
Fahrt Pinnau/Binneneelbe	9%	6,00	21,7	10%	37	59	352
Fahrt Krückau	3%	2,20	21,7	10%	37	59	129
Fahrt Charter	11%	7,50	21,7	50%	185	207	1550
Ergebnis	100%	65,34	21,7	52%	194	215	14067

Tabelle 9: Durchschnittlicher Energieverbrauch Fahrprofil je Woche

Beschreibung	Anteil Betriebszeit [%]	Betriebszeit [h]	Bord- Hotel-leistung [kW]	Auslastung Antrieb [%]	Antriebsleistung [kW]	Gesamtleistung [kW]	Energieverbrauch [kWh]
An- Ablegen	13%	8,63	21,7	45%	167	188	1623
Pause	10%	6,75	21,7	0%	0	22	146
Fahrt Elbe	39%	25,87	21,7	85%	315	336	8696
Fahrt Stör	4%	2,59	21,7	23%	85	107	276
Fahrt Pinnau/Binneneibe	17%	10,96	21,7	10%	37	59	643
Fahrt Krückau	5%	3,30	21,7	10%	37	59	194
Fahrt Charter	11%	7,50	21,7	50%	185	207	1550
Ergebnis	100%	65,59	21,7	48%	178	200	13130

4.1.4 Land-Infrastruktur

Für das Betreiben des Naturerlebnisschiffes sollte die Land-Infrastruktur entsprechend vorhanden sein. Hierzu zählt vor allem der elektrische Landanschluss. Über den Landanschluss wird das Bordnetz während längeren Hafenziegezeiten versorgt und die Batterien geladen.

Des Weiteren sollte die Möglichkeit für die Betankung von Kraftstoff und Frischwasser und die Entsorgung von Grau- bzw. Schwarzwasser vorhanden sein. Je nach Wahl des Kraftstoffes ist die Betankung per LKW vorzusehen. Dieselkraftstoff ist momentan der einzige Kraftstoff, der an vorhandenen Schiffstankstellen oder von Bunkerschiffen aufgenommen werden kann. Für alternative Kraftstoffe müssen andere Betankungsmöglichkeiten gefunden werden.

Die oben erwähnten Voraussetzungen für die Land-Infrastruktur gelten sowohl für einen oder mehrere Basishäfen.

Darüber hinaus sollte die Land-Infrastruktur so beschaffen sein, dass die Landgänge auch für Personen mit eingeschränkter Mobilität passierbar sind, d.h. keine großen Neigungen und kleiner Abstand zwischen Schiff und Anleger.

4.2 Antriebskonzept

4.2.1 Grundlagen

Der Vortrieb des Schiffes erfolgt grundsätzlich über ein modernes effizientes Propulsionssystem. Für eine gute Manövrierfähigkeit auf kleinem Raum wäre die Verwendung von Ruderpropellern von Vorteil. Durch die Begrenzung des Tiefgangs auf lediglich 0,6 m

gestaltet sich dies allerdings als schwierig, da es keine Standardantriebe mit einem entsprechenden Propellerdurchmesser für den erforderlichen Leistungsbedarf gibt. Stattdessen wird eine Kombination von zwei konventionellen Wellenanlagen mit Festpropellern und Hochauftriebsrudern verwendet. Für den Antrieb der Propeller gibt es verschiedene Möglichkeiten. So können die Propeller direkt von Verbrennungsmotoren oder von Elektromotoren betrieben werden. Die elektrische Leistung für die Motoren wiederum kann durch Generatoren mit Verbrennungsmotoren, durch Brennstoffzellen oder Energiespeicher wie Batterien bereitgestellt werden. Kombinationen von den genannten Varianten sind ebenfalls möglich. Neben der Antriebsleistung ist der weitere Bordleistungsbedarf bereitzustellen (wie in Abschnitt 4.1.3.1 erläutert).

Im Folgenden werden einige der Wahlmöglichkeiten für die Leistungsbereitstellung vorgestellt (siehe Abschnitt 4.2.2). Darauf aufbauend werden verschiedene Antriebskonzepte für das Naturerlebnisschiff entwickelt (siehe Abschnitt 4.2.4). Diese werden im Anschluss vergleichend bewertet (siehe Abschnitt 4.2.5).

4.2.2 Leistungsbereitstellung

Für die Leistungsbereitstellung gibt es grundsätzlich die Möglichkeit direkt eine Verbrennungskraftmaschine zu verwenden, wobei unterschiedliche Kraftstoffe zum Einsatz kommen können. Außerdem kann mit Verbrennungskraftmaschinen ein elektrisches Antriebssystem betrieben werden („diesel-elektrischer Antrieb“). Alternativ oder ergänzend können Brennstoffzellen sowie Batterien oder andere Speicher verwendet werden. Auch können verschiedene Varianten miteinander kombiniert werden. Im Folgenden werden die einzelnen Komponenten und Varianten weiter erläutert.

4.2.2.1 Verbrennungsantrieb

Ein Verbrennungsantrieb nutzt die gespeicherte chemische Energie des Kraftstoffes und wandelt diese in mechanische Energie um. Der Kraftstoff wird in der Verbrennungsmaschine (Motor) verbrannt, wodurch der Motor angetrieben wird. Diese Energieumwandlung (chemisch in mechanisch) wird wiederum genutzt um den Propeller oder einen elektrischen Generator anzutreiben. Letzterer erzeugt wiederum Strom für den Bordbetrieb, siehe folgende Abbildung 9. Eine derartige Verbrennungsmaschine kann mit unterschiedlichen Kraftstoffen angetrieben werden. Hierbei sind im Wesentlichen flüssige und gasförmige Kraftstoffe zu unterscheiden.

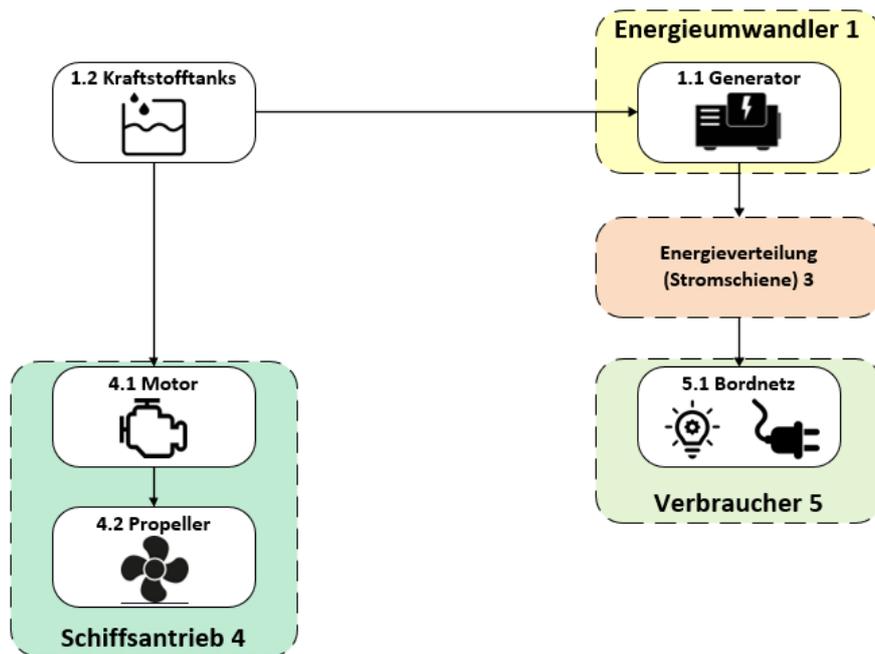


Abbildung 9: Prinzip eines Verbrennungsantriebs

Ein flüssiger Kraftstoff wie Diesel, Gas-to-Liquid (GTL), Power-To-Liquid (PTL) oder Methanol wird in strukturellen Tanks gelagert und weist im Vergleich zu gasförmigen Kraftstoffen in den meisten Fällen eine höhere Energiedichte auf.

Von der Emissionsseite betrachtet sind die Kraftstoffe aus fossilem Ursprung wie Diesel und GTL für die Umwelt sehr schädigend. Zudem ist nicht nur die Förderung selbst, sondern auch die Weiterverarbeitung zu dem Kraftstoff schädlich für die Umwelt. Die Kraftstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen und hergestellt unter Einsatz von Ökostrom wie PTL und grünes Methanol sind umweltfreundlicher in der Verbrennung, aber teilweise auch klimaschädlich in der Herstellung.

Gasförmige Kraftstoffe sind schwieriger zu lagern als flüssige Kraftstoffe. Die Tanks sind entweder als Drucktanks, als Kryotanks oder als Hybridspeicher ausgeführt. Die Energiedichte gasförmiger Kraftstoffe ist im Vergleich zu flüssigen Kraftstoffen, aufgrund der geringeren Dichte, deutlich niedriger. Gasförmige Kraftstoffe sind bspw. Wasserstoff, Compressed Natural Gas (CNG), Liquefied Natural Gas (LNG) oder Power-to-Gas (PTG). Für die Lagerung dieser Kraftstoffe sind spezielle Anforderungen bspw. für die Brandbekämpfung zu beachten.

Bei der Umweltfreundlichkeit sticht hier besonders der Wasserstoff, insbesondere grüner Wasserstoff, hervor. Dieser Wasserstoff wird per Elektrolyse mithilfe von erneuerbaren Energien (Wind- oder Sonnenenergie) erzeugt und ist damit besonders umweltfreundlich. In der Region des Fahrtgebiets gibt es bereits Entwicklungsprojekte für eine zukünftige Produktion von synthetischen Kraftstoffen im industriellen Maßstab, z.B. das Real-labor Westküste 100 (siehe [6]). Hier könnte für den Betrieb eine Kooperation aufgebaut werden. Prozesswasserstoff oder „grauer Wasserstoff“, der für die chemische Industrie mit konventionellen Energieträgern gewonnen wird, hat hingegen keine so gute Umweltfreundlichkeit.

4.2.2.2 Diesel-Elektrischer Antrieb

Der diesel-elektrische Antrieb vereint die Vorteile eines elektrischen Schiffsantriebes mit den Vorteilen einer Verbrennungsmaschine. Bei diesem Antriebskonzept wird ein Generator von einer Verbrennungsmaschine angetrieben, wodurch elektrische Leistung bereitgestellt wird. Mithilfe dieser Leistung wird sowohl das Bordnetz gespeist als auch der elektrische Fahrmotor. Aufgrund dessen ist der Standort der Energieumwandlung (Generator mit Verbrennungsmaschine) unabhängig von dem Fahrmotor. Die Wirkungsgrade von Verbrennungskraftmaschinen, Propellern und Elektromotoren sind von der Belastung und der Drehzahl abhängig. Häufig ist der Wirkungsgrad bei einer geringen Auslastung aber hohen Drehzahl zum Teil wesentlich geringer, als wenn eine Maschine im Design-Betriebspunkt arbeitet. Ein diesel-elektrischer Antrieb bietet den Vorteil, dass die einzelnen Komponenten im jeweils für sich optimalen Betriebspunkt arbeiten können. Dies erhöht die Gesamtwirkungsgrad und damit die Umweltfreundlichkeit des Systems. Außerdem bestehen einfacherer Umrüstungsmöglichkeiten, falls in Zukunft neue Technologien zur elektrischen Energieerzeugung verfügbar wären. Das grundsätzliche Konzept ist in der folgenden Abbildung 10 dargestellt.

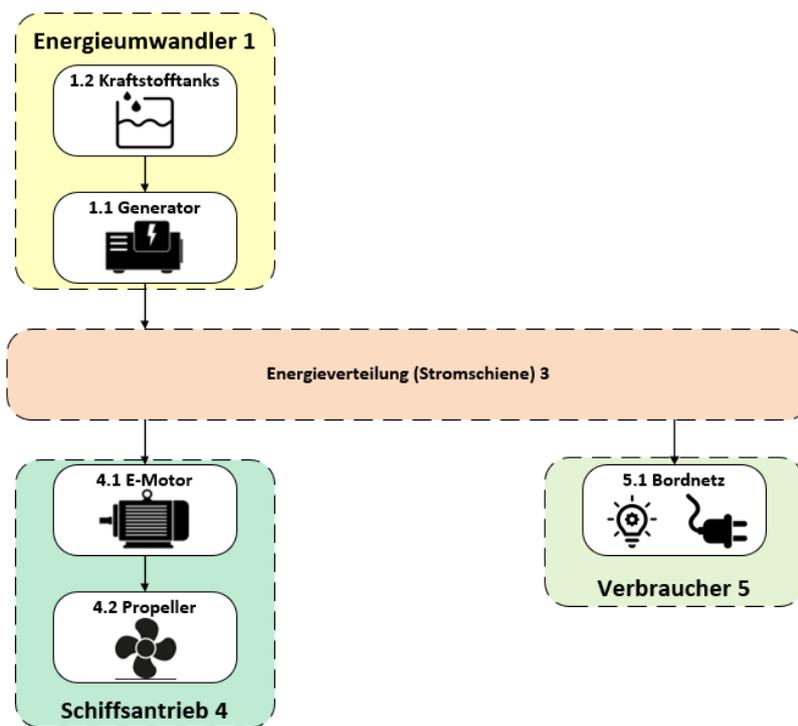


Abbildung 10: Prinzip Diesel-Elektrisches Antriebskonzept

Die Verbrennungsmaschine kann mit einem der bereits oben erwähnten Kraftstoffe betrieben werden. Je nach verwendetem Kraftstoff kann eine hohe Umweltfreundlichkeit erreicht werden. Zusätzlich kann der Generator in einem optimalen Betriebspunkt betrieben werden. Auch ist die Drehzahl des Fahrmotors mithilfe von Umrichtern stufenlos verstellbar, wodurch ein optimaler Wirkungsgrad der Propulsionsorgane erreicht werden kann.

4.2.2.3 Batterieantrieb

Das Konzept des Batterieantriebs ist ein rein elektrisches Antriebskonzept. Hierfür sind Batterien auf dem Schiff verstaut, welche genügend elektrische Energie bereitstellen, um das Bordnetz und die elektrischen Fahrmotoren zu versorgen. Der Ladevorgang würde nachts bzw. bei längeren Hafentiegezeiten über einen Landanschluss erfolgen. Bei diesem Konzept entfällt die Speicherung von Kraftstoff an Bord. Allerdings sind Batterien schwer, was im Schiffsentwurf berücksichtigt werden muss. Die Größe und Anzahl der Batteriemodule und damit das Gewicht sind von der benötigten Leistung abhängig. Die benötigte Energiespeicherkapazität steigt mit der Länge der Fahrt. Dieses Konzept ist grafisch in der folgenden Abbildung 11 dargestellt.

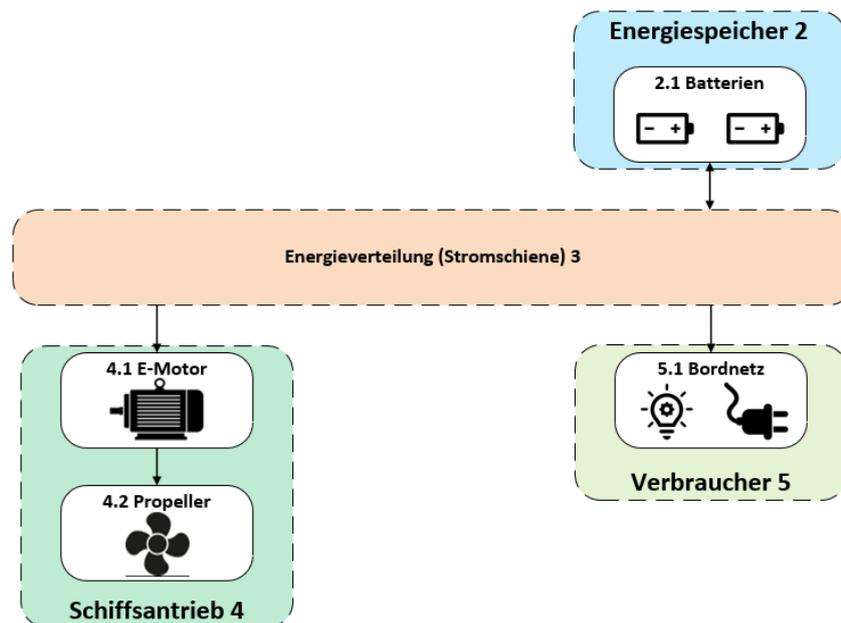


Abbildung 11: Prinzip Batterie-Elektrisches Antriebskonzept

Das rein elektrische Antriebskonzept besitzt insgesamt die höchste Umweltfreundlichkeit, sofern die Herstellung und Entsorgung der Batterien nicht mitbetrachtet wird und die Batterien mit Strom aus erneuerbaren Quellen geladen werden.

4.2.2.4 Brennstoffzelle

Um die Anzahl der Batteriemodule und damit das Gewicht zu reduzieren, können zur Unterstützung Brennstoffzellen integriert werden. Brennstoffzellen können mit Wasserstoff oder Methanol betrieben werden. Während der Fahrt wird mit der Brennstoffzelle chemische in elektrische Energie umgewandelt und so die Batterie unterstützt. Dies erhöht die Reichweite. Das Konzept ist in der folgenden Abbildung 12 dargestellt. Der Ladevorgang der Batterien wird, wie in Abschnitt 4.1.4 beschrieben, nachts oder bei längeren Hafentiegezeiten mithilfe eines Landanschlusses durchgeführt.

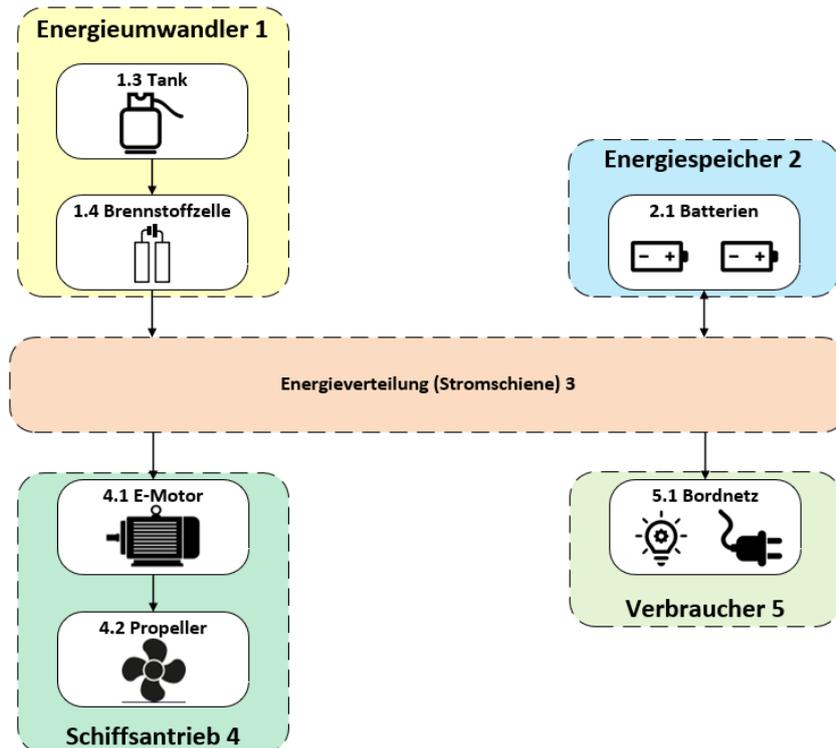


Abbildung 12: Prinzip Antriebskonzept Brennstoffzelle

Für eine Wasserstoff-Brennstoffzelle kann der Wasserstoff in Drucktanks, Kryotanks oder Metall-Hydrid-Speichern gespeichert werden. Kryotanks und Metall-Hydrid-Speicher sind aufgrund von zusätzlich notwendigen Systemen und der aufwendigen Lagerungstechnik teurer. Aufgrund dessen sind Drucktanks für eine einfache Bordintegration am besten geeignet. Nichtsdestotrotz gibt es für die Lagerung von gasförmigem Kraftstoff spezielle Anforderungen bzgl. der Lagerung, wie in Abschnitt 4.2.2.1 bereits beschrieben. Als Abfallprodukt dieser Brennstoffzelle bleibt lediglich Wasser übrig.

Eine Methanol-Brennstoffzelle nutzt, wie der Name schon sagt, Methanol als Brennstoff. Durch die Oxidation von Methanol wird chemische in elektrische Leistung umgewandelt. Als Abfallprodukt entsteht bei dieser Reaktion Wasser und Kohlenstoffdioxid.

Die Lagerung des Methanols kann in herkömmlichen Struktur tanks erfolgen. Zudem ist Methanol nicht umweltschädlich, wodurch ein Leck als umwelttechnisch unkritisch angesehen werden kann. Allerdings ist Methanol gesundheitsgefährdend, wodurch der Kontakt mit dieser Flüssigkeit unter allen Umständen vermieden werden muss.

Insgesamt ist die Umweltfreundlichkeit einer Wasserstoff-Brennstoffzelle im Vergleich zu einer Methanol-Brennstoffzelle ein wenig höher aufgrund der entstehenden Abfallprodukte. Allerdings kann diese Umweltfreundlichkeit der Wasserstoff-Brennstoffzelle nur mit grünem Wasserstoff oder Methanol erreicht werden.

4.2.3 Elektrische Leistungsverteilung

Die Leistungsverteilung bildet einen wesentlichen Kern des Antriebskonzeptes. Diese verteilt die benötigte Leistung entsprechend den Anforderungen der Komponenten. In

diesem Abschnitt sind zwei verschiedene Konzepte für die elektrische Energieleistungsverteilung beschrieben.

4.2.3.1 AC-Schiene

Eine Wechselstrom(AC)-Sammelschiene wird verwendet, wenn die meisten Verbraucher mit Wechselstrom betrieben werden. Der hohe Klirrfaktor einer Wechselstromschiene und der hohe Automationsaufwand bei der Synchronisierung (Phasengleichheit beim Synchronisieren) sind nachteilig zu betrachten. Eine Umrichtung des Stromes für mögliche Gleichstromverbraucher und die Drehzahlregelung von Antriebsmotoren ist möglich, erfordert aber zusätzliche Bauteile.

4.2.3.2 DC-Schiene

Eine Gleichstrom(DC)-Sammelschiene hat den Vorteil, dass eine Umrichtung von Batterie- oder Brennstoffzellenstrom nicht nötig ist, da diese Gleichstrom ausgeben. Auf der anderen Seite ist der Strom des Landanschlusses auf Gleichstrom umzurichten, was wiederum die Installation von einem zusätzlichen Umrichter nach sich zieht. Zusätzlich ist ein Umrichter für die Drehzahlregelung der Antriebsmotoren zu integrieren.

4.2.4 Vergleich Antriebskonzepte

Einige Vor- und Nachteile wie Gewicht, Lagerung und Umweltschädlichkeit sind bereits in den oben beschriebenen Abschnitten kurz beschrieben worden. Zusätzlich können weitere Kriterien wie die Verfügbarkeit des Kraftstoffes oder die Art der Sammelschiene mit betrachtet werden, um Konzepte zu entwickeln zu bewerten.

Eine Kombination von Antriebskonzepten mit einer der oben beschriebenen Leistungsverteilungen ist grundsätzlich umsetzbar, muss aber im Detail betrachtet und bewertet werden.

4.2.4.1 Ziele Antriebskonzept

Für die Entwicklung der Antriebskonzepte für das Naturerlebnisschiff sind die grundsätzlichen Anforderungen aus den vorherigen Abschnitten anzuwenden. So muss zum Beispiel eine ausreichende Leistung zur Verfügung gestellt werden oder die Speicherkapazität an Kraftstoff oder Energie muss ausreichend sein, um einen Tages- oder eventuell Mehrtagesbetrieb zu ermöglichen. Dies sind Zwangsbedingungen, die jedes Antriebskonzept erfüllen muss. Des Weiteren werden Ziele definiert, die sich aus dem Gesamtziel der Entwicklung eines effizienten, innovativen Schiffes für ein direktes Naturerlebnis in der Elbmarsch ergeben (siehe auch Abschnitt 3.1.3 und 3.3.2). Diese Ziele sind:

- Hohe Zuverlässigkeit
- Geringer Wartungsaufwand
- Hoher technischer Innovationsgrad
- Hohe Umweltfreundlichkeit

- Geringes Geräusch- und Vibrationsniveau für einen hohen Komfort, insbesondere in naturnahen Bereichen

Eine hohe Zuverlässigkeit wird aufgrund der Verbreitung, ausgereiften Technik und der Erfahrung mit Verbrennungsmotoren erreicht. Zudem kann ein Verbrennungsmotor relativ wartungsarm sein. Komponenten ohne rotierende Teile sind annähernd wartungslos bspw. Batterien oder Brennstoffzellen. Allerdings können diese Komponenten nicht als komplett ausgereifte Technik für den Einsatz als Schiffsantrieb angesehen werden, wodurch die Zuverlässigkeit im Vergleich zum Verbrennungsmotor geringer ist.

Die technisch innovativste Möglichkeit ein Schiff mit Energie zu versorgen, wäre eine Brennstoffzelle. Dies wäre zusammen mit einer Batterie die umweltfreundlichsten Antriebskonzepte, sofern die Herstellung außer Acht gelassen wird. Allerdings ist zu erwähnen, dass die Verbrennung in einem Verbrennungsmotor auch umweltfreundlich erfolgen kann. Hierfür ist die Wahl des Kraftstoffes entscheidend.

Batterien und Brennstoffzellen kommen ohne rotierende Bauteile aus, wodurch diese geräusch- und vibrationslos betrieben werden können. Ein Verbrennungsmotor, unabhängig vom Kraftstoff, besitzt rotierende Bauteile, wodurch dieser Geräusche und Vibrationen erzeugt und durch seine Befestigung in die Schiffsstruktur einleitet. So wäre es wünschenswert, dass diese Störungen für ein ungestörtes Naturerlebnis zumindest teilweise vermieden werden können. Hierzu kann ein Verbrennungsmotor entsprechend gelagert und eingehaust werden, allerdings kann der Eintrag von Vibrationen in die Struktur nicht gänzlich verhindert werden.

Wie in Abschnitt 4.2.3 bereits erwähnt können die Konzepte entweder mit Gleichstrom- oder mit Wechselstromschienen ausgestattet werden. Beide Sammelschienen können je nach Konzept vorteilhafter sein, was in den folgenden Abschnitten erläutert wird.

Aufgrund der oben beschriebenen Ziele und der kurzen Erläuterung zu den einzelnen Konzepten werden die folgenden drei Konzepte näher betrachtet:

- 1) Verbrennungs-Elektrisches Antriebskonzept mit AC-Schiene
- 2) Verbrennungsmotor in Kombination mit Batterien und einer DC-Schiene
- 3) Rein-elektrisches Antriebskonzept mit Batterien, Brennstoffzelle und einer DC-Schiene

Diese drei Konzepte werden in den folgenden Abschnitten detailliert erläutert.

4.2.4.2 Verbrennungs-Elektrisches Antriebskonzept AC

Wie in Abschnitt 4.2.2.2 bereits beschrieben besteht ein Verbrennungs-Elektrisches Antriebskonzept aus einem oder mehreren Generatoren, die von Verbrennungsmaschinen angetrieben werden, und einem elektrischen Antriebsmotor für den Schiffsantrieb, siehe Abbildung 10. Die Generatoren stellen die notwendige elektrische Leistung für den Bordbetrieb (Beleuchtung, Navigation, etc.) und den Schiffsantrieb zu Verfügung. In diesem Antriebskonzept sollte eine AC-Schiene als Sammelschiene genutzt werden, da die Generatoren Wechselstrom erzeugen.

Ein Schaubild der elektrischen Verteilung ist in der folgenden Abbildung 13 gezeigt.

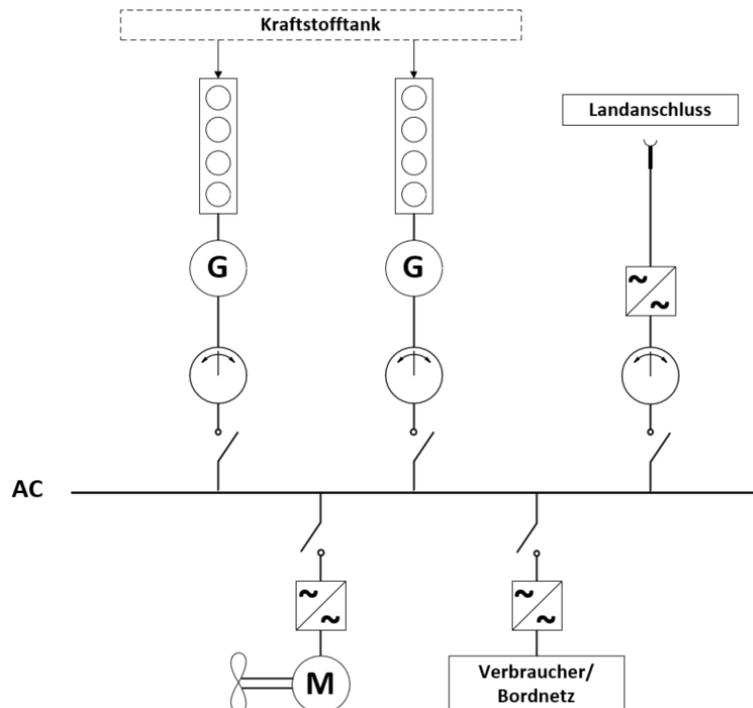


Abbildung 13: Schaubild verbrennungs-elektrisches Antriebskonzept AC

Aus Abbildung 13 wird auch deutlich, dass der Standort der Generatoren unabhängig von dem Standort des Schiffsantriebes ist, wodurch mehr Flexibilität im Design besteht. Für die Aufschaltung der Generatoren und des Landanschlusses, welcher während längeren Hafenziegezeiten verwendet werden kann, sind Synchronoskope zu integrieren. Diese Synchronoskope schalten die jeweilige Komponente erst auf das Netz, wenn eine Phasengleichheit (Synchronisation) besteht. Zusätzlich sind ein Frequenzumrichter für den Schiffsantrieb und ein Transformator für die Verbraucher vorgesehen, wodurch die Drehzahl des Fahrmotors gesteuert bzw. die Spannung auf das entsprechende Niveau transformiert wird. Sobald die Eingangsspannung des Fahrmotors und die Netzspannung des Landanschlusses nicht der Bordnetzspannung entspricht, sind weitere Transformatoren vorzusehen.

Wie in den vorherigen Abschnitten bereits erwähnt ist die Umweltfreundlichkeit abhängig von dem verwendeten Kraftstoff für die Verbrennungsmaschinen, welche die Generatoren antreiben. Bei der Wahl eines umweltfreundlichen Kraftstoffes ist auch das Gesamtkonzept umweltfreundlich. Allerdings ist hier die Verfügbarkeit des Kraftstoffes kritisch zu sehen. Einige der in Abschnitt 4.2.2.1 beschriebenen Kraftstoffe sind bisher in ausreichender Menge kaum bis gar nicht verfügbar, bspw. Grüner Wasserstoff. Dieses Kriterium ist bei der Bewertung der Konzepte zu berücksichtigen.

Der Vibrationseintrag in die Schiffsstruktur und die Geräusentwicklung ist bei diesem Konzept hoch, da die Verbrennungsmotoren durchgängig betrieben werden. Durch geeignete Maßnahmen (Einhausung, angepasste Lagerung) kann dies reduziert, aber nicht verhindert werden.

4.2.4.3 Verbrennungs-Elektrisches Antriebskonzept DC mit zusätzlicher Batterie

Auch bei diesem Konzept wird ein oder werden mehrere Generatoren von Verbrennungsmaschinen angetrieben, wodurch Wechselstrom erzeugt wird. Dieser wird anschließend durch Gleichrichter in Gleichstrom umgerichtet und wird über eine Gleichstromsammelschiene verteilt. Zusätzliche Batterien können die elektrische Versorgung bei kleineren Geschwindigkeiten übernehmen ohne die Unterstützung des Generators. Zwischen der Gleichstromsammelschiene und den Wechselstromverbrauchern sind Wechselrichter vorzusehen, die den Strom richten und die Spannung transformieren. Sofern der Schiffsfahrmotor mit Wechselstrom betrieben wird, ist ein Frequenzumrichter zur Drehzahlregelung einzuplanen.

Die Batterien können bei längeren Hafensliegezeiten über den Landanschluss oder während der Fahrt über den Generator geladen werden. Diese elektrische Verteilung ist in dem folgenden Schaubild Abbildung 14 dargestellt.

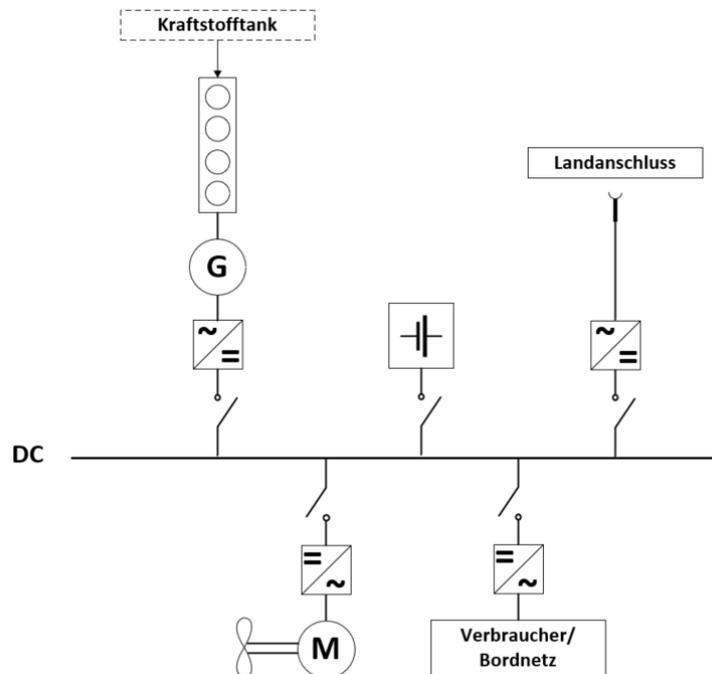


Abbildung 14: Schaubild verbrennungs-elektrisches Konzept DC mit Batterie

Zur Vereinfachung ist in Abbildung 14 nur ein Motor mit einem Generator gezeigt. Auch bei diesem Konzept ist die Umweltfreundlichkeit stark von der Wahl des Kraftstoffes abhängig.

Der Eintrag an Vibrationen in die Schiffsstruktur ist auf die Laufzeit der Verbrennungsmaschine begrenzt. Sobald die elektrische Versorgung des Schiffes allein von der Batterie übernommen wird, werden keine Vibrationen in die Schiffsstruktur eingeleitet. Darüber hinaus ist die Geräuschentwicklung stark reduziert.

4.2.4.4 Rein elektrisches Antriebskonzept mit Batterie und Brennstoffzelle

Ein rein elektrisches Antriebskonzept kommt ohne eine Verbrennungskraftmaschine aus und wird ausschließlich mit elektrischer Energie betrieben. Hierfür sind Batterien und eine oder mehrere Brennstoffzellen installiert, siehe auch Abschnitte 4.2.2.3 und 4.2.2.4. Im Vergleich zu einem rein batteriebetriebenen Schiff kann eine Kombination aus Batterien und Brennstoffzellen das Gewicht reduzieren, was wegen des begrenzten Tiefgangs generell sinnvoll erscheint. Die Batterien werden während längerer Hafenziegezeiten über den Landanschluss geladen. Während der Fahrt können die Brennstoffzellen Strom erzeugen und die Batterien unterstützen, um so die Reichweite zu erhöhen. Ein Schaubild der elektrischen Verteilung ist in der folgenden Abbildung 15 gezeigt.

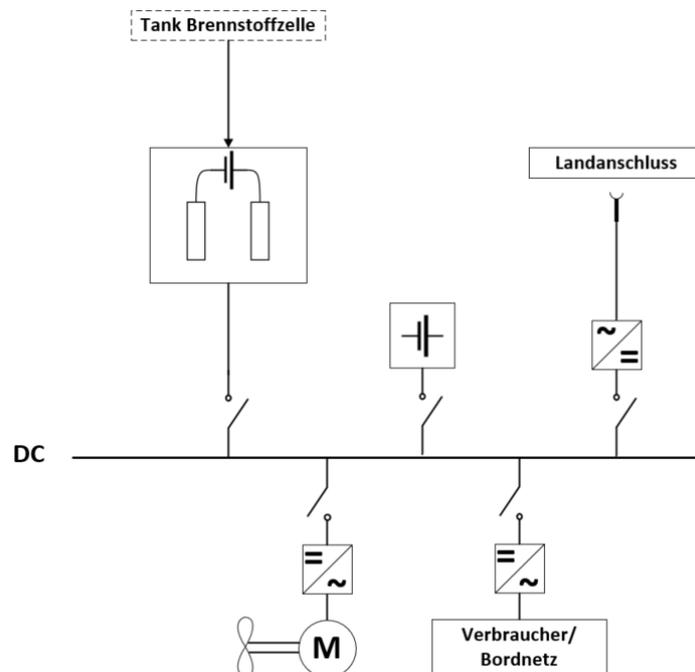


Abbildung 15: Schaubild rein elektrisches Antriebskonzept

Im Vergleich zu den beiden anderen Konzepten ist dieses das technisch innovativste und umweltfreundlichste bei der Nutzung von grünem Wasserstoff oder Methanol für die Brennstoffzellen. Grauer Wasserstoff verschlechtert die Umweltbilanz erheblich. Allerdings ist die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff und Methanol derzeit stark begrenzt und muss in der Bewertung der Konzepte berücksichtigt werden.

Des Weiteren trägt dieses Konzept keine Vibrationen in die Schiffstruktur ein und die Systeme arbeiten nahezu geräuschlos, was den Fahrkomfort erheblich verbessert. Dennoch sind spezielle Sicherheitsvorkehrungen bei dem Betrieb von Brennstoffzellen, Batterien und der Lagerung von dem Brennstoffzellenkraftstoff notwendig.

Die elektrische Energieverteilung dieses Konzeptes erfolgt mit einer DC-Sammelschiene. Die Batterien und die Brennstoffzellen erzeugen Gleichstrom, der bei angepasstem Spannungsniveau direkt in die Sammelschiene eingespeist werden kann. Wechselrichter sind nur notwendig für Wechselstromverbraucher wie den Schiffsfahrmotor und bei der Einspeisung über den Landanschluss, siehe obige Abbildung 15. Gleichstromverbraucher

sind über Gleichspannungswandler mit der Sammelschiene verbunden, sofern das Spannungsniveau nicht identisch ist.

4.2.5 Bewertung Antriebskonzepte

4.2.5.1 Bewertung Kraftstoffe

Die Umweltfreundlichkeit aller Antriebskonzepte ist in erheblichem Maße von den verwendeten Kraftstoffen abhängig. Deshalb werden die in den Abschnitten 4.2.2.1 und 4.2.2.4 beschriebenen Kraftstoffe anhand verschiedener Aspekte separat bewertet. Diese Bewertung soll bei einer möglichen Auswahl eines Kraftstoffes unterstützen. Die folgenden Kriterien werden bewertet:

- Energiedichte
- Komplexität der Lagerung
- Umweltfreundlichkeit (sowohl Herstellung als auch Verbrennung)
- Verfügbarkeit

Die Betriebskosten der Kraftstoffe werden in einem späteren Abschnitt betrachtet.

Die Bewertung erfolgt quantitativ mit fünf möglichen Bewertungen, von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut). Die Bewertungsmatrix mit den unterschiedlichen Kraftstoffen findet sich in Tabelle 10.

Tabelle 10: Bewertungsmatrix Kraftstoffe

Kraftstoff	Energie- dichte	Komplexität der Lagerung	Umwelt- freundlichkeit	Verfüg- barkeit	Gesamt
Diesel	5	5	1	5	16
GTL	4	5	2	3	14
PTL	4	5	4	1	14
Grünes Methanol / Verbrenner	3	3	2	2	10
Grünes Methanol / Brennstoffz.	3	3	4	2	12
Grauer Wasser- stoff	2	2	1	2	6
CNG	2	2	1	3	8
LNG	3	1	1	3	8
Grüner Wasser- stoff	2	2	5	1	10
PTG	2	2	4	1	9

Die Energiedichte von den aufgeführten Kraftstoffen ist vor allem abhängig von dem Aggregatzustand. Gasförmiger Kraftstoff hat eine deutliche niedrigere Energiedichte als flüssiger. Aufgrund dessen werden gasförmige Kraftstoffe meist unter hohem Druck gespeichert. Allerdings können hier nicht dieselben Energiedichten erreicht werden wie bei flüssigen Kraftstoffen.

Die Komplexität der Lagerung beinhaltet die Lagerart (Strukturtanks, Drucktanks oder Kryotanks), den Platzbedarf und die Betankung selbst. Auch hier sind die flüssigen Kraftstoffe, mit Ausnahme von LNG, den gasförmigen deutlich überlegen. Methanol ist zwar leicht zu lagern, aber gefährlich für Menschen, wodurch die mittlere Bewertung zu begründen ist.

Bei der Umweltfreundlichkeit, wie in Abschnitt 4.2.2 bereits erwähnt, ist vor allem der grüne Wasserstoff hervorzuheben. Auch Methanol ist bei Verwendung in einer Brennstoffzelle umweltfreundlich, in einem Verbrennungsmotor dagegen aufgrund der entstehenden Emissionen weniger.

Die Verfügbarkeit von Diesel ist am höchsten, da es in jedem Hafen gebunkert werden kann. Die anderen Kraftstoffe stehen nur unter größerem Aufwand zu Verfügung, können aber teilweise per Tankwagen gebunkert und geliefert werden. Langfristig ist allerdings davon auszugehen, dass die Verfügbarkeit der alternativen Kraftstoffe sich verbessern wird.

4.2.5.2 Bewertung Konzepte

Für die Bewertung der drei Konzepte aus Abschnitt 4.2.4 werden die Zielgrößen, die auch für die Entwicklung verwendet wurden, herangezogen (siehe Abschnitt 4.2.4.1). Die Bewertung wird demnach durchgeführt anhand der folgenden Kriterien:

- Zuverlässigkeit
- Wartungsaufwand
- Technischer Innovationsgrad
- Umweltfreundlichkeit
- Geräusch- und Vibrationsniveau (Komfort)

Die Bewertung erfolgt quantitativ mit fünf möglichen Bewertungen, von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut). Die Bewertungsmatrix findet sich in Tabelle 11.

Tabelle 11: Bewertungsmatrix Konzepte

Kriterium / Konzept	Zuverlässigkeit	Wartungsaufwand	Techn. Innovationsgrad	Umweltfreundlichkeit	Komfort	Gesamt
(1) Verbrennungs-Elektrisch	4	2	2	2	1	11
(2) Verbrennungs-Elektrisch mit Batterie	4	3	3	4	3	17
(3) Rein Elektrisch (Batterie + Brennstoffzelle)	3	4	5	5	5	22

In Bezug auf Innovation, Vibrationen und Geräusche ist Konzept 3 der Vorreiter. Dieses Konzept kann auch bei der Wartung die beste Bewertung erreichen, da keine rotierenden Bauteile verbaut sind. Durch die Abschaltung der Verbrennungsmaschine und die Übernahme der elektrischen Versorgung durch die verbaute Batterie kann Konzept 2 eine mittlere Bewertung bei Wartung, Innovation, Vibrationen und Geräusche erreichen. Das verbrennungs-elektrische Antriebskonzept erreicht bei den vorher genannten Kriterien eine eher schlechte Bewertung. Die Zuverlässigkeit ist bei der Nutzung von Verbrennungsmaschinen hoch aufgrund der bisherigen Erfahrung. Lediglich die Zuverlässigkeit der Brennstoffzelle ist ein wenig niedriger anzusetzen, aufgrund der noch fehlenden Erfahrung mit dieser Technologie. Bei der Umweltfreundlichkeit ist Konzept 3 am besten bewertet, der Einsatz abhängig von der Größe der Batterie am schlechtesten. Für die Herstellung einer Batterie werden Metalle verwendet, die umweltschädigend gefördert werden.

4.2.5.3 Gesamtbewertung

Trotz der sehr guten Bewertung von Konzept 3 (22 von 25 möglichen Punkten) kann aufgrund der Tatsache, dass Wasserstoff ein großes Lagervolumen besitzt und Wasserstoff sowie Methanol schlecht verfügbar sind, die Brennstoffzelle als Antriebskonzept ausgeschlossen werden.

Ein diesel-elektrisches Antriebskonzept verursacht im Betrieb durchgängig Vibrationen und Geräusche, wodurch das Fahrerlebnis insbesondere im naturnahen Raum erheblich beeinträchtigt wird. Deshalb sind Konzepte, die nicht dauerhaft auf den Betrieb von Dieselmotoren angewiesen, wesentlich attraktiver.

Hinsichtlich der starken Strömung auf der Elbe und der Distanzen wird eine größere Leistung benötigt, um gegen den Strom anfahren und die Strecke in einer kurzen Zeit zurücklegen zu können. Dies kann eine Batterie allein nicht aufbringen bzw. die Batterie wäre sehr schwer. Hierdurch ist eine Kombination (Konzept 2) aus Verbrennungsmaschine und vibrationsloser und geräuschloser Batterie empfehlenswert. Des Weiteren weist das Konzept einen deutlich besseren Wirkungsgrad auf als das Konzept 1.

Die Kombination aus Konzept 2 mit einem umweltfreundlichen Kraftstoff ergibt ein umweltfreundliches Gesamtkonzept. Bei der Auswahl eines geeigneten Kraftstoffes ist die Verfügbarkeit von großer Bedeutung. Hieraus resultiert, dass lediglich Diesel, GTL, CNG und LNG eine realistische Möglichkeit bieten. Da allerdings CNG ein großes Lagervolumen für dieselbe Strecke im Vergleich zu Diesel und GTL benötigt, wird dieser Kraftstoff ausgeschlossen. Darüber hinaus ist die Tanktechnologie (Kryotank) von LNG aufwendig in der Herstellung und das Herunterkühlen des Kraftstoffes energetisch sehr aufwendig, wodurch auch dieser Kraftstoff nicht empfohlen werden kann.

Trotz der besseren Verfügbarkeit von Diesel ist die Wahl von GLT als Kraftstoff aufgrund der höheren Umweltfreundlichkeit empfehlenswert. Es gibt in der unmittelbaren Umgebung der Projektregion bereits Entwicklungsprojekte für eine zukünftige industrielle Produktion von synthetischen Kraftstoffen (z.B. [6]). Diese können für eine Versorgung mit eingebunden werden.

Durch diese Bewertung der Kraftstoffe und der Antriebskonzepte ist die Kombination aus einem verbrennungs-elektrischen Antrieb mit Batterie und GTL als Kraftstoff als mögliches Antriebskonzept hervorzuheben.

4.2.6 Beschreibung des Zielkonzeptes

Wie dem vorherigen Abschnitt zu entnehmen ist, wird als Antriebssystem ein verbrennungs-elektrisches System mit Batterie und GTL als Kraftstoff empfohlen. In diesem Abschnitt wird dieses Zielkonzept detailliert beschrieben und Annahmen bzgl. Der Gewichte getroffen.

4.2.6.1 Funktionsweise

Die gespeicherte chemische Energie in dem Kraftstoff wird in der Verbrennungsmaschine in mechanische Energie umgewandelt, wodurch die Generatoren angetrieben werden. Die Generatoren erzeugen durch die Rotation elektrische Energie (Wechselstrom), welche durch einen Gleichrichter und durch die Sammelschiene an die Verbraucher verteilt wird. Die Beschreibung der DC-Schiene ist bereits in Abschnitt 4.2.3.2 bzw. 4.2.4.3 erfolgt. Die Batterie soll die Energieversorgung während der Fahrten in den Nebenflüssen übernehmen. Die Kapazität der Batterie muss entsprechend groß gewählt werden. Während des Batteriebetriebes findet kaum Eintrag von Vibrationen in die Schiffsstruktur und keine Entwicklung von Geräuschen statt, was den Fahrkomfort erheblich verbessert. Zusätzlich kann die Batterie die elektrische Versorgung bei kurzzeitigen Lastspitzen übernehmen. Der Ladevorgang der Batterien kann entweder bei längeren Hafentiegezeiten über den Landanschluss erfolgen oder während der Fahrt durch die Generatoren. Darüber hinaus wird die elektrische Energieversorgung bei längeren Hafentiegezeiten durch den Landanschluss sichergestellt.

4.2.6.2 Komponenten

Der notwendige Vortrieb des Schiffes und damit die nötige Geschwindigkeit, insbesondere auf der Elbe, kann aufgrund des niedrigen Tiefgangs nicht durch einen Propeller alleine erbracht werden, wodurch zwei Propeller notwendig sind.

Zudem wird eine gute Wendbarkeit benötigt, um auch auf engen Abschnitten das Schiff wenden und manövrieren zu können. Hierfür wird ein weiteres Propulsionsorgan am Bug des Schiffes empfohlen (bspw. Pump Jet).

Eine Übersicht über die komplette Antriebsanlage ohne Nebensysteme, wie Kühlsystem oder Kraftstoffsystem, ist in der folgenden Abbildung 16 gezeigt.

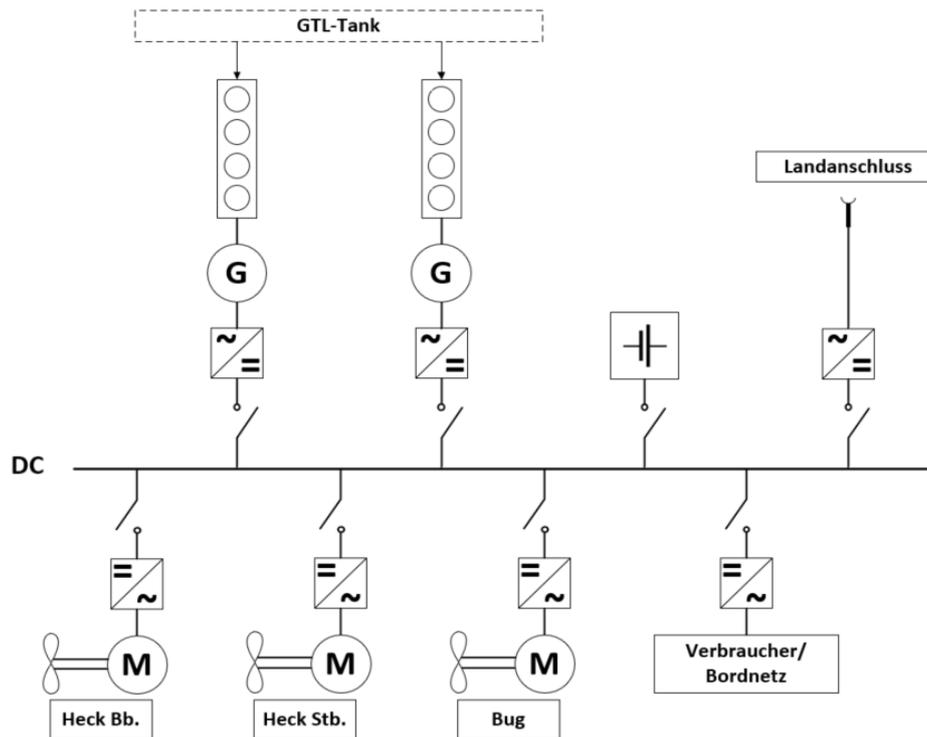


Abbildung 16: Schaubild empfohlenes Antriebskonzept

In Abbildung 15 sind drei Propulsionsorgane (Heck Backbord, Heck Steuerbord und Bug) und zwei Verbrennungsmaschinen gezeigt. In der Detailplanung muss geprüft werden, ob ein Generator-Set (Generator und Verbrennungsmaschine) für die elektrische Versorgung ausreichend ist. Bei der Verwendung von zwei Generatoren-Sets können diese insgesamt kleiner dimensioniert werden, allerdings werden diese zwei Maschinen zusammen schwerer als ein einzelnes größeres Generatoren-Set. Bei mehreren Generatoren-Sets kann es allerdings ausgenutzt werden im niedrigen Lastbereich, zur Verbesserung des Betriebspunktes, nur eines der Sets zu verwenden. Darüber hinaus ergibt sich bei zwei Generator-Sets eine höhere Sicherheit im Schiffsbetrieb durch die Redundanz. Nach der Leistungsprognose aus Abschnitt 4.1.3.1 müssen die Generatoren insgesamt eine elektrische Leistung von 460 kW bereitstellen. Ein Dieselvebrennungsmotor mit ca. 230 kW Leistung wiegt ca. 1,1 t und verfügt über Abmessungen von LxBxH 1500 mm x 1000 mm x 1000 mm ohne die Hilfssysteme. Durch den Generator ergibt sich eine Gesamtlänge von ca. 2000 mm. Diese Motoren müssen in das Schiff integriert werden.

Des Weiteren sind für das Betreiben der Komponenten weitere Systeme notwendig bspw. ein Kühlsystem oder Abgassystem. Nicht nur die Generatoren-Sets müssen mit einer Kühlung ausgestattet sein, sondern auch die Fahrmotoren. Ein offenes Kühlwassersystem (z.B. über Seekästen) ist wegen des häufigen Betriebs in sehr flachen Gewässern nicht empfehlenswert. Hier können sehr leicht größere Mengen von Partikeln vom Gewässerboden angesaugt werden und das Kühlsystem verstopfen. Ein geschlossenes Kühlwassersystem, z.B. über in die Außenhaut integrierte Kühlflächen, hätte dieses Problem nicht. Durch die Verwendung von GTL als Kraftstoff ist eine Kraftstoffaufbereitungsanlage nicht notwendig. Durch den Einsatz von Verbrennungsmotoren in dem

angegebenen Leistungsbereich ist ein Abgassystem erforderlich, um die vorgegebenen Emissionswerte einzuhalten, siehe hierzu [IV].

Die Batteriespeicherkapazität sollte ausreichend sein, um einen vollständig elektrischen Betrieb in den Nebenflüssen gewährleisten zu können. Dies würde für das vorgesehene Fahrprofil bedeuten, dass eine Fahrt auf der Stör vom Sperrwerk bis nach Itzehoe und zurück in einem vollelektrischen Betrieb möglich sein sollte. Dies entspricht einer Strecke von ca. 42 nm, die mit ca. 8 kn Fahrtgeschwindigkeit zurückgelegt wird. Für die Batterien sollte eine Alterungsreserve von 80% und eine maximale Auslastung von 80% vorgesehen werden. Dies bedeutet, dass die Batterie ungefähr das eineinhalbfache der Nennspeicherkapazität benötigt. Mit den Fahrzeiten aus dem Fahrprofil und den Leistungen aus der Antriebsprognose ergibt sich damit die in Tabelle 12 dargestellte Größenordnung für einen Batteriespeicher. Der Batteriespeicher verfügt über ein Gesamtgewicht von ca. 7 t und nimmt ca. 8 m³ Volumen ein.

Tabelle 12: Dimensionierung Batteriespeicher

	Einheit	Wert
Angenommene Antriebsleistung Elbe	kW	250
Verbraucherleistung (ohne Fahrtrieb)	kW	22
Max. Fahrstrecke Nebenfluss	nm	41,4
Fahrzeit	h	5,2
Antriebsleistung Nebenflüsse	kW	84
Genutzte Batteriekapazität	%	80%
Alterungsreserve	%	80%
Notwendige Batteriespeicherkapazität	kWh	858
Leistung Beispiel Batterie je Modul	kWh	10,5
Gewicht Beispiel Batterie je Modul	kg	82
Länge Beispiel Batterie je Modul	m	0,33
Breite Beispiel Batterie je Modul	m	0,55
Höhe Beispiel Batterie je Modul	m	0,55
Volumen Beispiel Batterie je Modul	m ³	0,1
Anzahl Module	-	82
Gesamtvolumen Batterie	m ³	8,2
Gesamtgewicht Batterie	kg	6724

Die in Tabelle 12 aufgezeigten Gewichte und Volumen basieren auf Erfahrungswerten aus Vergleichsprojekten. Eine Anordnung der Batteriespeicher erfolgt in separaten Räumen im Schiffsrumpf.

Für die Überwachung der Batterien sollte ein Batterie-Management-System integriert werden. Darüber hinaus ist eine Integration einer Automation aufgrund der Komplexität des Antriebssystems empfehlenswert. Hierbei ist bspw. das Laden der Batterie mit überschüssigem Strom während der Fahrt gemeint.

Diese Antriebskonzept weist folgende Vor- und Nachteile auf:

- + Genügend Leistung für Fahrt auf Elbe durch Verbrennungsmaschine
- + Vibrationsloser und geräuschloser Antrieb auf Nebenflüsse für vollen Komfort
- + Keine Emissionen während Batteriebetrieb
- + Umweltfreundlichere Kraftstoffvariante GTL im Vergleich zu Diesel
- + Keine Kraftstoffaufbereitungsanlage notwendig
- + Drehzahlregelung des Fahrmotors durch Umrichter
- + Generator/-en kann im Nennbetriebspunkt betrieben werden -> Effizienz Steigerung
- + Aufstellungsstandort von Generator und Schiffsantrieb unabhängig voneinander
- + Batterie wartungsarm
- + Verbrennungsmotor hohe Zuverlässigkeit
- + Möglichkeit zur Integration einer Photovoltaikanlage für weitere Energieeinsparungen
- + Hoher Wirkungsgrad der Gesamtanlage
- Umweltschädliche Herstellung Batterie
- Vibrationseintrag in Schiffsstruktur bei Fahrt auf Elbe durch Verbrennungsmaschine

Das Antriebskonzept wie auch die gesamte Planung des Schiffes müssen die technischen Anforderungen der BinSchUO [I] und der ES-TRIN [III] einhalten.

4.3 Fahrgastraum

4.3.1 Grundlagen

Die Fahrgasträume sind das Aushängeschild des Schiffes. Sie sollen ansprechend gestaltet sein. Dies kann auch durch die Aufteilung und Anordnung der Bereiche unterstützt werden. Das Schiff soll im ganzjährigen Betrieb sein. Ferner soll ein möglichst direktes Naturerleben sowohl bei guten als auch ungünstigen Wetterbedingungen möglich sein. Deshalb müssen Fahrgastbereiche mit Sitzgelegenheiten sowohl im Innen- als auch Außenbereich vorhanden sein. Gemäß den Zielen soll im Fahrgastbereich eine Bewirtung möglich sein. Dies erfordert, dass es zusätzlich zu den Sitzgelegenheiten auch Tische gibt. Zwischen den Tischen und Stühlen muss ausreichend Bewegungsfreiheit bestehen, um die notwendigen Verkehrs- und Fluchtwege auch für mobilitätseingeschränkte Personen zur Verfügung stellen zu können.

Aus den gesetzlichen Anforderungen für ein Binnenfahrgastschiff ergeben sich eine Reihe von Mindestanforderungen, die auf jeden Fall zu erfüllen sind (siehe [I] und [III]). Diese Anforderungen werden im Folgenden weiter erläutert. Darüber hinaus gibt es Empfehlungen aus der Bauentwurfslehre (zum Beispiel [3] und [5]), die verwendet werden, um dem gehobenen Anspruch des Fahrzeugs gerecht zu werden.

4.3.2 Flächen und Raumbedarf

4.3.2.1 Fahrgastraum

Ein Fahrgastraum für 100 Personen stellt bestimmte Anforderungen an die Grundflächen und den Platzbedarf. Die nachfolgende Tabelle 13 zeigt die Werte auf, welche nach [3] und [III] ermittelt werden.

Tabelle 13: Grundflächenbedarf geschlossener Fahrgastraum

Beschreibung	Bedarf pro Person [m ²]	Gesamtfläche [m ²]
Grundflächenbedarf (Restaurant normal nach [3])	1,6	160
Platzbedarf für Gasträume (nach [3])	Min 1,6	160
Mindestfläche ES-TRIN [III]	0,35	35

Auch wenn nach ES-TRIN lediglich eine Mindestfläche von nur 35 m² gefordert ist, so reicht diese Fläche nicht aus, um eine Bewirtung der Fahrgäste zu ermöglichen. Aus Tabelle 13 wird ersichtlich, dass der Fahrgastraum einen Grundflächenbedarf von 160 m² hat, wenn eine Bewirtung stattfinden soll, bei der jeder Fahrgast einen eigenen Sitzplatz hat. Innerhalb dieser Flächen muss die Bestuhlung, Raum für Fluchtwege, Zugänge und Treppen, sowie die Garderobe Platz finden. Des Weiteren soll der Raum barrierefrei sein.

4.3.2.2 Warmhalteküche und Essensausgabe

Für ein attraktives Fahrerlebnis ist eine Bordverpflegung erforderlich. Da die regulatorischen Anforderungen für Küchen, in denen eine Speisenzubereitung erfolgt, zu aufwändig ist, erfolgt an Bord lediglich eine Erwärmung von Speisen und die Versorgung mit kalten und warmen Getränken.

Für eine Warmhalteküche werden nach [3] die in Tabelle 14 aufgeführten Flächen empfohlen.

Tabelle 14: Platzbedarf Warmhalteküche

Beschreibung	Platzbedarf je Sitzplatz [m ²]	Fläche im Passagierbereich [m ²]	Fläche im sonstigen Schiff [m ²]
Leergut	0,05		5
Abfall/Müll	0,04		4
Gekühlte Warenlagerung	0,04		4
Lagerung Tagesvorrat	0,04		4
Warmhaltebereich	0,13	13	
Geschirrspüle	0,10	10	
Ausgabe	0,06	6	
Summe	0,46	29	17

Nach Tabelle 14 ergibt sich bei 100 Passagieren ein Platzbedarf von ca. 29 m² in unmittelbarer Nähe zum Fahrgastbereich und zusätzlich ca. 17 m² an Stauraum. Der Stauraum kann aber auch anders im Schiff angeordnet werden.

Das Cateringangebot wird sich auch darin unterscheiden, ob normale Tagesfahrten angeboten werden oder Dinnerfahrten. Im ersten Fall kann der Flächenbedarf reduziert werden, da weiterhin davon auszugehen ist, dass nicht alle Gäste gleichzeitig bewirtet werden müssen. Im zweiten Fall wird sicherlich die gesamte Fläche benötigt. Dies kann im Schiffsentwurf dadurch realisiert werden, dass ein separater Raum geschaffen wird, der bei einer Dinnerfahrt vom Caterer zusätzlich genutzt werden kann und ansonsten als normaler Passagierraum verwendet wird.

Es ist zu beachten, dass für das Personal im Catering, eine Personaltoilette vorhanden sein muss. Für deren Fläche werden ca. 3 m² empfohlen (siehe [3]).

4.3.2.3 Sanitärbereiche

Zur Versorgung der Fahrgäste müssen auch Sanitäreinrichtungen vorhanden sein. Hierbei sind auch die mobilitätseingeschränkten Fahrgäste gesondert zu berücksichtigen. Bei einer Anzahl von 50 bis 100 Personen und einer niedrigen Gleichzeitigkeit sollten nach [5] folgende Sanitäreinrichtungen zur Verfügung stehen:

- Herren: eine Toilette und zwei Urinale mit Handwaschbecken
- Damen: zwei Toiletten mit je einem Handwaschbecken
- Ein Sanitärraum für mobilitätseingeschränkte Personen

Die Sanitäreinrichtungen können entweder räumlich zusammengefasst werden, z.B. mehrere Toilettenkabinen in einem Raum, oder es werden einzelne Räume, die jeweils eine Toilette und ein Handwaschbecken oder mehrere Urinale und ein Handwaschbecken bereitstellen. In letzterem Fall kann die Zuordnung zu Geschlechtern flexibler erfolgen. Der Platzbedarf ist bei dieser Größenordnung an Toiletten in etwa gleich.

4.3.2.4 Sammelflächen

Für die Sicherheit an Bord ist es unabdingbar Sammelflächen einzurichten. Diese müssen im Fall einer Evakuierung für das sog. „Mustern“ aller Gäste und Besatzungsmitglieder über eine ausreichende Fläche verfügen. Es gelten die folgenden Mindestanforderungen:

- Bei 100 Fahrgästen an Bord muss die Größe die Gesamtfläche der Sammelflächen mindestens 35 m² betragen
- Jede einzelne Sammelfläche muss größer als 10 m² sein.
- Von den Sammelflächen aus müssen die Rettungsmittel leicht zugänglich sein.
- Eine sichere Evakuierung der Personen von diesen Sammelflächen muss zu beiden Seiten des Schiffes möglich sein; Sammelflächen dürfen nicht durch Möbel oder sonstiges blockiert werden.

Diese und weitere Vorschriften sind ES-TRIN [III] zu entnehmen.

4.3.2.5 Fahrradtransport

Auf dem Schiff sollen bis zu 50 Fahrräder transportiert werden können. Die tatsächliche Zahl wird vom Zweck der Fahrt (z.B. Rundfahrt oder Linienfahrt) und der Zusammensetzung der Fahrzeuge abhängen. Für das Abstellen eines Fahrrads mit vollständigem Zugang ist ein Platz von 0,6 m x 2,0 m vorzusehen (siehe [3]). Wenn Fahrradständer mit höhenversetzter Aufstellung verbaut werden, kann der Abstand auf 35 cm reduziert werden (siehe [4]). Für den Fahrradtransport im Linienbetrieb muss davon ausgegangen werden, dass Gepäcktaschen sich an den Fahrrädern befinden. Da aber während der Fahrt keine Zugangsmöglichkeit zu den Fahrrädern bestehen muss und beim Stauen der Fahrräder die Besatzung für eine effiziente Platzausnutzung unterstützen kann, kann davon ausgegangen werden, dass die Platzanforderung gegenüber den oben genannten Werten signifikant reduziert werden kann. Dies ergibt sich auch dadurch, dass Fahrradreisende häufig in Gruppen oder Familien unterwegs sind, die ihre Fahrräder von sich aus zusammenstellen. Zusätzlich können falls erforderlich Staugerüste eingesetzt werden.

4.3.3 Aufteilung des Raums

Eine mögliche Aufteilung des Raums soll entsprechend den Nutzungsanforderungen optimiert sein. Fahrgäste sollen bequem Platz haben und kleinere Speisen zu sich nehmen können. Für Veranstaltungen beispielsweise am Abend soll ein bequemer Speisesaal ohne großen Umbauaufwand entstehen. Der Platz soll für 100 Personen ausreichen. Es soll auf ein großzügiges Platzangebot geachtet werden, um auch die Barrierefreiheit zu gewährleisten.

Zur Gewährleistung der Sicherheit muss die Mindestbreite für Fluchtwege nach ES-TRIN von 1,2 m eingehalten werden. In den Aufenthaltsbereichen sollten die Gänge noch etwas breiter sein, damit Personen bequem aneinander vorbeigehen können.

Die Flächenforderung von ca. 160 m² in einem Raum unterzubringen, der gleichzeitig von allen Plätzen eine Sicht nach Außen ermöglicht, führt zu einem relativ schlanken (Breite ca. 6 bis 8 m) und entsprechend langen Raum (Länge entsprechend ca. 27 bis 20 m).

Die Gestaltung von schmalere Räumen ist attraktiver, weil es von allen Plätzen eine direkte Sicht nach außen ermöglicht. Um trotzdem die Schiffslänge zu begrenzen, kann der Raum auch in zwei Teile aufgeteilt werden. Abbildung 17 und Abbildung 18 zeigen die räumliche Anordnung für einen Fahrgastbereich mit ca. 6,3 m Breite, 90 m² Fläche und 60 Sitzplätzen. Auf einem anderen Deck oder in einem anderen Teil des Schiffes könnte ein weiterer Raum untergebracht werden, der den Rest der Passagiere aufnimmt. Die Aufteilung auf unterschiedliche Bereiche ermöglicht es auch Gruppen zu separieren oder einen Bereich mit vollständigem Service am Platz und einem Bereich mit Selbstbedienung einzurichten.

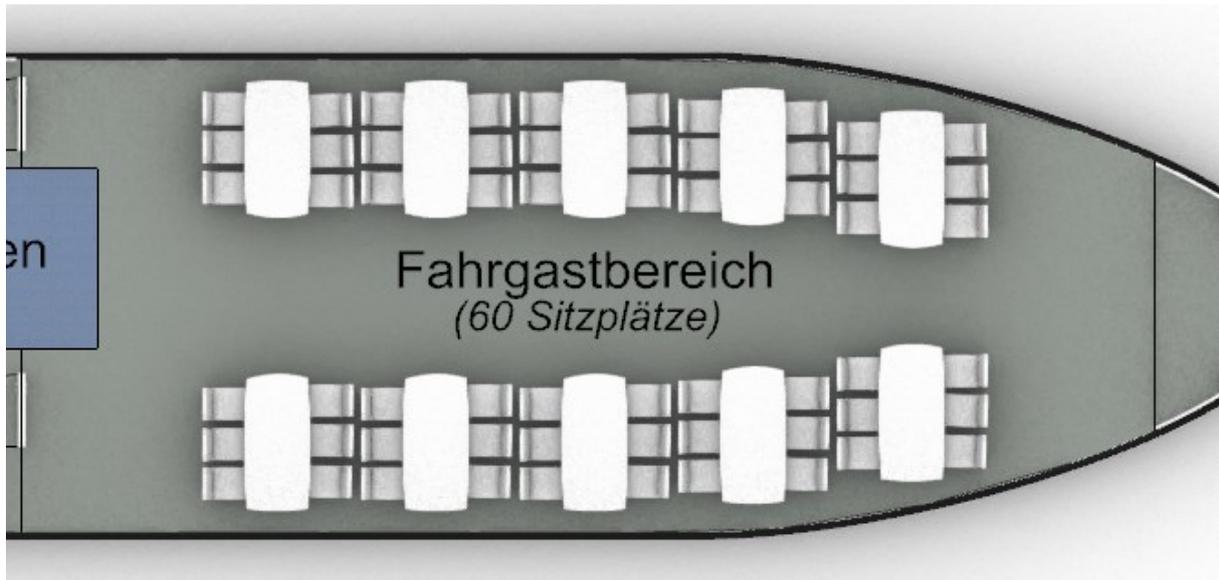


Abbildung 17: Draufsicht möglicher Fahrgastbereich 6,3 m Breite für 60 Personen

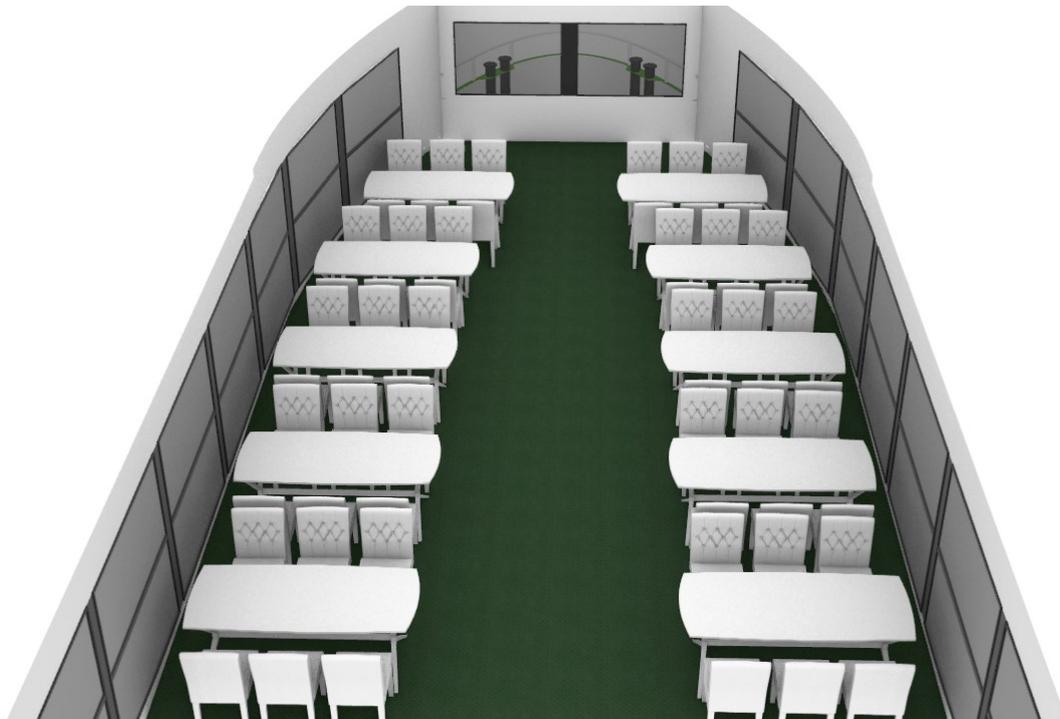


Abbildung 18: Räumliche Ansicht möglicher Fahrgastbereich 6,3 m Breite für 60 Personen

4.3.4 Treppen

Werden Treppen im Fahrgastraum eingeplant, bspw. um auf ein erhöhtes Achterdeck zu gelangen, so ist es empfohlen Treppen mit Normalsteigung zu verwenden (siehe [3]). Für die Treppen sind zusätzlich die technischen Standards für Binnenfahrgastschiffe zu berücksichtigen (siehe [III]):

- Geradlinige Treppe eine Person: Treppenbreite > 80 cm; Abstand Gehlinie vom Geländer 55 cm
- Geradlinige Treppe zwei Personen: Treppenbreite ≥ 100 cm

- Steigung: Normalsteigung, d.h. 17 cm Steigung bei 29 cm Auftrittsfläche (siehe [3])

4.3.5 Barrierefreiheit

Die Barrierefreiheit muss gegeben sein (siehe [III]). Für einen elektrischen Rollstuhl, der sich um 180° dreht, werden ca. 1,85 m x 1,85 m benötigt. Dies kann über ausreichende Durchgangsbreiten und Flächen an den Zugängen realisiert werden. Zusätzlich werden an den Zugängen Rampen bereitgestellt, welche einen sicheren Zugang gewährleisten. Die Rampen dürfen eine maximale Steigung von 6 % haben. Die Breite muss mindestens 1,2 m betragen. Die Bestuhlung im Fahrgastraum sollte so angeordnet werden, dass Stühle schnell entfernt werden können und so Sitzplätze für Rollstuhlfahrer entstehen.

4.3.6 Zugänge

Laut den geltenden Regeln müssen mindestens zwei Zugänge zum Fahrgastraum vorhanden sein (siehe [III]). Auf Tagesausflugsschiffen darf einer dieser zwei Ausgänge durch zwei Notausgänge ersetzt sein. Die Ausgänge müssen zweckmäßig angeordnet und eine lichte Breite von min. 1,1 m und eine lichte Höhe von min. 2,0 m aufweisen.

4.3.7 Fluchtwege

Bei einer Personenzahl von 100 müssen mindestens zwei Fluchtwege vorhanden sein. Die Fluchtwege müssen eine Breite von mindestens 1,2 m aufweisen. Weiter gelten folgende Punkte:

- Fluchtwege müssen auf kürzestem Weg zu Sammelflächen führen
- Fluchtwege dürfen nicht durch Maschinenräume führen
- Im Verlauf von Fluchtwegen dürfen keine Steigeisengänge, Leitern oder ähnliches eingebaut sein

4.3.8 Außenbereiche

Das Schiff soll über ansprechende Außenbereiche verfügen. Die Außenbereiche sollten mit festen Sitzgelegenheiten ausgestattet sein. Die Verwendung von fest installierten Sitzgelegenheiten verhindert auch, dass sich sehr viele Personen in einem Bereich sammeln können. Denn wenn dies insbesondere an Oberdeck auf einer Schiffseite passiert, hat dies negative Folgen für die Schiffsstabilität.

4.4 Technische Räume

Neben den Räumlichkeiten für den Aufenthalt und Versorgung der Passagiere muss das Schiff über einige technische Räume verfügen. Diese werden für die Unterbringung und Zugänglichkeit der notwendigen technischen Ausrüstung verwendet. So weit möglich sollten die Räume im Schiffsrumpf angeordnet werden, damit sie den Platz für die Passagiere so wenig wie möglich beeinflussen. Da der Schiffsrumpf aus Sicherheitsgründen in

verschiedene Räume aufgeteilt werden muss, können nicht sämtliche technische Anlagen in einem Raum platziert werden. Erforderliche technische Räume sind unter anderem:

- Maschinen- oder Generatorraum
- Antriebsraum (falls nicht in den Maschinenraum integriert)
- Pumpen- und Hilfsmaschinenraum
- Ruderanlagenraum
- Bugstrahlruderraum
- Batterieraum (falls eine Batterie an Bord vorhanden ist)
- Tanks (für Kraftstoff, Frisch- und Schmutzwasser)

Die Flächen und Raumbedarfe für einige Bereiche werden im Folgenden näher untersucht, um die Schiffsgröße besser definieren zu können. In den technischen Bereichen kann die Stehhöhe eingeschränkt werden, wenn eine grundsätzliche Bewegungsfreiheit gegeben ist. Ferner muss berücksichtigt werden, dass alle größeren Räume über zwei Aus- bzw. Zugänge verfügen müssen, d.h. es muss eine zweite Fluchtmöglichkeit vorhanden sein.

4.4.1 Maschinen/Generator- und Antriebsraum

Als Konzept für den Antrieb wird von einer diesel-elektrischen Variante mit Batterieunterstützung ausgegangen. Für einen kombinierten Generatoren- und Antriebsraum lässt sich der in Tabelle 15 dargestellte Flächenbedarf ermitteln.

Tabelle 15: Platzbedarf Maschinenraum

Ausrüstung	Anzahl	Flächenbedarf [m²]	Flächenbedarf Gesamt [m²]
Generator mit Aggregat für Antrieb	2	1,4	2,8
Bordstromaggregat mit Generator	1	1,5	1,5
Elektrische Fahrmotoren	2	1,2	2,4
Getriebe	2	1,2	2,4
Propellerwellen (inkl. Wellenbremse, Abdichtung, Schmierung, etc.)	2	1,7	3,4
Abgasanlage (inkl. Leitungen, Nachbehandlung, etc.)	2	0,5	1,0
Kraftstoffleitungen	2	1,0	2,0
Kraftstoffpumpen	2	0,8	1,6
Schmierölleitungen	2	0,7	1,4
Schmierölpumpen	2	0,4	0,8
Kühlwasserleitungen (Frischwasser)	2	0,8	1,6
Kühlwasserpumpen (Frischwasser)	2	0,5	1,0
Seekühlwasserleitungen (inkl. Wärmetauscher, Filter, etc.)	2	1,2	2,4
Seekühlwasserpumpen	2	0,6	1,2
Wärmetauscher	2	0,3	0,6
Bilgenwasserleitungen	1	0,5	0,5
Maschinensteuerung	2	0,1	0,2

Ausrüstung	Anzahl	Flächenbedarf [m²]	Flächenbedarf Gesamt [m²]
Feuerlöschsystem	2	0,4	0,8
Kommunikationseinrichtung	1	0,2	0,2
Sicherheitsausrüstung (Erste-Hilfe Set, Feuerlöscher, etc.)	1	0,2	0,2
Platz für Arbeitswege, Fluchtwege und Zugänglichkeiten (2x Zugang, Zugänge zu Tanks, etc.)	1	3,0	3,0
Belüftung (Gebläse, Kanäle, etc.)	2	0,4	0,8
Kabelbahnen (inkl. Kabel, etc)	1	0,3	0,3
Schaltschränke	4	0,6	2,4
Gesamt			34,5
Gesamt inkl. Sicherheitsfaktor (10 %)			38,0

4.4.2 Pumpen- und Hilfsmaschinenraum

Im Pumpenraum bzw. Hilfsmaschinenraum sind alle Komponenten für die Versorgungssysteme untergebracht, die zentral bereitgestellt werden müssen. Dazu gehören folgende System:

- Feuerlöschsystem
- Frischwassersystem
- Sammlung und Abgabe von Schwarz- und Grauwasser
- Lenzsystem

Fahrgastschiffe müssen mit einer Hydrantenanlage versehen sein, bestehend aus Feuerlöschpumpen, Feuerlöschleitungen und Hydranten mit festangeschlossenen Schläuchen. Ferner muss jede wasserdichte Abteilung für sich lenzbar sein (beides siehe ES-TRIN [III]). Die notwendigen Pumpen und Armaturen werden im Hilfsmaschinenraum installiert.

Das Schiff muss über ein Frischwassersystem zum Betrieb der sanitären Anlagen und der Bordgastronomie verfügen. Zur Begrenzung des Umfangs der technischen Systeme erfolgt die Wasseraufbereitung nicht an Bord. D.h. es wird Trinkwasser von Land übernommen und in Tanks auf dem Schiff gespeichert. Das Schmutzwasser aus Spülen und Toiletten wird in Tanks gesammelt und an geeigneter Stelle an Land abgegeben. Die notwendigen Pumpen und Druckspeicher für das Wassersystem werden in dem Hilfsmaschinenraum installiert.

Die nachfolgende Tabelle zeigt den notwendigen Platzbedarf der Systeme auf. Dabei sind Materialien für die Befestigung der Komponenten, wie beispielsweise Fundamente im Platzbedarf berücksichtigt worden.

Tabelle 16: Platzbedarf Pumpenraum

Ausrüstung	Anzahl	Flächenbedarf [m²]	Flächenbedarf Gesamt [m²]
Feuerlöschpumpe	2	0,9	1,8
Rohrleitungen und Ausrüstung Feuerlöschsystem	2	1,1	2,2
Hydrantenanlage			
Frischwasserpumpen	2	0,4	0,8
Frischwasserleitungen und Ausrüstung (inkl. Ansaugautomaten)	2	0,5	1,0
Warmwasserboiler	1	0,4	0,4
Abwasserleitungen und -ausrüstung	1	0,6	0,6
Grauwasserleitungen und -ausrüstung	1	0,6	0,6
Lenzpumpen	2	0,4	0,8
Lenzleitungen	2	0,3	0,6
Schaltschrank für alle Systeme	3	0,6	1,8
Belüftung (Gebläse, Kanäle, etc.)	1	0,8	0,8
Kabelbahnen	1	0,3	0,3
Platz für Arbeitswege, Fluchtwege und Zugänglichkeiten (2x Zugang, Zugänge zu Tanks, etc.)	1	2,0	2,0
Maschinensignalanlage	1	0,3	0,3
Sicherheitsequipment (Erste-Hilfe Set, Feuerlöscher, etc.)	1	0,2	0,2
Kommunikationseinrichtung	1	0,2	0,2
Feuerlöschsystem für den Raum	1	0,4	0,4
Gesamt			14,8
Gesamt inkl. Sicherheitsfaktor (10 %)			16,0

4.4.3 Rudieranlagenraum

Für die Unterbringungen der gesamten Ruderanlage und deren Steuerung wird ein Rudieranlagenraum an Bord benötigt. Dieser sollte mindestens über die in Tabelle 17 aufgeführte Fläche verfügen.

Tabelle 17: Platzbedarf Rudieranlagenraum

Ausrüstung	Anzahl	Flächenbedarf [m²]	Flächenbedarf Gesamt [m²]
Rudieranlage (Zylinder, Gestänge, Geber- und Nehmer, etc.)	2	1,2	2,4
HPU für Ruderanlage	2	0,4	0,8
Rohrleitung für Ruderhydraulik	2	0,3	0,6
Kabelbahnen	1	0,3	0,3
Platz für Arbeitswege, Fluchtwege und Zugänglichkeiten	1	2,0	2,0
Schaltschrank	1	0,6	0,6
Belüftung (Gebläse, Kanäle, etc.)	1	0,4	0,4
Feuerlöschsystem für den Raum	1	0,4	0,4
Sicherheitsausrüstung (Erste-Hilfe Set, Feuerlöscher, etc.)	1	0,2	0,2
Maschinensignalanlage	1	0,3	0,3
Kommunikationseinrichtung	1	0,2	0,2
Gesamt			8,2
Gesamt inkl. Sicherheitsfaktor (10 %)			9,0

4.4.4 Bugstrahlruderraum

Fahrgastschiffe sind mit einem Bugstrahlruder und einem Buganker auszurüsten (siehe ES-TRIN [III]).

Aufgrund dessen muss ein Bugstrahlruderraum am Bug eingeplant werden. Es wird hier angenommen, dass das Bugstrahlruder als „Pump Jet“ oder auch „Jet Thruster“ genannte Variante ausgeführt wird. Hierfür kann der in Tabelle 18 aufgeführte Platzbedarf angenommen werden.

Tabelle 18: Platzbedarf Bugstrahlruderraum

Ausrüstung	Anzahl	Flächenbedarf [m²]	Flächenbedarf Gesamt [m²]
Bugstrahlruder („Pump Jet“ Variante, inkl. Leitungen, Pumpe und Ausrüstung)	1	1,5	1,5
Belüftung (Gebläse, Kanäle, etc.)	1	1,2	1,2
Kabelbahnen	1	0,3	0,3
Platz für Arbeitswege, Fluchtwege und Zugänglichkeiten (2x Zugang, Zugänge zu Tanks, etc.)	1	2,0	2,0
Schaltschrank	1	0,6	0,6
Motor für Bugankerwisch	1	0,6	0,6
Feuerlöschsystem für den Raum	1	0,4	0,4
Kommunikationseinrichtung	1	0,2	0,2
Sicherheitsausrüstung (Erste-Hilfe Set, Feuerlöscher, etc.)	1	0,2	0,2
Gesamt			7,0
Gesamt inkl. Sicherheitsfaktor (10 %)			8,0

4.4.5 Batterieraum

Für den Einbau von Zugängen sowie Lüftungs- und Brandschutztechnik muss beim Batterieraum mit einer Verdoppelung des Volumens gegenüber dem Volumen des Batteriespeichers gerechnet werden. Es sollte aber nicht mit einem Volumen von weniger als 2 m³ gerechnet werden.

4.4.6 Tanks (für Kraftstoff, Frisch- und Schmutzwasser)

Für die Versorgung mit Kraftstoff und Frischwasser sowie zur Aufnahme des Abwassers sind Tanks im Schiff vorzusehen. Die Tanks sollten vom Volumen her so bemessen sein, dass ein mehrtätiger Betrieb ohne Bunkern möglich ist. Tanks können entweder als strukturelle schiffbauliche Tanks oder als Einbautanks ausgeführt werden. Bei der ersten Lösung ist zu beachten, dass es Höchstmengen für den Kraftstoff gibt, der an der Außenhaut gefahren werden darf. Außerdem muss Frischwasser baulich von anderen wassergefährdenden Stoffen getrennt werden. Für das Naturerlebnisschiff ist, auch in Bezug auf eine zukünftige Umrüstkfähigkeit, die Verwendung von Einbautanks zu bevorzugen.

4.5 Nautik & Navigation

4.5.1 Grundlagen

Die nautische und schiffstechnische Ausrüstung des Schiffes muss so gestaltet sein, dass ein sicheres Naturerlebnis ganzjährig auch bei den teilweise wechselnden Umweltbedingungen möglich ist. Wesentliche Teile der nautischen und schiffstechnischen Ausrüstung sind durch die entsprechenden Vorschriften (z.B. BinSchUO [I], SeeSchStrO [II] und ES-

TRIN [III]) vorgegeben. Einige Details, die entweder wesentlich für den Schiffsentwurf sind oder bei denen durch die Ausgestaltung das Sicherheitsniveau festgelegt werden kann, werden im Folgenden weiter erläutert.

4.5.2 Nautische Ausrüstung und Brücke

Für einen effizienten und sicheren Schiffsbetrieb muss das Fahrzeug durch eine Person bedient und gesteuert werden können. Dazu muss das Schiff über eine Brücke mit einem Einmannfahrstand verfügen, der eine Rundumsicht ermöglicht. D.h. es muss auch ausreichend Sicht nach achtern gewährleistet sein. Aus der Einmannbedienfähigkeit ergeben sich Ausrüstungsanforderungen aus den Vorschriften. So müssen zum Beispiel sämtliche Anzeigen für die schiffstechnischen Anlagen auf der Brücke neben der nautischen Ausrüstung in Sicht- und auch Greifweite vom Steuermann vorhanden sein, damit dieser jederzeit seine Aufgabe sicher wahrnehmen kann (siehe ES-TRIN [III]). Das Schiff muss über entsprechende Navigations- und Kommunikationseinrichtungen verfügen. Eine interne Sprechverbindung zu den Stellen, an denen die Besatzung arbeitet, muss ebenso vorhanden sein wie ein Alarmsystem. Zur Information der Personen an Bord muss eine Bordsprechanlage vorhanden sein.

Die Sichtstrahlanforderungen nach den Vorschriften erfordern, dass die Wasseroberfläche ab einer Entfernung von 250 m vor dem Schiff vom Steuerstand aus eingesehen werden kann. Da das Schiff in der Regel in sehr beengten Gewässern verkehrt ist dieses nicht ausreichend. Stattdessen muss die Brücke im vorderen Bereich des Schiffes angeordnet sein, damit eine direkte Sicht auf das Gewässer vor dem Schiff möglich ist.

4.5.3 Sicherheitstechnische Ausstattung

Gemäß den Vorschriften ist keine Videoüberwachung erforderlich. Aus Sicherheitsgründen ist es allerdings geboten, dass zum Beispiel die Zugangsbereiche und Bereiche hinter dem Schiff mit Kameras überwacht werden.

Das Schiff muss gemäß den Vorschriften über ausreichende Rettungsmittel für alle an Bord befindlichen Personen verfügen. Da die Elbe in dem zu befahrenden Bereich bereits relativ offen und weit ist, müssen zusätzlich zu Schwimmwesten auf jeden Fall auch Rettungsinseln vorhanden sein. Dadurch ist sichergestellt, dass in einer Notsituation eine Rettung der Passagiere möglich ist. Evtl. kann auch ein Marine Evacuation System (MES) sinnvoll sein, bei dem die Rettungsinseln über aufblasbare Notrutschen, ähnlich wie bei einem Flugzeug, bestiegen werden.

Auf Fahrgastschiffen ist es vorgeschrieben die Passagiere über eine Lautsprechanlage in besonderen Situationen informieren zu können. Die gleiche Lautsprechanlage kann im Normalbetrieb von der Naturführung verwendet werden, um den Passagieren auf den Naturerlebnisfahrten Erläuterungen zur Flora und Fauna zu geben.

Für Fahrgastschiffe ist es erforderlich, dass diese über zwei unabhängige Antriebssysteme verfügen, die auch in unterschiedlichen Räumen untergebracht sein müssen. Bei dem empfohlenen Antriebskonzept ist dies durch die räumliche Trennung von

Generatoren, Batterien und Antriebsmotoren gewährleistet. Zusätzlich kann der als Manövrierhilfe dienende Bugstrahler als Hilfsantrieb ausgeführt werden.

4.6 Schiffskonzept

Für ein umfassendes und sicheres Naturerlebnis müssen die in den vorherigen Abschnitten erarbeiteten Anforderungen an das Schiff hinsichtlich Abmessungen, Räumen und technischer Ausstattung in ein Gesamtkonzept überführt werden. Trotz der umfangreichen Vorgaben, die sich aus den Anforderungen des Fahrtgebiets, der Schiffstechnik und der Zielsetzung des Fahrzeugs ergeben, bestehen eine Reihe von gestalterischen Möglichkeiten. D.h. auch mit diesen Vorgaben ist es möglich unterschiedliche Fahrzeuge zu entwerfen. Um den für das Naturerlebnis besten Entwurf zu finden, werden deshalb Zielkriterien für den Schiffsentwurf definiert (siehe Abschnitt 4.6.2). Ferner werden drei Konzepte erarbeitet (siehe Abschnitt 4.6.3 bis 4.6.5), die anhand der Kriterien bewertet werden (siehe Abschnitt 4.6.6). Das Konzept mit der besten Bewertung wird darauf weiter ausgeführt und vorgestellt (siehe Abschnitt 4.6.7).

4.6.1 Grundlagen

Bei der Erarbeitung der Raumkonzepte soll ein besonderes Augenmerk auf die Zugänglichkeit für mobilitätseingeschränkte Personen und die Mitnahme von Fahrrädern gelegt werden. Letzterer Punkt hat sich in der Potentialanalyse als ein wichtiger Baustein herausgestellt, der von den bisher bestehenden Schiffen so nicht angeboten wird.

Im Raumkonzept werden die Fahrgasträume und die technischen Räume im Schiff angeordnet, sodass zum einen die Vorschriften erfüllt werden und zum anderen ein stimmiges Nutzungskonzept vorliegt. Über die benötigten Flächen und die Randbedingungen der Gewässer ergibt sich so die benötigte Länge und Breite des Rumpfs. Daneben müssen bei der Anordnung immer auch andere Aspekte wie Stabilität und Widerstand des Schiffs berücksichtigt werden.

Um die Vorschriften zu erfüllen und den Komfort der Fahrgäste zu erhöhen, sollten die technischen Bereiche klar von den Fahrgastbereichen getrennt werden. Die technischen Bereiche sind deshalb nach Möglichkeit vollständig unter dem Hauptdeck vorzusehen, sodass die Geräuschkulisse im Fahrgastbereich geringer ist und die attraktiveren Flächen für die Fahrgäste zur Verfügung stehen.

Außerdem ist im Schiffskonzept zu berücksichtigen, wie die Fahrgäste an Bord kommen und sich an Bord bewegen können. In jedem Fall sollte es möglich sein, das Schiff sowohl über die Backbord- als auch über die Steuerbordseite über eine Rampe zu betreten. Damit wird Flexibilität bei der Wahl der Anlegestellen erreicht. Ein weiterer Punkt in der Zugänglichkeit ist der Höhenunterschied zwischen dem Hauptdeck des Schiffs und der Anlegestelle. Ist dieser Unterschied zu hoch, zum Beispiel in einem Hafen im tideabhängigen Bereich mit fester Anlegestelle, ist ein barrierefreier Ein- und Ausstieg nicht mehr möglich. Werden Anlegestellen mit einem Schwimmponton gewählt, sollte es bei einem gewählten Freibord von ca. 1 m nicht zu Problemen kommen. Ein Zugang zum Schiff über den Bug wird gemäß der Projektabsprachen ausgeschlossen.

Um den Ausblick für den Schiffsführer uneingeschränkt sicherzustellen, ist in allen Entwürfen das Steuerhaus am vorderen Ende des Schiffs positioniert.

Da im Nutzungskonzept vorgesehen ist, dass das Schiff auch an Sandbänken anlegen kann, ist es wichtig zu berücksichtigen, dass der Plattboden des Schiffes der tiefste Punkt ist.

Zusätzlich ist die Mitnahme von Fahrrädern möglich. Diese werden in einem separaten Bereich am Heck des Schiffes abgestellt und transportiert. Die Fahrräder werden über die seitlichen Rampen (Landgänge) an Bord gebracht.

4.6.2 Zielkriterien

Für die Erarbeitung und die anschließende Bewertung der Schiffskonzepte werden einige Auswahlkriterien festgelegt und in diesem Abschnitt genauer beschrieben.

Aus dem geplanten Fahrtgebiet ergeben sich Begrenzungen für den Tiefgang, die Länge, die Breite und die Höhe des neuen Naturerlebnisschiffs:

- Aus den im Fahrtgebiet teilweise sehr geringen Wassertiefen ergibt sich ein maximaler Tiefgang für das Schiff von 0,6 m.
- Da die Häfen im geplanten Fahrtgebiet nur ein sehr begrenztes Platzangebot bieten, sollte die Länge des Schiffes 35 m nicht überschreiten, um noch ein sicheres Manövrieren zu ermöglichen.
- Sollte das Sperrwerk der Wilster Au passiert werden, begrenzt dies die maximale Breite des Schiffes auf 6,7 m. Aus Stabilitäts- und Gewichtsgründen kann es aber nötig sein, eine größere Breite zu wählen.
- Für die maximale gesamte Höhe des Schiffes gibt es drei Grenzwerte: Für eine Fahrt bis Breitenburg dürfte die Fahrzeughöhe von 3,5 m nicht überschritten werden. Für eine Fahrt bis Wilster dürften 6,0 m nicht überschritten werden. Für das restliche Fahrtgebiet ist die Autobahnbrücke vor Itzehoe mit 18,5 m Durchfahrthöhe ausschlaggebend. Aus landschaftlichen Gesichtspunkten ist die Aussicht der Passagiere besser, wenn sie höher über der Wasseroberfläche sitzen, daher wird dieser Punkt ebenfalls bewertet.

Das Nutzungskonzept stellt ein weiteres Auswahlkriterium dar. Das Konzept soll sowohl Tagestouren mit Naturerlebnis ermöglichen als auch Abendprogramm mit einem erweiterten gastronomischen Angebot. Dabei soll das Platzangebot in beiden Fällen möglichst optimal genutzt werden.

Um möglichst vielen Menschen die Fahrt auf dem Naturerlebnisschiff zu ermöglichen, wird auch die Barrierefreiheit als Auswahlkriterium aufgenommen. Dies beinhaltet die Zugänglichkeit und die Infrastruktur an Bord. Neben den Vorgaben aus den Vorschriften, wie eine Toilette für mobilitätseingeschränkte Personen, wird auch auf komfortable Platzverhältnisse und ein gleichwertiges Erlebnis der Fahrt geachtet.

Bei einem Konzept mit Fahrgastbereichen auf mehreren Decks ist zu berücksichtigen, dass es nicht allen Mobilitätseingeschränkten möglich sein wird, von einem Deck auf ein anderes zu wechseln. Der Einbau einer geeigneten Rampe oder eines Fahrstuhls ist auf

Grund der maximal möglichen Abmessungen des Schiffs nicht möglich. Ein zweites Deck für Fahrgäste wäre damit nicht mehr barrierefrei.

Ein weiteres Auswahlkriterium ist die Fläche, die für den Transport von Fahrrädern zur Verfügung gestellt wird und die Zugänglichkeit zu diesem Bereich.

4.6.3 Konzept 1: Eindecker

Beim Konzept des Eindeckers werden alle Innenbereiche für die Fahrgäste auf einem Deck und die Freiluftsitzeplätze auf dem Oberdeck angeordnet. Nur der Stauraum für die Fahrräder und der Küchenbereich liegen leicht erhöht im achteren Bereich des Schiffs.

Die Erhöhung ist durch die nötige Höhe für die technischen Räume darunter bedingt. Eine Generalplanskizze findet sich in Abbildung 19. Die Farben der Schattierungen sind in Abbildung 21 erläutert.

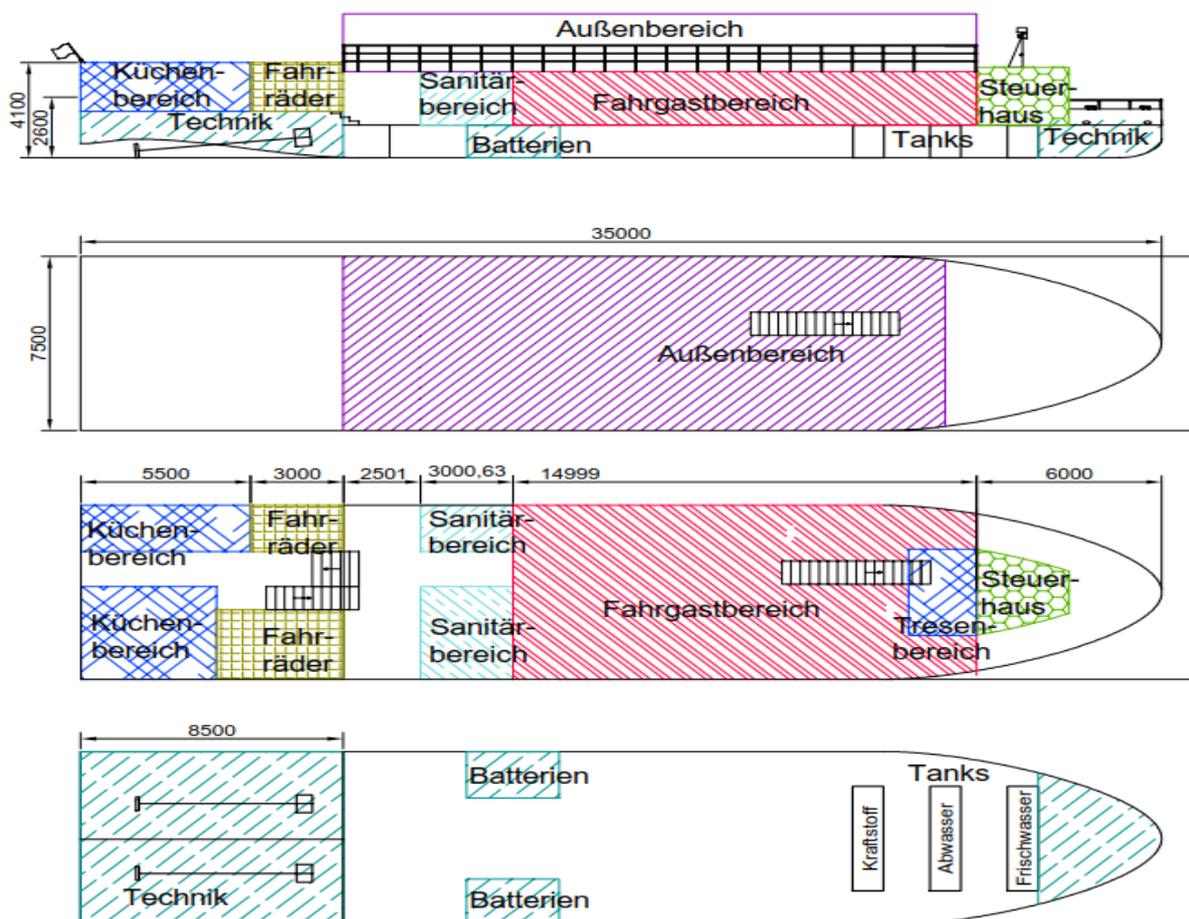


Abbildung 19: Generalplanskizze Eindecker

Um das gastronomische Angebot direkt zum Kunden zu bringen, wird ein Tresenbereich direkt im Fahrgastbereich vorgesehen. Der Zugangsbereich achtern von den Sanitärbereichen ist mit 2,5 m Breite großzügig gewählt. Kommt es jedoch dazu, dass mehrere Personen, Fahrräder und mobilitätseingeschränkte Personen diesen Raum gleichzeitig

nutzen, wird er, trotz seiner Großzügigkeit, begrenzt sein. Dem kann allerdings mit einer entsprechenden Organisation beim Ein- und Aussteigen entgegengewirkt werden. Des Weiteren müssten die Fahrräder auf den erhöhten Bereich auf dem Achterdeck gebracht werden, was die Handhabung erschwert.

Da das Schiff auf die Hauptabmessungen des Fahrtgebietes beschränkt ist, muss die Größe des Fahrgastraums eingeschränkt werden. Die dort nutzbare Fläche beträgt weniger als 90 m² statt der empfohlenen 160 m². D.h. bei Veranstaltungen mit Bewirtung muss die Anzahl der Personen auf ca. 60 begrenzt werden. Die Hauptabmessungen des Schiffsrumpfes betragen 35 m in der Länge und 7 m in der Breite. Die lichte Höhe beträgt gerade 4,1 m über Kiel, d.h. bei 60 cm Tiefgang 3,5 m über der Wasseroberfläche. Damit kann das Schiff das Fahrtgebiet bis Breitenburg (Höhe) aber nicht bis Wilster (Breite) befahren. Um die Höhenbeschränkung einhalten zu können, müssen der Mast und sämtliche Anbauten an Oberdeck wie die Geländer zudem klappbar sein. Es können deshalb auch keine festen Sitzmöbel an Oberdeck bereitgestellt werden. Dies schränkt die Attraktivität des Oberdecks erheblich ein bzw. könnte eine Nutzung aus genehmigungsrechtlichen Gründen auf einem Passagierschiff unmöglich machen.

Vorteile dieser Anordnungen liegen in der vollständigen Bewegungsfreiheit für mobilitätseingeschränkte Personen im Innenraum und die insgesamt niedrige Höhe des Rumpfs mit Aufbau.

Nachteile dieses Konzepts sind die größere benötigte Länge, um die Räume anzuordnen und der begrenztere Ausblick aus den Innenräumen, da die Fahrgäste weniger hoch über dem Wasser sitzen. Für alle Personen, die keine Treppen bewältigen können ist leider der Freiluftbereich nicht zu erreichen. Hier kann nur die Fläche im Bereich des Ein- und Ausstiegs zur Verfügung gestellt werden. Die Sicht nach achtern vom Steuerstand muss über ein Kamerasystem gewährleistet werden.

4.6.4 Konzept 2: Zweidecker

Bei dieser Aufteilung werden die Fahrgastbereiche auf zwei geschlossene Decks verteilt. Auf dem unteren Deck befindet sich zusätzlich noch ein kleiner Tresenbereich, die sanitären Anlagen und der Stauraum für die Fahrräder. Auf dem oberen Deck befindet sich das Steuerhaus und ein größerer Küchenbereich. Die Freiluftsitzplätze sind oberhalb des Oberdecks. Eine Generalplanskizze ist in Abbildung 20 dargestellt.

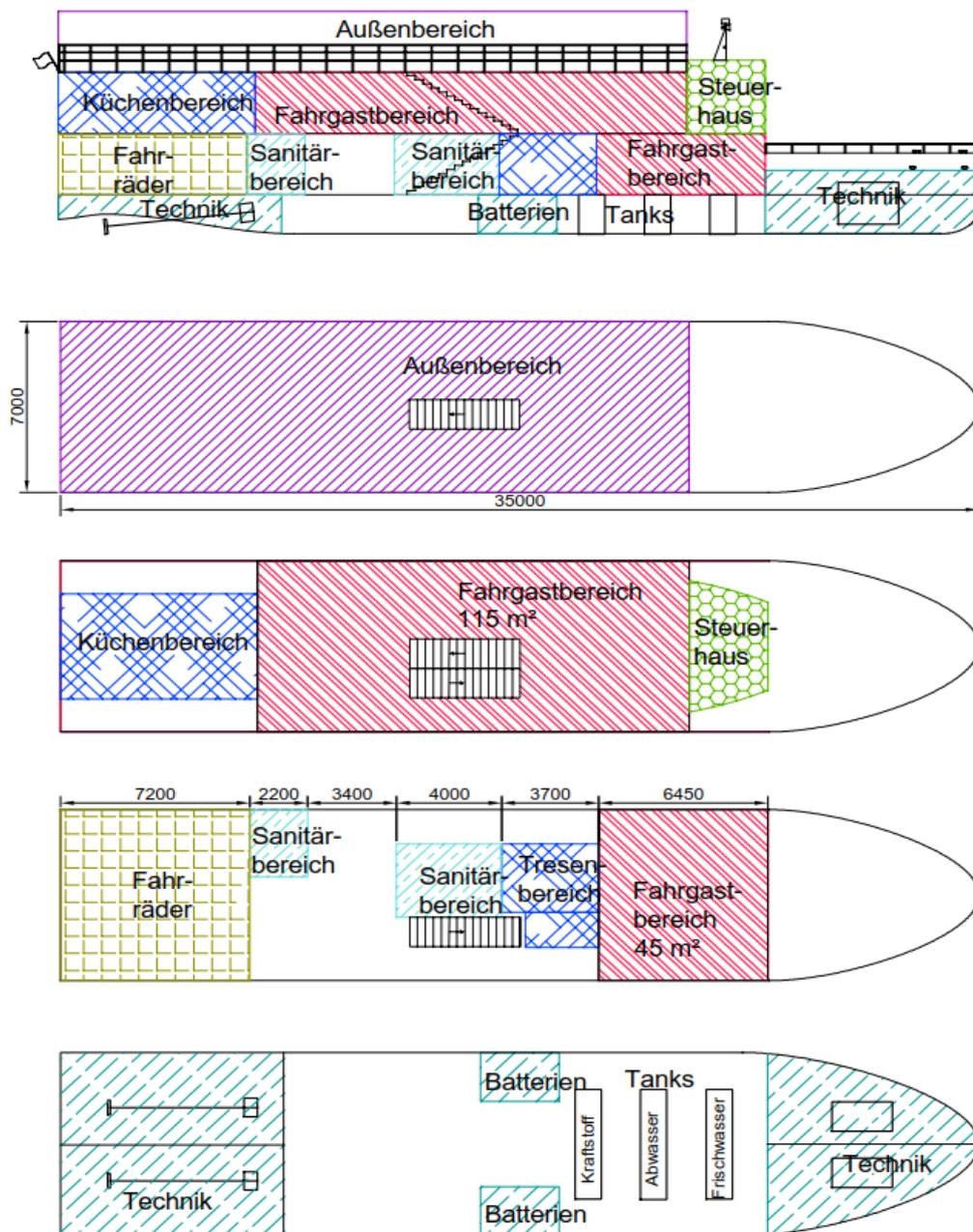


Abbildung 20: Generalplanskizze Zweidecker

Im Bugbereich ist das Deck erhöht, um die nötige Raumhöhe für die technischen Räume darunter zu schaffen. Dadurch erhöht sich der Abstand zwischen dem Deck und der Wasseroberfläche. Dies schränkt die Sichtmöglichkeiten aus dem unteren vorderen Fahrgastraum nach vorne ein.

Ein Vorteil dieses Konzepts im Vergleich zum Eindecker ist das komfortable Platzangebot für die Fahrgäste im Schiff bei der gleichen Rumpflänge und -breite. Außerdem ist auf dem oberen geschlossenen Deck der Ausblick für die Fahrgäste ein Pluspunkt. Durch das Stauen der Fahrräder auf dem unteren Deck ohne Höhenunterschied wird der Transport der Fahrräder vereinfacht und damit auch die Zeit, die für das Ein- und Ausladen benötigt wird, reduziert.

Nachteilig an diesem Entwurf ist die begrenzte Barrierefreiheit. Durch die Treppe zum oberen Deck ist dieser Bereich zum Beispiel für Rollstuhlfahrer nicht zu erreichen und es steht damit nur der kleinere untere Bereich zur Verfügung. Dieser Nachteil wird etwas dadurch ausgeglichen, dass das Steuerhaus auf dem oberen Deck ist und damit auf dem unteren Deck zumindest ein begrenzter Ausblick nach vorne möglich ist.

Außerdem muss mehr Fläche für Treppen vorgesehen werden und es ergibt sich zusätzliches Gewicht und ein höherer Schwerpunkt durch das zweite geschlossene Deck. Dies wiederum bedeutet, dass die Breite des Rumpfs nicht kleiner gewählt werden kann.

Im Hinblick auf Dinnerfahrten ist zu beachten, dass im unteren Deck ein zweiter Tresenbereich vorgesehen ist, um die Bewirtung zu vereinfachen, allerdings erhöht dies auch den Personalaufwand auf solchen Fahrten. In der Vorbereitung von Fahrten mit Verpflegungsangebot muss auch berücksichtigt werden, dass der Küchenbereich auf dem oberen Deck ist und damit sämtliche Lebensmittel und Zubehör über die Treppe transportiert werden muss. Dies bedeutet zusätzlichen Aufwand für das Personal und eine etwas längere Vorbereitungszeit.

4.6.5 Konzept 3: 1,5-Decker

Beim Konzept des 1,5-Deckers sind die Fahrgasträume auch auf zwei Ebenen verteilt. Der Küchen- und der Sanitärbereich sind auf dem unteren Deck angeordnet, während ein zweiter Tresen, der Außenbereich und das Steuerhaus sich auf dem oberen Deck befinden. Der Bereich für das Lagern der Fahrräder und das WC-für die Besatzung befindet sich ebengleich achtern auf dem unteren Deck. Der Bereich für die Fahrräder kann dabei offen gestaltet werden, sodass bei voller Fahrradkapazität an Bord ein Wetter geschützter Ausblick möglich ist.

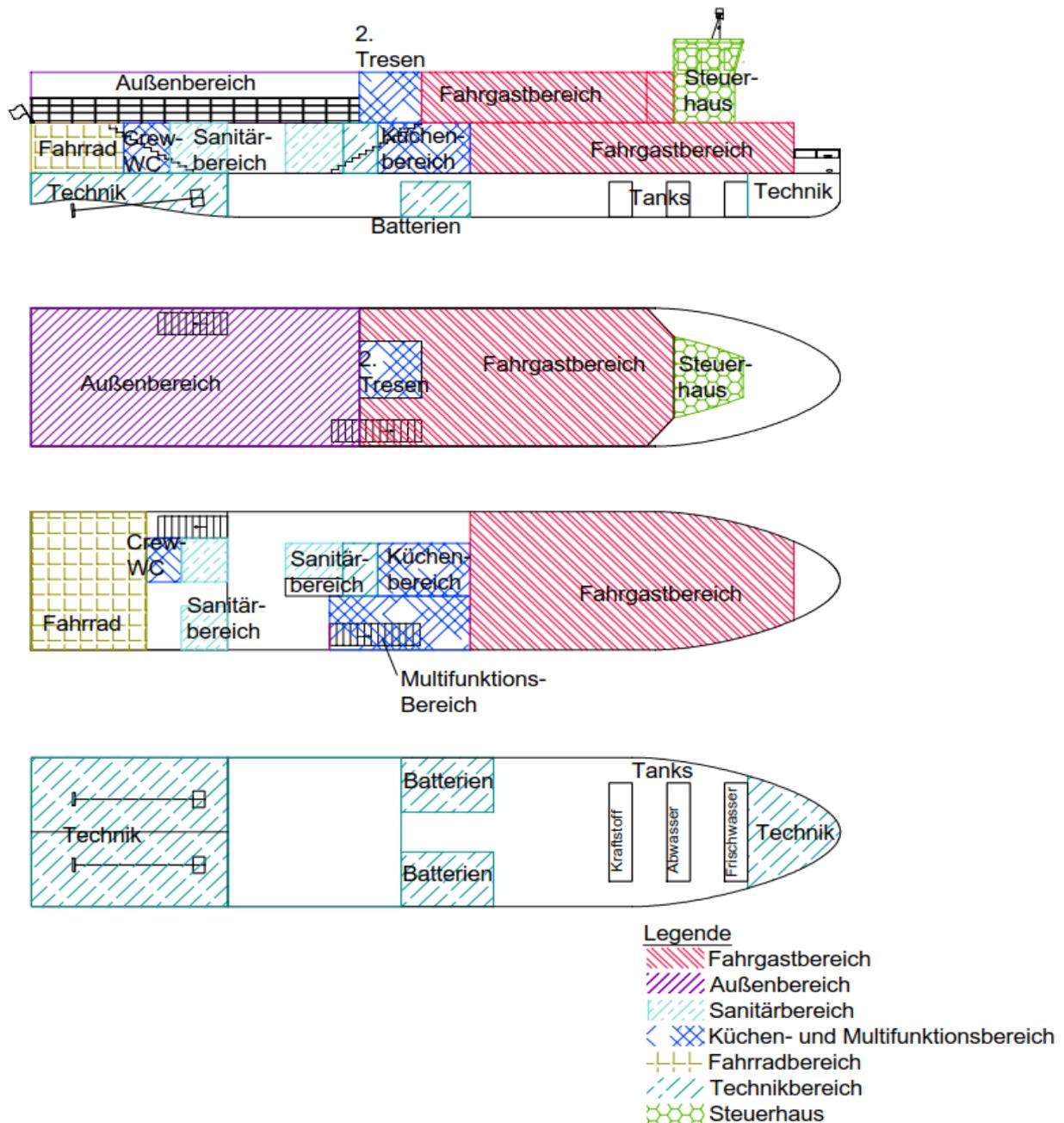


Abbildung 21: Generalplanskizze 1,5-Decker

Wie beim Zweidecker ist nur der untere Fahrgastbereich für Gäste zu erreichen, die die Treppen nicht mehr bewältigen können. Der obere Fahrgastbereich und das Freiluftdeck ist damit nur noch eingeschränkt barrierefrei. Allerdings haben die Fahrgäste auf dem unteren Deck einen unbeschränkten Ausblick nach vorne. Die Fahrgäste auf dem oberen Deck können aufgrund des Steuerhauses zwar nicht so gut nach vorne sehen. Allerdings besteht durch die höhere Perspektive die Möglichkeit über die Deiche schauen zu können.

Die Hauptabmessungen des Schiffes betragen 35 m Länge und 6,3 m Breite für den Rumpf sowie eine Höhe von ca. 8 m über der Wasseroberfläche. Es ist damit das gesamte Fahrtgebiet außer die Fahrten bis Breitenburg und Wilster befahrbar.

Im Vergleich zum Eindecker steht ein ebener und erheblich größerer Stauraum für die Fahrräder zur Verfügung.

Durch die Anordnung des Außenbereichs hinter dem oberen Fahrgastbereich wird die Gesamthöhe im Vergleich zum Zweidecker reduziert. Dies reduziert gleichzeitig die Höhe des Schiffsschwerpunkts und das Gewicht des Schiffs. Außerdem erhält das Schiff durch den aufgelockerten Aufbau ein ansprechenderes Aussehen.

4.6.6 Bewertung Konzepte

Um einen besseren Vergleich der drei Schiffskonzepte zu ermöglichen, wird eine Bewertungsmatrix aufgestellt. Dabei werden für die verschiedenen beschriebenen Aspekte Punkte vergeben. Die Bewertung erfolgt von einem Punkt (sehr schlechte Erfüllung) bis fünf Punkte (sehr gute Erfüllung).

Tabelle 19: Bewertung Schiffskonzepte

Auswahlkriterien	Konzept 1: Eindecker	Konzept 2: Zweidecker	Konzept 3: 1,5-Decker
Ausnutzung Fahrtgebiet	4	3	3
Attraktivität für das Fahrtgebiet	2	4	5
Nutzungskonzept	4	3	5
Platzangebot	1	5	4
Barrierefreiheit	4	2	3
Fahrräder	1	5	4
GESAMTBEWERTUNG	16	22	24

Tabelle 20 stellt die Hauptabmessungen der drei Konzepte gegenüber.

Tabelle 20: Hauptabmessungen Konzepte

Größe		Eindecker	Zweidecker	1,5-Decker
Länge Rumpf	m	35,0	35,0	35,0
Breite Rumpf	m	7,0	7,0	6,3
Tiefgang	m	0,6	0,6	0,6
Lichte Höhe (Brückendurchfahrt)	m	3,5	8,3	9,0

4.6.7 Detaillierte Darstellung Zielkonzept

Die Bewertung der Konzepte hat die höchste Punktzahl für das Konzept des 1,5-Deckers ergeben. In diesem Konzept wird der beste Kompromiss zwischen den Abmaßen des Schiffs für das Fahrtgebiet und dem Komfort der Passagiere erreicht. Abbildung 22 zeigt die Gesamtansicht für ein solches Konzept.

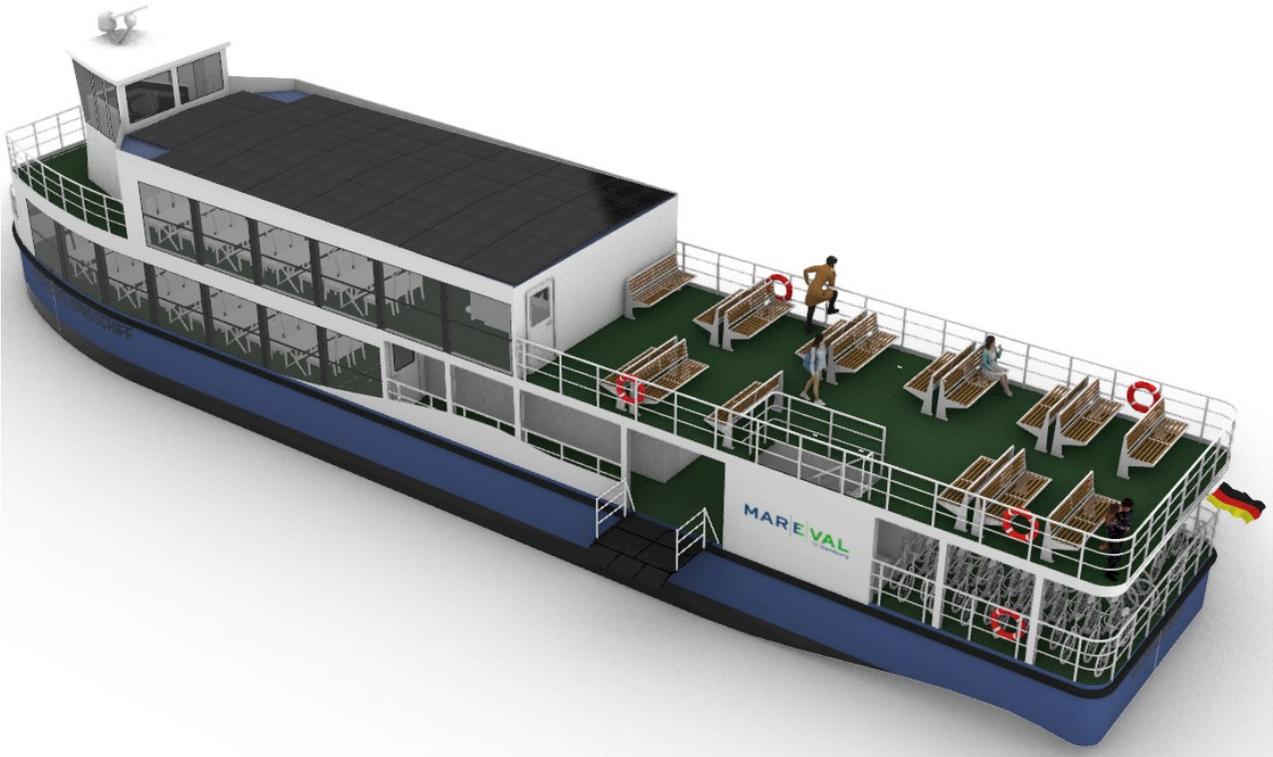


Abbildung 22: Zielkonzept Gesamtansicht

Wie bereits in Abschnitt 4.6.5 erläutert sieht das Konzept ein ganzes und ein halbes Deck für die Passagierbereiche vor. Abbildung 23 zeigt eine Draufsicht auf das Hauptdeck. Im vorderen Bereich (rechts auf dem Bild) befindet sich ein Aufenthaltsraum für 60 Personen. Der Raum hat unmittelbaren Anschluss an einen Küchenbereich mit einer eventuellen Essensausgabe. Der Bereich links von der Küche dient als Durchgang, der Bereich rechts als Multifunktionsbereich. Dieser kann zum Beispiel auch von Caterern genutzt werden. Dort befindet sich auch einer der Aufgänge auf das Oberdeck. Achtern von der Küche finden sich ein barrierefreier Sanitärraum sowie der Zugang zum Unterdeck und die Sammelflächen. Von den Sammelflächen erfolgt der Zugang zum Schiff sowohl nach Backbord (also der linken) als auch nach Steuerbord (also der rechten Seite vom Schiff). Achtern an den Zugangsbereich schließen sich die weiteren Sanitärräume, ein weiterer Zugang zum Oberdeck sowie der offene, aber überdachte Fahrradabstellbereich. Der Fahrradabstellplatz verfügt über genügend Fläche und Höhe, um in einem Stagerüst bis zu 50 Fahrräder transportieren zu können. Hierfür können Lösungen verwendet werden, wie sie zum Beispiel bei Fahrrad-Busanhängern verwendet werden. Wenn keine oder wenige Fahrräder mitgenommen werden, besteht hier die Möglichkeit sich wettergeschützt im Freien aufhalten zu können.

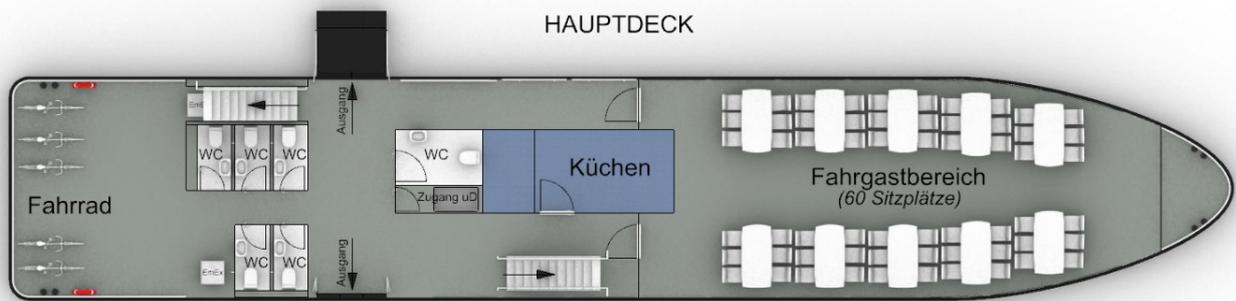


Abbildung 23: Zielkonzept Draufsicht Hauptdeck

Ohne die Verwendung von Staugerüsten können ca. 35 Fahrräder (siehe Abbildung 24) gestaut werden. Im Rahmen der weiteren Ausarbeitung des Entwurfs bestehen Möglichkeiten die Fahrradkapazität weiter zu erhöhen: So könnten zum Beispiel die Sanitärbereiche reduziert werden oder der vordere Fahrgastbereich verkleinert und die anderen Bereiche weiter nach vorn verschoben werden. Dies müsste im Rahmen der Finalisierung des Entwurfs entschieden werden.

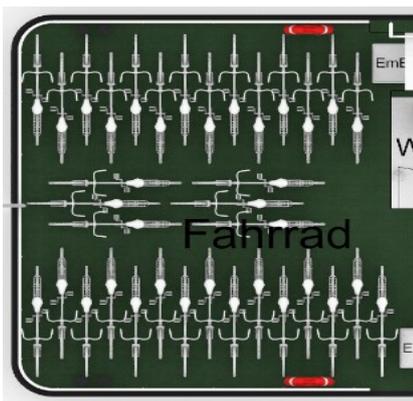


Abbildung 24: Platzsparende Aufstellung der Fahrräder

Auf dem Oberdeck befinden sich von vorne nach achtern (siehe Abbildung 25 von rechts nach links) das Steuerhaus, ein zweiter Fahrgastbereich für 48 Personen mit einem Tresen und achtern ein Außenbereich mit Sitzgelegenheiten. Durch die Anordnung des Tresenbereichs über dem Küchenbereich besteht die Möglichkeit einen Speisenaufzug zu installieren. Die Augenhöhe stehend beträgt ca. 5,5 m über der Wasseroberfläche, was einen guten Ausblick auch über die Uferbereiche hinweg ermöglicht.

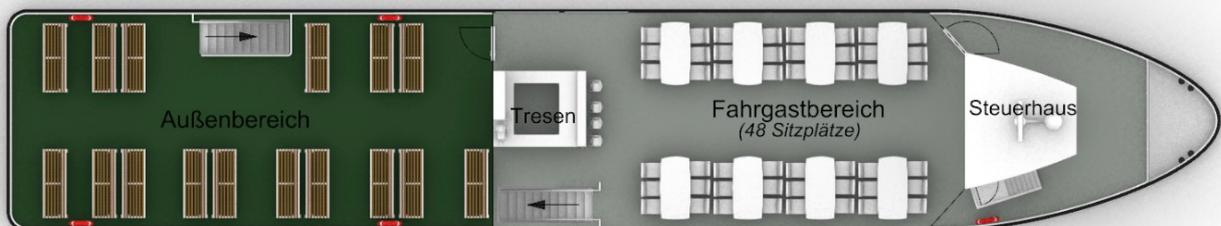


Abbildung 25: Zielkonzept Draufsicht Oberdeck

Im Unterdeck besteht genügend Platz um benötigte Tanks, Batterien und technische Anlagen und das Antriebssystem unterzubringen.

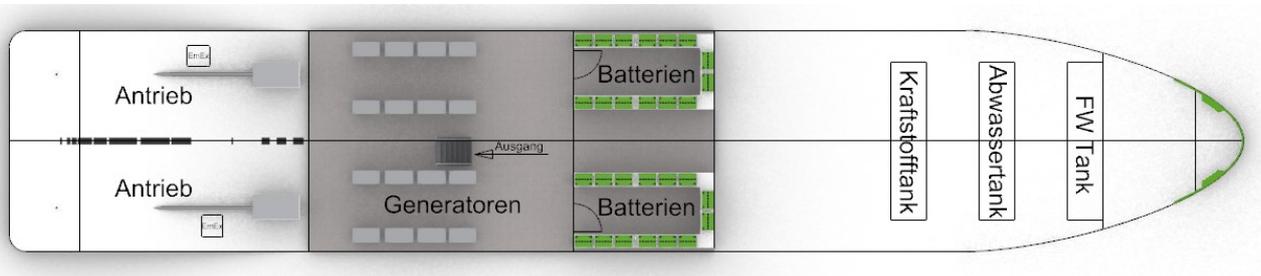


Abbildung 26: Zielkonzept Draufsicht Unterdeck

Mit dem Raumkonzept lassen sich die in Tabelle 21 dargestellten Raumflächen realisieren. Die Raumforderungen aus den technischen Konzepten werden damit erfüllt.

Tabelle 21: Raumgrößen Zielkonzept

Kategorie	Raum	Deck	Anz.	Fläche pro Raum [m ²]	Gesamtfläche [m ²]	Kommentare
Technik	Maschinenraum	Stauung	2	29	58	Getrennt nach BB und StB
Technik	Batterieraum	Stauung	2	10	20	Getrennt nach BB und StB
Technik	Technikraum Bug	Stauung	1	11	11	
Technik	Technikraum	Hauptdeck	1	3	3	
Technik	Steuerhaus	Oberdeck	1	8	8	
Sanitär	WC	Hauptdeck	4	2	8	Keine Urinale vorgesehen
Sanitär	Personal-WC	Hauptdeck	1	3	3	
Sanitär	Behinderten-WC	Hauptdeck	1	4	4	
Verpflegung	Küche mit Ausgabe	Hauptdeck	1	9	9	
Verpflegung	Tresen mit Kühlkapazität	Oberdeck	1	7	7	
Fahrgast	Fahrgastraum	Hauptdeck	1	90	90	62 Passagiere
Fahrgast	Fahrgastraum	Oberdeck	1	67	67	48 Passagiere
Fahrgast	Außenbereich	Oberdeck	1	86	86	
Multifunktion	Fahrgast/Küche	Hauptdeck	1	10	10	8 optionale Sitzplätze oder Erweiterung der Küchenfläche
Fahrrad	Fahrradbereich	Hauptdeck	1	31	31	

Zu und zwischen den Räumlichkeiten gibt es Verkehrswege mit den in Tabelle 22 aufgeführten lichten Breiten.

Tabelle 22: Lichte Weite Verkehrswege

Kategorie	Raum	Deck	Lichte Breite [m]	Beschreibung
Fahrgast	Fahrgastraum	Hauptdeck	1,3	Verkehrsweg vom Eingangsbereich
			1,1	Verkehrsweg vom Eingangsbereich
			1,0	Treppe zum Oberdeck
Fahrgast	Fahrgastraum	Oberdeck	1,0	Verkehrsweg zum Außenbereich
			1,5	Verkehrsweg zum Außenbereich
Fahrgast	Außenbereich	Oberdeck	1,0	Treppe vom Eingangsbereich
Sanitär	WC	Hauptdeck	1,0	Verkehrsweg vom Eingangsbereich
Fahrrad	Fahrradbereich	Hauptdeck	1,0	Verkehrsweg vom Eingangsbereich

5 BETRIEBSKONZEPT

5.1 Allgemein

In diesem Betriebskonzept ist das Ziel eine schriftliche, gesamthafte Darstellung der quantitativen, qualitativen und betriebswirtschaftlichen Kennzahlen für die möglichen Betriebsformen darzustellen. Aus den Kennzahlen kann im Zusammenhang mit den Betriebszielen und den wirtschaftlich vertretbaren Fahrkartenkosten ein sinnvolles Betriebskonzept ausgewählt werden.

5.2 Anforderungen an den Betrieb

Für das Konzept des Erlebnisschiffes sind verschiedene Bereiche des Betriebs darzustellen. Neben dem Betrieb des Schiffs ist auch die Landseite zu betrachten. Für den reinen Schiffsbetrieb wird ein Kapitän und eine Deckshand benötigt, die über die entsprechenden Qualifikationen verfügen. Zusätzlich ist für die Versorgung der Fahrgäste ein Catering sinnvoll. Aufgrund der Größe des Schiffs wird von einer Zubereitung von Speisen an Bord abgesehen, allerdings können Gerichte aufgewärmt und warmgehalten werden. Bei dem landseitigen Betrieb handelt es sich um die Anlegestellen, die technische Versorgung des Schiffs und die Vermarktung.

5.3 Betriebliche Organisationseinheiten

Im Folgenden sind die für den Betrieb erforderlichen Organisationseinheiten dargestellt:

- Schiffsbetrieb
- Marketing
- Catering
- Technisches Büro
- Anleger Betrieb

Den Organisationseinheiten werden jeweils Funktionen zugeteilt, die insgesamt für den Betrieb des Naturerlebnisschiffes notwendig sind. In Teilen können diese Funktionen auch zwischen den Organisationseinheiten verschoben werden. Die Aufteilung auf die Funktionen und das Zusammenwirken ist in Abbildung 27 dargestellt.

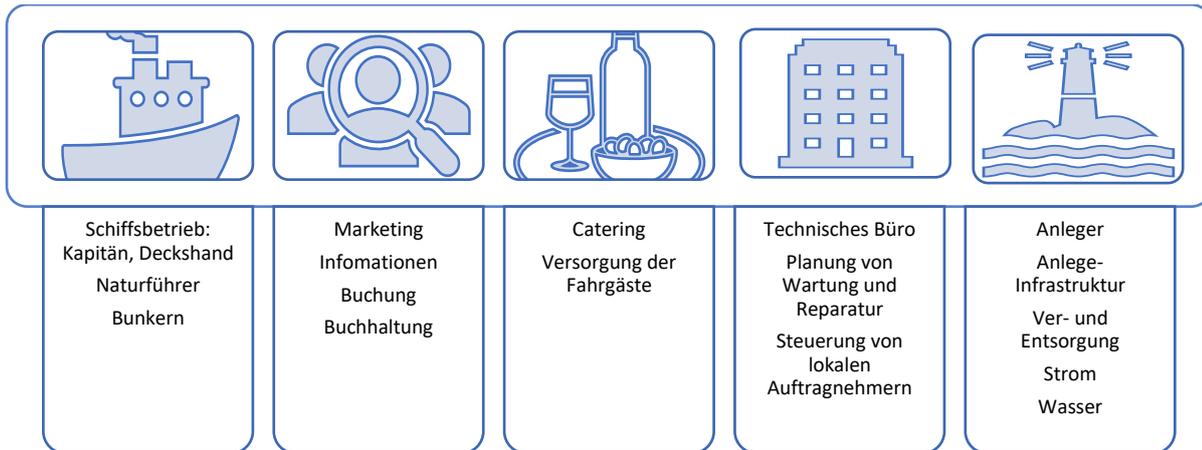


Abbildung 27: Aufteilung in betriebliche Organisationseinheiten

5.3.1 Schiffsbetrieb

Der Schiffsbetrieb gliedert sich in zwei Organisationseinheiten. Hierbei handelt es sich um den reinen Fahrbetrieb und um das technische Büro, welches für die Planung der Wartung und Reparatur zuständig ist. Diese beiden Organisationseinheiten bedingen stark voneinander abweichende Qualifikationen für das jeweilige Personal. Während für den Schiffsbetrieb eine nautische Ausbildung notwendig ist, ist für das technische Büro eine entsprechende technische Ausbildung Voraussetzung. Diese beiden Organisationseinheiten werden in den folgenden dargestellt.

5.3.1.1 Schiffsführung

Die Funktion der Schiffsführung umfasst die Aufgabe der Navigation und des sicheren Schiffsbetriebs. Die Grundqualifikation für die Schiffsführung ist das Kapitänspatent für das entsprechende Fahrtgebiet. Der Hauptarbeitsplatz der Schiffsführung ist die Brücke, von der aus alle navigatorischen Aufgaben erfüllt werden können, und von der aus ein Überblick über den technischen Zustand des Schiffes möglich ist.

5.3.1.2 Deckshand

Die Deckshand ist zuständig für die Ausführung der durch die Schiffsführung erteilten Anweisungen. Hierzu zählen unter anderem die Unterstützung bei den An- und Ablegemanövern, alle Arbeiten an Deck und dem Einweisen der Fahrgäste für einen sicheren Schiffsbetrieb.

5.3.1.3 Naturführung

Für die Fahrten auf dem Naturerlebnisschiff kann eine Naturführung mit intensiven Revierkenntnissen erforderlich sein, um die Fahrgäste über die Besonderheiten der Umgebung zu informieren. Es wird davon ausgegangen, dass die Naturführung im Normalfall nicht an der Schiffsführung beteiligt ist.

5.3.1.4 Infrastruktur Schiffsbetrieb

Für den Schiffsbetrieb würde keine zusätzliche Infrastruktur benötigt. Alle Tätigkeiten können an Bord ausgeführt werden. Zusätzliche Büroräume oder Aufenthaltsräume sind nicht zwangsläufig notwendig und werden hier entsprechend nicht betrachtet.

5.3.2 Technisches Büro

5.3.2.1 Aufgaben

Das technische Büro ist zuständig für die Planung von Service und Wartung, um einen sicheren Betrieb des Schiffs zu gewährleisten.

Folgende Tätigkeiten sind entsprechend über das technische Büro abzudecken:

- Planung und Spezifikation der Wartungstätigkeiten
- Organisation der Wartung
- Ausschreibung von externen Leistungen, die zur Ausführung der Tätigkeiten notwendig oder sinnvoll sind
- Organisation von Reparaturen an Bord
- Planung der Tätigkeiten für Service und Wartung an den Anlegestellen
- Organisation von Reparaturen an den Anlegestellen
- Pflege der Schiffsdokumentation
- Schnittstelle zu Behörden
- Durchführung der betriebswirtschaftlichen Begleitung des Fahrbetriebs

5.3.2.2 Infrastruktur technisches Büro

Für das technische Büro werden Büroräume benötigt, die sinnvollerweise in der Nähe der Anlegestelle im Basishafen gelegen sind. Diese Nähe ist nicht zwangsläufig notwendig, erlaubt aber eine effizientere Ausführung der Arbeiten. Das technische Büro benötigt ausreichend Platz für zwei Personen mit der Möglichkeit Besprechungen vor Ort auszuführen und zu organisieren. Neben der rein technischen Organisation ist die betriebswirtschaftliche Betreuung des Fahrbetriebs im technischen Büro sinnvoll angeordnet. Die betriebswirtschaftliche Betreuung kann allerdings auch anderen Organisationseinheiten zugeordnet werden, ohne dass es zu nennenswerten Einbußen in der Effizienz kommt. Dies gilt insbesondere, da die betriebswirtschaftliche Betreuung eine übergeordnete Tätigkeit darstellt, die über alle Bereiche greift. Die entsprechenden Anforderungen an das Büro wären dann aber auch diesen Organisationseinheiten zuzuordnen.

5.3.3 Catering

Um die Versorgung der Fahrgäste an Bord zu ermöglichen, sind verschiedene Tätigkeiten auszuführen. Diese umfassen keine Tätigkeiten, die für den Schiffsbetrieb notwendig sind, wie beispielsweise die Entsorgung von Grau- und Schwarzwasser.

Da eine Zubereitung von Speisen an Bord nicht vorgesehen ist, müssen diese an Land vorbereitet werden und entsprechend an Bord verbracht werden. In der gesamten Transportkette ist darauf zu achten, dass die entsprechenden Normen und Regelwerke

eingehalten werden. An Bord fährt das Personal des Catering mit, um die Fahrgäste entsprechend zu versorgen. Die jeweiligen Versorgungsanforderungen können entsprechend der Fahrprofile variieren. Bei der Betrachtung des für die Versorgung der Fahrgäste notwendigen Personals wird angenommen, dass das Schiff während der Fahrten voll besetzt ist.

Da die Fahrtdauer in dem vorgesehenen Revier im Normalfall Zeiten erreicht, die einem Arbeitstag entsprechen, ist für die Zubereitung der Speisen an Land zusätzliches Personal notwendig. Hierbei handelt es sich um entsprechend ausgebildetes Küchenpersonal. Es wird davon ausgegangen, dass auch Transportaufgaben von dem Ort der Vorbereitung bis zur Anlegestelle des Schiffs mit durch das Küchenpersonal oder deren Gehilfen übernommen werden. Für die Vorbereitung und Zubereitung des Essens für die Fahrgäste werden ca. drei Personen benötigt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass es sich um teilvorbereitete Speisen handelt, die durch das Personal für den Verzehr an Bord vorbereitet werden.

Der Service an Bord kann durch mindestens zwei Personen erfolgen. Hierbei sind die entsprechenden Anforderungen an die jeweilige Fahrt zu betrachten.

5.3.4 Vermarktung

Für die Vermarktung sind folgende Haupttätigkeiten vorgesehen:

- Verteilung von Informationen zu dem Naturerlebnisschiff zum Zwecke des allgemeinen Marketings
- Bereitstellung von Informationen zu den jeweiligen Routen
- Organisation und Ausführung des Kartenverkaufs für die Fahrten
- Bedienen der Schnittstelle zur betriebswirtschaftlichen Betreuung
- Betrieb Anleger

Für den Betrieb der Anleger ist eine entsprechende Infrastruktur notwendig. Diese Infrastruktur ist durch entsprechendes Fachpersonal zu warten und zu pflegen. Diese Leistungen können durch das technische Büro geplant werden. Im Normalfall ist davon auszugehen, dass diese Wartung und Pflege der landseitigen Infrastruktur durch den Bereitsteller der Anlegestelle erfolgt. Diese Arbeiten sind entsprechend in diesem Dokument nicht berücksichtigt.

5.4 Betriebliche Organisation

Für die betriebliche Organisation sind verschiedene Varianten möglich. Im Folgenden sind drei Hauptvarianten dargestellt:

- Betrieb des Schiffs inklusive der Organisation von Service und Wartung durch den Eigner. Catering in eigener Verantwortung.
- Vergabe des Betriebs an eine Reederei, die sich sowohl um den schiffsbetrieb als auch um das Catering kümmert.
- Betrieb des Schiffs durch einen Verein, der das Personal zum schiffsbetrieb und die Naturführung stellt. Das Catering liegt in der Verantwortung des Vereins, kann aber durch diesen an Dritte vergeben werden.

Im Folgenden werden die drei genannten Varianten für die betriebliche Organisation in einem höheren Detailgrad beschrieben.

5.4.1 Betrieb in Verantwortung durch den Eigner

Bei dem Betrieb in der Verantwortung des Eigners liegt sowohl die personelle als auch die Planungsverantwortung im Verantwortungsbereich des Eigners. Entsprechendes Personal ist vorzusehen. Üblicherweise würden alle Personalanforderungen durch entsprechende Vollzeit- oder Teilzeitstellen abgedeckt. Das Personal würde in entsprechenden Anstellungsverhältnissen beim Eigner des Schiffs tätig sein. Sowohl für den Schiffsbetrieb, das technische Büro und das Catering wäre eine Personaldecke vorzusehen, die Urlaub und Krankheit berücksichtigt, ohne zu Einschränkungen im Fahrbetrieb zu führen.

Der Vorteil der Organisationsstruktur unter der Verantwortung des Schiffseigners ist die kompakte Struktur. Alle Anforderungen können durch das eigene Personal abgedeckt werden. Alle Schnittstellen sind intern und können organisatorisch entsprechend effizient bedient werden.

Der Nachteil dieser Organisation ist, dass bei dem Betrieb nur eines Schiffs ein organisatorischer Personalüberhang geschaffen wird, um einen durchgehenden Betrieb zu gewährleisten. Der Personalüberhang kann nicht auf mehrere fahrende Einheiten verteilt werden. Dies führt dazu, dass mehr als für den Betrieb notwendige Personalkapazitäten vorzuhalten sind. Dieses Vorhalten von in Teilen nicht genutzten Kapazitäten führt zu deutlichen Kostennachteilen.

5.4.2 Betrieb durch Reederei

Wenn der Eigner sich entscheidet den Betrieb des Schiffs vollständig an eine Reederei zu übergeben, verbleibt die Organisation der Fahrten im Zuständigkeitsbereich des Eigners. Alle Belange des Schiffsbetriebs und des Catering werden an die Reederei vergeben. Die Leistungen sind durch den Eigner entsprechend auszuschreiben und zu spezifizieren.

Im Gegensatz zu einer Organisation und der Verantwortung des Eigners hat die Reederei den Vorteil, dass bei dem Betrieb mehrerer Schiffe der notwendige Personalüberhang auf die Anzahl der fahrenden Einheiten verschmiert werden kann. Dies führt zu einer deutlich effizienteren Ausführung der Arbeiten, besonders im Schiffsbetrieb.

5.4.3 Betrieb durch einen Verein

Bei dem Betrieb des Schiffs durch einen Verein beauftragt der Eigner einen Verein mit der Organisation und Durchführung der Fahrten. Hierbei stellt der Verein das für die Schiffsführung notwendige Personal zur Verfügung. Weiterhin liegt das Catering im Zuständigkeitsbereich des Vereins. Hier hat der Verein die Möglichkeit die Versorgung der Fahrgäste an einen Unterauftragnehmer zu vergeben. Wie bei der Vergabe des Schiffsbetriebs an eine Reederei bleibt die Verantwortung für die Vermarktung beim Eigner. Weiterhin ist es seine Aufgabe die Funktion des technischen Büros zu stellen. So wird

sichergestellt, dass der Verein ein technisch zuverlässiges Schiff betreibt und die zusätzlichen Kosten für Wartung und Reparatur begrenzt sind.

Die Vorteile des Betriebs des Schiffs durch einen Verein liegt vorrangig beim Personaleinsatz. Einem Verein ist es möglich eine höhere Anzahl an Honorarkräften sowohl für den Schiffsbetrieb als auch als Naturführer zu beschäftigen. Der Einsatz von Honorarkräften führt hier zu einer klar vorteilhaften Kostensituation. Zusätzlich bietet der Einsatz einer höheren Anzahl von Einzelpersonen den Vorteil einer gestiegenen Verfügbarkeit des Gesamtpersonals. Der Betrieb durch einen Verein bietet sich vor allem an, wenn andere Lösungen wirtschaftlich nicht umsetzbar oder ausreichend attraktiv sind.

Der Verein bietet auch den Vorteil, das Unternehmen aus der Region den Betrieb fördern können, ohne dass wirtschaftliche Interessen von Betrieben oder einer Reederei betroffen sind.

6 KOSTENERMITTLUNG

6.1 Grundlagen Kostenermittlung

Die Kostenermittlung teilt sich auf in die Investitionskosten für das Schiff und die erforderliche landseitige Infrastruktur, sowie die Betriebskosten.

Die Ermittlung der Investitions- und Betriebskosten erfolgt als Ist-Kosten zum Zeitpunkt der Erstellung des Umsetzungskonzepts. Risiken für zukünftige Kostensteigerungen können durch separate Risikoaufschläge miteinbezogen werden.

6.2 Investitionskosten Schiff

Die Investitionskostenermittlung für das Schiff erfolgt nach einem schiffbaulichen Baugruppenkonzept. D.h. das System Schiff wird in einzelnen Bauelemente und Systeme aufgeteilt. Diese werden als Hauptbaugruppen, Baugruppen und Untergruppen bezeichnet. Die hier verwendeten Hauptbaugruppen sind:

1. Allgemeine Projektkosten (Projektmanagement, Bauplatz, Versicherung, Konstruktion, etc.)
2. Struktur (Rumpf, Aufbauten, Fundamente, etc.)
3. Schiffstechnische Ausrüstung (Ruderanlage, Rampen, Anker, etc.)
4. Innenausbau (Isolierung, Verkleidung, Beleuchtung, Möbel, etc.)
5. Schiffstechnische Betriebssysteme (Kühlsystem, Wasserversorgung, Lüftung, etc.)
6. Maschinenanlage (Generatoren, Propulsionsanlage, etc.)
7. Elektrische Anlage (Batterien, Verteilung, elektrische Antriebe, etc.)
8. Steuerung und Automation (Nautische Ausrüstung, Schiffsalarmanlage, etc.)
9. Konservierung und Markierungen (Korrosionsschutz, Schiffskennzeichnungen, etc.)
10. Inventar (Möblierung, Beistellungen durch den Eigentümer, etc.)

Für jede Gruppe erfolgt eine Kostenermittlung nach entsprechend treibenden Entwurfsgrößen. Für die Maschinenanlage ist dies zum Beispiel die Leistung der Antriebsanlage, für die Isolierung sind dies Wand- und Deckflächen und für Struktur ist es das Strukturgewicht.

Tabelle 23 und Abbildung 28 zeigen die ermittelten Kosten aufgeschlüsselt nach den Hauptbaugruppen.

Tabelle 23: Investitionskosten Schiff nach Hauptbaugruppen

Baugruppe	Kosten
01 Allgemeiner Teil	1.742.000 €
02 Struktur	640.000 €
03 Ausrüstung	585.000 €
04 Innenausbau	433.000 €
05 Betriebssysteme	138.000 €
06 Maschinenanlage	304.000 €
07 Elektrische Anlage	722.000 €
08 Steuerung und Automation	66.000 €
09 Konservierung und Markierungen	248.000 €
10 Inventar	61.000 €
Gesamtergebnis	4.939.000 €

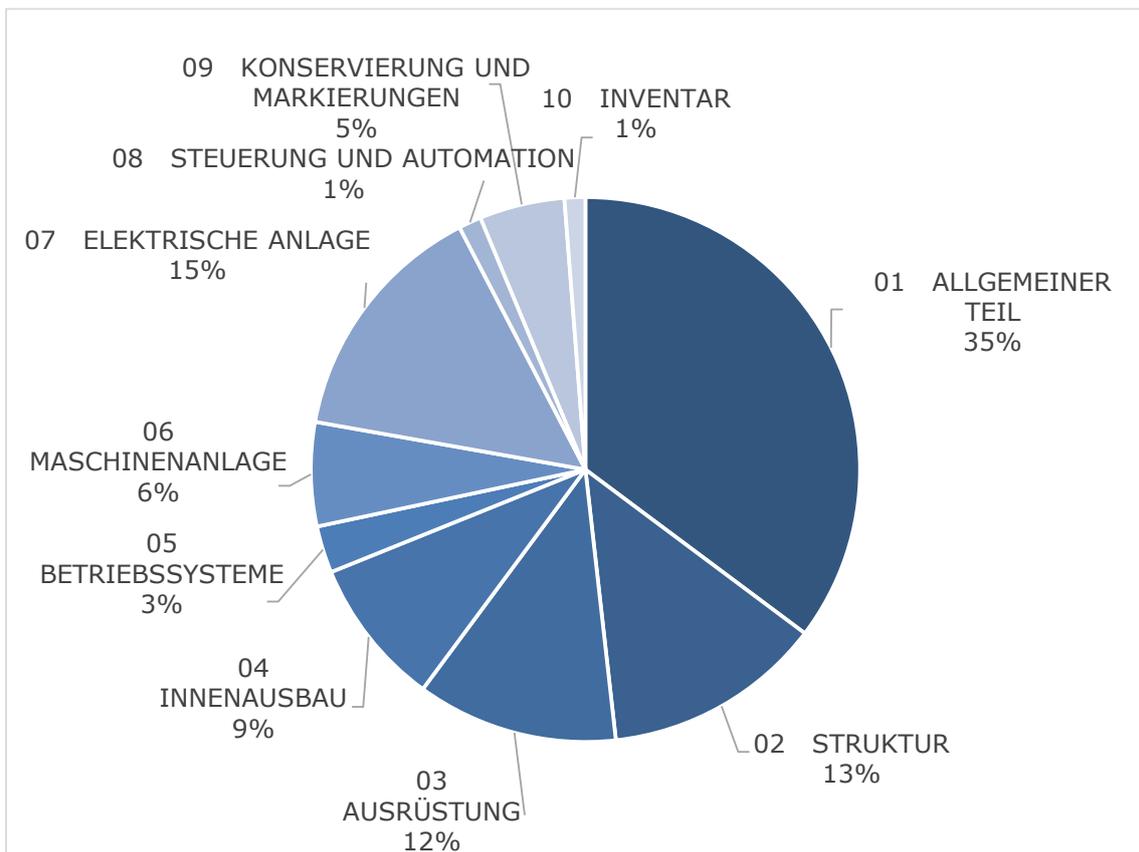


Abbildung 28: Verteilung Investitionskosten Schiff auf die Hauptbaugruppen

6.3 Investition Landseitige Infrastruktur

6.3.1 Grundlagen

Für den Betrieb des Schiffes werden ein bis zwei Basishäfen sowie weitere Anlegestellen benötigt. Der oder die Basishäfen müssen die Möglichkeiten zur Versorgung des Schiffes

bereitstellen. D.h. es müssen Versorgungsgüter zum Schiff transportiert und Reststoffe abgeholt werden können. Dazu ist es erforderlich, dass der Liegeplatz mit LKWs oder Transportern angefahren werden kann. Dieser Liegeplatz muss aber nicht zwangsläufig der gleiche sein, der für den Ein- und Ausstieg der Fahrgäste verwendet wird.

Für die betrachteten Basishäfen Wedel und Glückstadt sowie die Anlegestellen Haseldorf, Kollmar, Uetersen, Elmshorn und Itzehoe wird jeweils eine Bewertung vorgenommen ob und wenn ja welche Umbauarbeiten für den Betrieb des Naturerlebnisschiffes erforderlich sind. Die Anlegestellen Breitenburg und Wilster werden nicht mit einbezogen, da sie vom bevorzugten Schiffskonzept nicht angefahren werden können.

Für die Durchführung von Rundfahrten müssen an den Abfahrtsstellen Parkmöglichkeiten für PKW oder Busse vorhanden sein. Es sollten auch Informationstafeln und Sitzgelegenheiten zum Warten bestehen. Durch das flexible Schiffskonzept mit verstellbaren Rampen und einer theoretischen Zugänglichkeit über das Oberdeck, sind die Anforderungen an die Anlegestellen relativ gering. Der Einstieg kann von verschiedenen Höhen erfolgen und der Abstand des Schiffes zum Ufer ist variabel.

6.3.2 Kostensätze

Für die Ermittlung der landseitigen Investitionskosten werden in die Tabelle 24 aufgeführten Kostensätze verwendet. In der Position Anlegerüberprüfung sind eventuelle Genehmigungen sowie kleinere Maßnahmen zur Herstellung der Verkehrssicherheit enthalten. Die Position Sanierung bezieht sich auf die Flächensanierung von Verkehrswegen.

Tabelle 24: Kostensätze Infrastruktur Investitionskosten

Beschreibung	Kosten
Landstromanschluss	160.000 €
Müllbehälter	1.000 €
Anlegerüberprüfung	50.000 €
Anlegerbau	130.000 €
Sitzmöglichkeit (pro Parkbank)	1.000 €
Aufbau Infotafel	2.000 €
Sanierung (pro m ²)	80 €

6.3.3 Bewertung der Häfen und Anlegestellen

6.3.3.1 Wedel

In Wedel ist die Passagierinfrastruktur an dem Anleger Schulau Willkomm-Höft vorhanden. Dort gibt es nahe Sitzgelegenheiten, um eine Wartezeit zu überbrücken, nahe Toiletten (im Fährhaus), Parkplätze sowie eine Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr.

Als weitere Möglichkeit besteht die Nutzung der sanierten Ostmole des Schulauer Hafens. Hier wurde bereits ein Anleger mit barrierefreiem Zugang hergerichtet. Im Zuge der weiteren Entwicklung des Hafengebietes sind auch der Errichtung von öffentlichen Sanitärräumen und eines Kiosks geplant. Die Nutzung des Schulauer Hafens als Basishafen,

d.h. wo das Schiff auch längere Zeit liegen kann, wäre wünschenswert. Hierzu müssten folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Zufahrt mit Versorgungsfahrzeugen zum Anleger
- Wasserstands unabhängige Anlegemöglichkeit, d.h. festmachen ohne ständige Leinenkontrolle
- Ausreichende Breite im Hafen, so dass andere Fahrzeuge am Schiff passieren können.
- Möglichkeiten zur Einrichtung eines Starkstrom Landanschlusses.

Der Hamburger Yachthafen wird als Basishafen zunächst als nicht geeignet betrachtet.

In den Anlagen des Wasser- und Schifffahrtsamts in Wedel ist keine direkte Infrastruktur zur Versorgung des Schiffes mit Kraftstoff, Frischwasser und zur Abnahme von Abwasser vorhanden. Allerdings ist der Anlegepier mit LKWs erreichbar, welche Kraftstoff, Frischwasser, Abwasser und Müll liefern bzw. abfahren können. Falls eine Nutzung des Schulauer Hafen dauerhaft oder temporär nicht möglich sein sollte, würde diese eine Alternative darstellen.

Für einen batteriebetriebene Fähre muss ein landseitiger Starkstrom-Anschluss vorhanden sein. Eine entsprechende Anlage, welche den Strom aus dem Mittelspannungsnetz mit einer entsprechenden Umformstation und der geeigneten Verbindung zu dem Schiff bereitstellt, müsste dafür angeschafft werden.

6.3.3.2 Glückstadt

In Glückstadt ist der Außenhafen als weiterer Basishafen geeignet. An dem Nordkai befindet sich eine Kaimauer mit ausreichender Länge für den Passagierbetrieb. Dort befinden sich Sitzgelegenheit für eine Wartezeit der Passagiere sowie nahegelegene Parkplätze und Toiletten.

Der Nordkai sowie der Südkai wird von der Glückstadt Port GmbH betrieben. Nach Rücksprache mit den Betreibern sind bisher keine weiteren Instandsetzungsarbeiten zur Nutzung der Anleger erforderlich.

Die Kajen ermöglichen eine Versorgung mit LKWs. Für einen Batteriebetrieb des Schiffes müsste auch hier eine entsprechende Landestation bereitgestellt werden.

Für den Hafen Glückstadt ist mit dem Hafeneigentümer (LKNSH) und dem Betreiber Glückstadt Ports GmbH eine detaillierte Abstimmung erforderlich. Es ist auch zu prüfen, ob durch Austausch von Treppen durch Rampen ein barrierefreier Zugang hergestellt werden kann.

Durch die im Hafen vorhandenen Industrieanlagen ist davon auszugehen, dass die erforderlichen elektrischen Anschlussleistungen für einen Landanschluss zur Verfügung stehen.

6.3.3.3 Haseldorf

Der Haseldorfer Hafen besteht lediglich aus einer Kaimauer mit anliegenden Parkplätzen. Öffentliche Toiletten befinden sich in der Nähe. Es muss jedoch geprüft werden, ob die Kaianlage und Poller für das Schiff geeignet sind oder ggf. angepasst werden müssen. Außerdem sollten an dem Anleger Sitzmöglichkeiten für die Wartezeit der Passagiere aufgestellt werden.

6.3.3.4 Kollmar

Der Anleger in Kollmar, an der Hafentmole, ist für tiefgehende Schiffe geeignet und besitzt Sitzmöglichkeiten. Die Anlegestelle ist jedoch nur über Treppen zu erreichen. Dieser sollte für den Fährbetrieb barrierefrei ausgebaut werden. Ein Vorhaben zum Ausbau der Infrastruktur im Hafen von Kollmar soll in 2022 begonnen werden.

6.3.3.5 Uetersen

Für den Passagierbetrieb in Uetersen eignet sich nur die Kaianlage im Stichhafen. Diese muss jedoch auf Eignung geprüft und ggf. angepasst werden. Die Anlage befindet sich direkt neben möglichen Parkflächen, es sind jedoch keine Sitzmöglichkeiten vorhanden. Die anliegende Straße ist eine Kopfsteinpflasterstraße. Deshalb sollte geprüft werden, ob für Fahrräder sowie Rollstühle und Rollatoren ein geeigneterer Zugang geschaffen werden kann.

6.3.3.6 Elmshorn

Der Stadthafen von Elmshorn befindet sich sehr nah am Stadtzentrum mit Parkmöglichkeiten, jedoch mit wenig Sitzmöglichkeiten für eine Wartezeit. Die Kaianlage, welche sich an beiden Ufern der Krückau befindet, muss auf eine Eignung für den Passagierbetrieb geprüft werden.

Im Rahmen der Entwicklung des Sanierungsgebietes Krückau-Vormstegen sind allerdings bereits umfangreiche Anpassungsmaßnahmen geplant.

6.3.3.7 Itzehoe

Der Stadthafen von Itzehoe wird von den Stadtwerken Itzehoe betrieben und besitzt eine Kaimauer, welche auf die Eignung für den Passagierbetrieb geprüft werden muss. Es befinden sich jedoch weder Parkplätze noch Sitzmöglichkeiten in unmittelbarer Nähe des Hafengebiets.

Bedingt durch die Höhe der Kaimauer muss der barrierefreie Zugang bei allen Wasserständen noch geprüft werden.

6.3.3.8 Kasenort

An der Mündung der Wilster Au in die Schleuse in Kasenort befindet sich ein Anleger in der Stör sowie Anlegemöglichkeiten innerhalb der Schleuse. In der Schleuse besteht die Möglichkeit eines barrierefreien Zugangs. Auch ist das Cafe an der Schleuse mittlerweile wieder im Betrieb. Dies ist deshalb ein attraktiver Anlegepunkt auch für den Umstieg in den Aukieker. Die Nutzung der Schleuse und eine weitere touristische Vermarktung wird durch das Amt befördert. Für die Nutzung des Anlegers werden keine weiteren Umbaukosten erwartet. Allerdings besteht bei der Schleuse das Problem, dass die Ein- und Ausfahrt und eine Schließung nur abhängig von den Wasserständen in der Stör und Wilster Au möglich sind. Als Alternative kann der Anleger in der Stör benutzt werden. Es ist zu prüfen, ob der Zugang zum Anleger über den Deich barrierefrei ausgebaut werden kann.

6.3.4 Zusammenfassung Infrastrukturkosten

Aus der Bewertung der Anlegestellen ergeben sich mit den oben angeführten Kostensätzen die in Tabelle 25 aufgeführten Infrastrukturkosten.

Tabelle 25: Zusammenfassung Investitionskosten Infrastruktur

Hafen	Landanschluss	Anleger	Sitzmöglichkeit	Infotafel	Generelle Sanierung	Gesamt
Glückstadt	160.000 €			2.000 €		162.000 €
Wedel	160.000 €			2.000 €		162.000 €
Haseldorf		50.000 €	5.000 €	2.000 €		57.000 €
Kollmar		80.000 €		2.000 €		82.000 €
Elmshorn		50.000 €	5.000 €	2.000 €		57.000 €
Uetersen		50.000 €	5.000 €	2.000 €	72.000 €	129.000 €
Itzehoe		50.000 €	5.000 €	2.000 €		57.000 €
Gesamt						706.000 €

Die Kosten sind als Indikation für mögliche weitere Kosten zu verstehen. Diese wären allerdings nicht unmittelbar durch das Projekt zu tragen. Außerdem sind an den Häfen Wedel, Kollmar und Elmshorn unabhängig von diesem Projekt bereits umfangreiche Maßnahmen in Vorbereitung bzw. in der Durchführung.

6.4 Betriebskosten Schiff

In den Betriebskosten werden die laufenden Kosten für den Betrieb des Schiffes zusammengefasst.

6.4.1 Grundlagen

Die Betriebskosten des Schiffs setzen sich aus den folgenden Kategorien zusammen:

- Personal
- Energieträger
- Schiffsbetrieb
- Infrastruktur
- Wartung/Instandsetzung
- Versicherung/Finanzierung
- Versorgung/Catering

Die einzelnen Kategorien werden in den folgenden Abschnitt näher beschrieben. Die Kosten werden immer aus einem Bemessungswert (zum Beispiel dem Kraftstoffverbrauch oder dem Schiffswert) und einem Kostenfaktor (d.h. dem Kraftstoffpreis oder Prozentsatz vom Neuwert für eine Versicherungsprämie) bestimmt.

Alle Kosten werden als Bruttokosten zum derzeitigen Zeitpunkt bestimmt. Die Betriebskosten werden pro Jahr ermittelt.

Die Kosten werden in der Regel als Nettokosten ausgewiesen. Die Umsatzsteuer wird in der Betriebsbewertung berücksichtigt.

6.4.2 Personal

Die in den Betriebskonzepten benannten Funktionen müssen mit Personal besetzt werden. Des Weiteren muss der Personalschlüssel definiert werden. Die tatsächlichen Kosten für das Personal sind wiederum abhängig vom gewählten Betriebskonzept. Im Folgenden werden die Grundlagen für die Bestimmung des Personalschlüssels und die Kosten für das Personal definiert. Anschließend werden die Besonderheiten für die drei Betriebskonzepte erörtert und die Personalkosten im Vergleich aufgestellt.

6.4.2.1 Grundlagen

Zunächst wird der Personalumfang definiert. Gemäß dem Betriebsprofil befindet sich das Schiff an 80% des Jahres an 7 Tagen der Woche im Betrieb. Der Betrieb untergliedert sich dabei in einen angenommenen Tagesbetrieb mit wechselnden Touren und einem zusätzlichen Charterbetrieb. Dadurch ist das Schiff länger als 10 h pro Tag im Einsatz, weshalb Funktionen an Bord für einen Tag mit mehr als einer Person besetzt werden müssen. Des Weiteren muss mit dem Personalausfall durch Urlaub, Krankheit, Fortbildungen oder Personalfluktuation gerechnet werden. In Tabelle 26 wird aus den Annahmen des Betriebsprofil der erforderliche Personalumfang für eine zu besetzende Funktion bestimmt. Es ergibt sich, dass eine Funktion theoretisch mit 1,7 Vollzeitstellen

wahrgenommen werden müsste. Praktisch kann damit eine Urlaubs- und Krankheitsvertretung nicht gewährleistet werden. Dazu müssen drei Personen eingesetzt werden. Diese hätten dann aber jeweils nur eine 60% Stelle.

Tabelle 26: Berechnung Personalumfang

Pos.	Größe		Berechnung	
1	Wochen je Jahr	-	52	
2	Anteil Betriebswochen	%	80%	
3	Anzahl Betriebswochen	-	42	1*2
4	Tagesbetrieb Tage je Woche	d	7	
5	Zeitanteil Tagesbetrieb	%	100%	
6	Charterfahrten Abends je Woche	d	3	
7	Zeitanteil Charterfahrt	%	50%	
8	Arbeitstage Schiff	d	353.6	3*(5*6+7*8)
9	Anzahl Einsätze	-	416	3*(4+6)
10	Arbeitstage je Jahr	d	254	
11	Abzug Krankheit/Urlaub/Fortbildung	d	40	
12	Arbeitstage je Jahr	d	214	10-11
12	Theoretischer Personalschlüssel	-	1.65	8/12
13	Anzahl Kräfte	-	3	
14	Anteil Vollzeitstelle	%	55%	8/(14*12)

Mit diesem Personalumfang lässt sich der Personalbedarf für die einzelnen Funktionen an Bord bestimmen. Das Schiff muss über einen Schiffsführer verfügen. Eine Deckshand zur Unterstützung des Schiffsführers, zur Durchführung von Ein- und Ausstieg der Gäste, Handhabung von Fahrrädern und Unterstützung im Service ist ebenfalls sinnvoll. Des Weiteren werden an Bord eine Naturführung, eine Leitung für das Catering und Servicekräfte benötigt. Im regulären Fahrbetrieb kann mit weniger Servicekräften gerechnet werden als zum Beispiel bei einer Dinnerfahrt. Damit ergibt sich der in Tabelle 27 aufgeführte Personalbedarf.

Tabelle 27: Personalbedarf

Betriebliche Organisationseinheit	Position	Anzahl Stellen	Theor. Anteil Vollzeitstelle	Kommentar
Schiffsbetrieb	Schiffsführung	3	60%	
	Deckshand	3	60%	
	Naturführung	3	60%	
Technisches Büro	Betriebschef (Superintendent)	1	50%	
Catering	Organisation / Einkauf	1	50%	
	Organisation an Bord	3	60%	
	Servicekraft	4,5	60%	Tags 1, Abends 2
Vermarktung	Organisation	1	50%	
	Vertrieb / Kundenservice	1	50%	

Für die Funktionen des Schiffsführers, der Deckshand, der Verwaltungspositionen an Land sowie das Catering werden Tariflöhne für entsprechende Tätigkeiten zu Grunde gelegt. Für die Vergütung des technischen Betriebsleiters und Naturführers werden Löhne in Anlehnung an entsprechende Tariffunktionen gewählt.

6.4.2.2 Eigenbetrieb

Für den Eigenbetrieb wird angenommen, dass die Bruttolöhne mit 120% Zuschlag beaufschlagt werden müssen, um die Personalkosten zu ermitteln. Für das Schiffsführungspersonal wird angenommen, dass dieses auf Grund der Marktsituation wahrscheinlich nur in Vollzeit angestellt werden kann. Deshalb wird hier mit 2,5 Vollzeitstellen gerechnet. Das gleich gilt für den technischen Betriebsleiter, obwohl eine Person wahrscheinlich damit nicht ausgelastet ist. Die sich ergebenden Kosten sind in Tabelle 28 aufgeführt.

Tabelle 28: Personalkosten Eigenbetrieb

Betriebliche Organisationseinheit	Position	Anzahl Stellen	Anteil Vollzeitstelle	Gehalt Monat	Kosten je Jahr
Schiffsbetrieb	Schiffsführung	2.5	100%	3.800 €	250.800 €
	Deckshand	2.5	100%	3.000 €	198.000 €
	Naturführung	3	60%	1.500 €	71.280 €
Technisches Büro	Betriebschef (Superintendent)	1	100%	4.200 €	110.880 €
Catering	Organisation / Einkauf	1	75%	2.500 €	49.500 €
	Organisation an Bord	3	60%	2.200 €	104.544 €
	Servicekraft	4.5	60%	1.750 €	124.740 €
Vermarktung	Organisation	1	50%	3.800 €	50.160 €
	Vertrieb / Kundenservice	1	50%	2.200 €	29.040 €

988.944 €

6.4.2.3 Reedereibetrieb

Für den Reedereibetrieb wird angenommen, dass Schiffsführung, Deckshand und Schiffsbetriebsleitung von Personen wahrgenommen werden, die von der Reederei auch noch für andere Schiffe eingesetzt werden. Deshalb können die Positionen entsprechend dem tatsächlichen Bedarf berücksichtigt werden. Es wird aber davon ausgegangen, dass die Reederei einen entsprechenden Gewinnaufschlag für sich in Anspruch nimmt. Deshalb wird hier mit einem Aufschlag von 150% auf die Tariflöhne gerechnet. Die sich ergebenden Kosten sind in Tabelle 29 dargestellt.

Tabelle 29: Personalkosten Reedereibetrieb

Betriebliche Organisationseinheit	Position	Anzahl Stellen	Anteil Vollzeitstelle	Gehalt Monat	Kosten je Jahr
Schiffsbetrieb	Schiffsführung	3	60%	3.800 €	205.200 €
	Deckshand	3	60%	3.000 €	162.000 €
	Naturführung	3	60%	1.500 €	81.000 €
Technisches Büro	Betriebschef (Superintendent)	1	50%	4.200 €	63.000 €
Catering	Organisation / Einkauf	1	50%	2.500 €	37.500 €
	Organisation an Bord	3	60%	2.200 €	118.800 €
Vermarktung	Servicekraft	4.5	60%	1.750 €	141.750 €
	Organisation	1	50%	3.800 €	57.000 €
	Vertrieb / Kundenservice	1	50%	2.200 €	33.000 €
					899.250 €

6.4.2.4 Vereinsbetrieb

Im Vereinsbetrieb wird angenommen, dass der Schiffsbetrieb an Bord durch ehrenamtliche Kräfte, die eine Aufwandsentschädigung erhalten wahrgenommen wird. Die Position des technischen Betriebschefs wird durch drei Personen in Nebentätigkeit wahrgenommen. Die Kosten für Catering und Vermarktung entsprechen denen des Eigenbetriebs.

Tabelle 30: Personalkosten Vereinsbetrieb

Betriebliche Organisations-einheit	Position	Anzahl Stellen / Einsätze	Anteil Vollzeitstelle	Gehalt Monat / Kosten Ein-satz	Kosten je Jahr
Schiffsbetrieb	Schiffsführung	416	100%	50 €	20.800 €
	Deckshand	416	100%	30 €	12.480 €
	Naturführung	416	100%	40 €	16.640 €
Technisches Büro	Betriebschef (Superintendent)	3	100%	450 €	35.640 €
Catering	Organisation / Einkauf	1	50%	2.500 €	33.000 €
	Organisation an Bord	3	60%	2.200 €	104.544 €
	Servicekraft	4.5	60%	1.750 €	124.740 €
Vermarktung	Organisation	1	50%	3.800 €	50.160 €
	Vertrieb / Kundenservice	1	50%	2.200 €	29.040 €
					427.044 €

6.4.3 Energieträger

Unter der Kategorie Energieträger werden die jährlichen Kosten der genutzten Energieträger, d.h. Treibstoff und Strom, berücksichtigt. Diese werden nach dem jährlichen Verbrauch berechnet. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Batterie einmal pro Tag am Stromnetz vollständig geladen wird und dieser Strom an dem Tag auch verbraucht wird. Der Gesamtenergiebedarf ergibt sich als der Ermittlung aus Abschnitt 4.1.3.2. Die sich ergebenden Kosten finden sich in Tabelle 31.

Tabelle 31: Betriebskosten Energieträger

Position	Bemessungseinheit	Bemessungsgröße	Kosten /Einheit	Kosten
Treibstoff	t	71	910,00 €	64.581,72 €
Strom	kWh	192192	0,21 €	40.744,70 €
				105.326 €

6.4.4 Schiffsbetrieb

Die Schiffsbetriebskosten beinhalten die jährlichen Kosten des Wasserverbrauchs, sowie die Entsorgung von Abwasser und Abfall. Außerdem werden die Personalkosten der Besatzung und der Reinigung berücksichtigt. Außerdem werden die Reinigungskosten pro Quadratmeter Fläche berechnet. Weitere Betriebskosten fallen für Kommunikationsmittel und -geräte wie Internet, Telefon bzw. Mobiltelefon sowie der Betriebe und die

Aktualisierung der Navigationsgeräte. Die Liegeplatzgebühren werden abhängig von der Länge und Breite über alles berechnet. Die sich ergebenden Kosten finden sich in Tabelle 32.

Tabelle 32: Betriebskosten Schiffsbetrieb

Position	Bemessungseinheit	Bemessungsgröße	Kosten / Einheit	Kosten
Öl	l	100	5 €	500 €
Wasser (frisch)	m ³	462	2 €	924 €
Wasser (Entsorgung)	m ³	462	3 €	1.155 €
Abfall	m ³ /Woche	0,42	2.130 €	895 €
Reinigung	m ²	260	42 €	10.920 €
Internet	Monat	12	30 €	360 €
Telefon/Handy	Monat	12	15 €	180 €
Navi/Seekarten	Monat	12	30 €	360 €
Liegeplatzgebühren	Monat	12	1.103 €	13.230 €
				28.524 €

6.4.5 Wartung & Instandhaltung

Die Kosten für die Wartung und Instandhaltung des Schiffes setzen sich aus verschiedenen Faktoren zusammen. Die Systeme müssen in verschiedenen, im Wartungshandbuch festgelegten, Intervallen gewartet werden. Die Wartung beansprucht einen Stundensatz für die Durchführung sowie die Kosten von Ersatzteilen.

Außerdem werden unter den Wartungskosten die Kosten für die Erteilung der Fahrtauglichkeitsbescheinigung berücksichtigt, welche laut BinSchuO [I] fünf Jahre für ein Fahrgastschiff gültig ist. Auch die Kosten für die Instandsetzung des Schiffes, inklusive Unterwasserschiff, durch Dockung und die dadurch entstehenden Werftkosten werden berücksichtigt. Die Instandhaltung des Schiffes beinhaltet auch eine regelmäßige Erneuerung der Lackierung, des Überwasserschiffes, auch ohne Werftliegezeiten, sowie des Unterwasserschiffes während der Dockung. Da diese Kosten in mehrjährigen Intervallen auftreten, werden diese anteilig auf ein Jahr berechnet.

Die sich ergebenden Kosten finden sich in Tabelle 33.

Tabelle 33: Betriebskosten Wartung

Position	Bemessungseinheit	Bemessungsgröße	Kosten/Einheit	Kosten
Klasse/TÜV/Sachverständiger	Pauschalbetrag	0,2	1.500 €	300 €
Docken	Pauschalbetrag	0,2	2.000 €	400 €
Werftarbeiten	Pauschalbetrag	0,2	50.000 €	10.000 €
Lackierung	Pauschalbetrag	0,4	26.000 €	10.400 €
Ersatzteile	Ausstattungspreis	2.750.000 €	2%	55.000 €
Wartungsarbeiten	h	269,5	60 €	16.170 €
				92.270 €

6.4.6 Versicherungen

Die Kosten von den Versicherungen werden über eine Versicherungsprämie bezogen auf die Versicherungs- bzw. Haftungssumme sowie für die Betriebshaftpflichtversicherung auf den Umsatz ermittelt. Für die Betriebskosten werden folgende Versicherungen berücksichtigt:

- Schiffskaskoversicherung
- Kollisionshaftpflichtversicherung
- Betriebshaftpflichtversicherung

Die Schiffskaskoversicherung sichert Schäden an dem eigenen Schiff ab, z.B. durch Feuerschäden, Diebstahl oder Vandalismus. Die Kollisionshaftpflichtversicherung deckt Schäden die Dritten durch das Schiff geschehen. Die Betriebshaftpflichtversicherung deckt mögliche Schäden an den Passagieren und deren Eigentum, z.B. Fahrräder, durch Verschulden des Schiffes oder der Schiffsführung ab. Die sich ergebenden Kosten sind in Tabelle 34 dargestellt.

Tabelle 34: Betriebskosten Versicherung

Position	Bemessungseinheit	Bemessungsgröße	Kosten/ Einheit	Kosten
Schiffskaskoversicherung	Investitionssumme	5.000.000 €	0,60%	30.000 €
Kollisionshaftpflichtversicherung	Schadenssumme	100.000.000 €	0,01%	5.000 €
Betriebshaftpflicht	Umsatz	2.000.000 €	2,5%	50.000 €
				85.000 €

6.4.7 Finanzierung

Die Finanzierung wird über die Investitionssummen für das Schiff und die Infrastruktur und einen Zinssatz berechnet.

Eine weitere Kostenposition ist die Abschreibung durch den Wertverlust. Die Abschreibung für Abnutzung (AfA) von Schiffen wird durch das Bundesfinanzministerium mit einer Nutzungsdauer von 20 Jahren und somit einem AfA-Satz von 5% pro Jahr festgelegt. Für die landseitige Infrastruktur beträgt die Abschreibungsdauer 19 Jahre. Die ermittelten Kosten pro Jahr finden sich in Tabelle 35.

Tabelle 35: Kosten Finanzierung

Position	Bemessungseinheit	Bemessungsgröße	Kosten/ Einheit	Kosten pa
Finanzierung Schiff	Investitionssumme	5.000.000 €	2,50%	125.000 €
Abschreibung Schiff	Investitionssumme	5.000.000 €	5,00%	250.000 €
Finanzierung Infrastruktur	Investitionssumme	725.000 €	2,50%	18.125 €
Abschreibung Infrastruktur	Investitionssumme	725.000 €	5,26%	38.158 €
				431.283 €

6.4.8 Catering / Versorgung

Die Betriebskosten des Catering beinhalten den Wareneinsatz und das Kassensystem. Der Wareneinsatz ist die Gesamtwarenmenge, die für den Betrieb benötigt wird. Diese wird anteilig des zu erwarteten Umsatzes berechnet. Der Wasser- und Stromverbrauch wird in dem Gesamtverbrauch der Kategorie Schiffsbetrieb bzw. Energieträger berücksichtigt und wird nicht unter dieser Kategorie aufgeführt. Die ermittelten Kosten sind in Tabelle 36 aufgeführt.

Tabelle 36: Betriebskosten Catering

Position	Bemessungseinheit	Bemessungsgröße	Kosten/ Einheit	Kosten
Wareneinsatz	Umsatz Catering	730.000 €	35%	255.500 €
Kassensystem	Monat	12	40 €	480 €
				255.980 €

6.4.9 Zusammenfassung Betriebskosten

Ohne die Personalkosten ergeben sich damit die in Tabelle 37 aufgeführten Gesamtbetriebskosten. Abbildung 29 zeigt zudem die prozentuale Verteilung nach den einzelnen Kategorien.

Tabelle 37: Zusammenfassung Betriebskosten pro Jahr

Kategorie	Kosten netto [€]	Kosten brutto [€]
Catering	255.980 €	304.616 €
Finanzierung	431.283 €	431.283 €
Infrastruktur	22.235 €	26.460 €
Versicherung	85.000 €	85.000 €
Wartung	92.270 €	109.801 €
Energieträger	105.326 €	125.338 €
Schiffsbetrieb	28.524 €	33.943 €
Gesamtergebnis	1.020.618 €	1.116.442 €

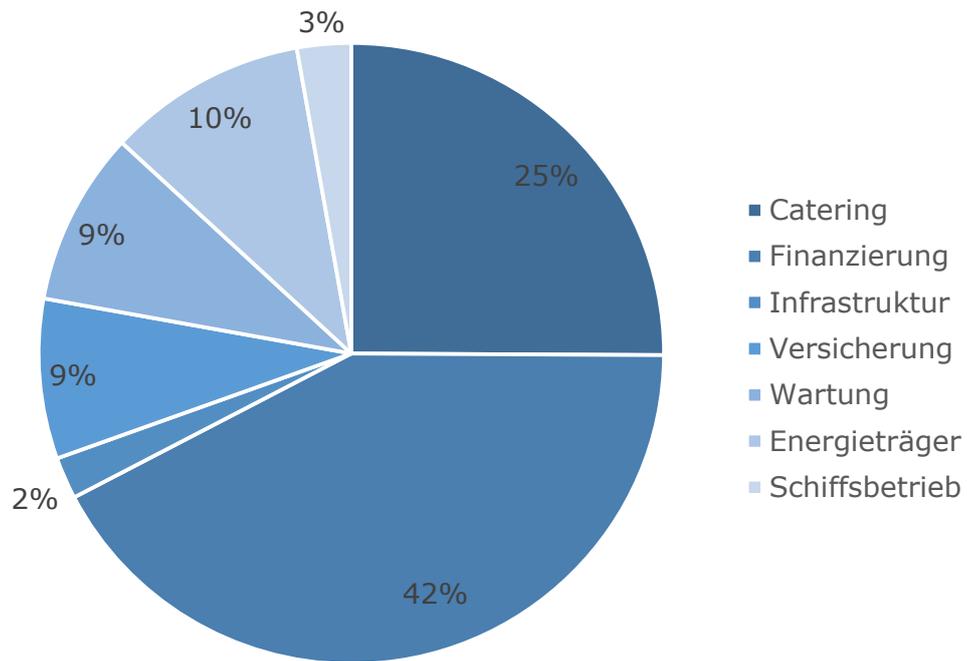


Abbildung 29: Prozentuale Verteilung der Betriebskosten

7 WIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG

Aus der technischen Entwicklung und Bewertung hat sich ein Zieldesign für das Fahrzeug ergeben. Für die wirtschaftliche Bewertung wird der aus dem Betriebsprofil für dieses Zieldesign zu erwartende Umsatz ermittelt. Der Umsatz wird den Kosten für die einzelnen Betriebskonzepte gegenübergestellt.

7.1 Umsatzerlös

Der Umsatz ergibt sich aus dem erwarteten Verkaufserlös von Tickets für Tourenfahrten, Charterfahrten sowie den Cateringeinnahmen. Zur Ermittlung Ticketerlöse werden Vergleichswerte von ähnlichen Touren im Norddeutschen Raum verwendet. Daraus ergibt sich für touristisch attraktive Touren ein Preis von ca. 12 Euro pro Person und Fahrtstunde. Es wird davon ausgegangen, dass das Schiff im Durchschnitt zu 70% ausgelastet ist. Für normale Tagesfahrten wird ein Cateringumsatz von 7,50 Euro je Person und Stunde angenommen. Dies entspricht einem Getränk und einem Snack oder einem kleinen Gericht. Für Charterfahrten wird angenommen, dass die Chartergebühr für das Schiff dem Verkaufserlös für eine 70%ige Auslastung entspricht. Bei einer Fahrzeugkapazität von 100 Personen sind dies 1085 Euro. Ferner wird angenommen, dass auf einer Charterfahrt 20 Euro Catering Umsatz für Speisen und 7,50 Euro je Person und Stunde an Getränke gemacht werden kann.

Für in das in Abschnitt 3.2.5 definierte Fahrprofil ergibt sich damit der in Tabelle 38 dargestellte wöchentliche Umsatz.

Tabelle 38: Wöchentlicher Umsatz

Tour	Dauer [h]	Fahrten je Woche [Anz]	Personenstunden [Anz]	Umsatz Tickets [€]	Umsatz Catering [€]
2	1,5	4	280	3.360 €	2.100 €
1,5,7,9	2,5	17	1190	14.280 €	8.925 €
4,6	4,0	3	210	2.520 €	1.575 €
			1680	20.160 €	12.600 €

Mit 42 angenommen Betriebswochen im Jahr ergibt sich der in Tabelle 39 angegebene Jahresumsatz. Abbildung 30 zeigt die prozentuale Verteilung der Umsätze auf die Arten.

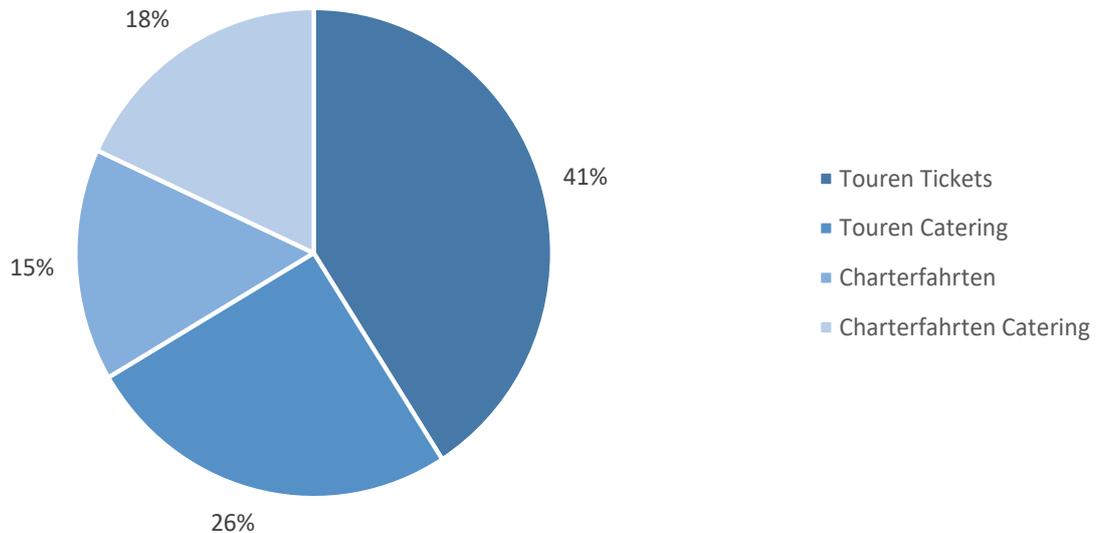


Abbildung 30: Prozentuale Verteilung der Umsätze

Tabelle 39: Jahresumsatz nach Arten

Umsatzart	Jahresumsatz
Touren Tickets	846.720 €
Touren Catering	529.200 €
Charterfahrten	317.520 €
Charterfahrten Catering	374.850 €
Summe	2.068.290 €

7.2 Betriebsausgaben

Aus den in Abschnitt 6 ermittelten Kosten ergeben sich für die in Abschnitt 5.4 Betriebskonzepte in die Tabelle 40 dargestellten Betriebskosten.

Tabelle 40: Jahresbetriebskosten nach Betriebskonzepten

Kostenart	Eigenbetrieb [%]	Eigenbetrieb Kosten [€]	Reedereibetrieb [%]	Reedereibetrieb Kosten [€]	Verein Satz [%]	Verein Kosten [€]
Catering	100%	304,616 €	90%	274,155 €	100%	304,616 €
Finanzierung	90%	388,155 €	110%	474,411 €	100%	431,283 €
Infrastruktur	0%	- €	0%	- €	0%	- €
Versicherung	80%	68,000 €	100%	85,000 €	100%	85,000 €
Wartung	100%	109,801 €	80%	87,841 €	100%	109,801 €
Energieträger	100%	125,338 €	100%	125,338 €	100%	125,338 €
Schiffsbetrieb	100%	33,943 €	80%	27,154 €	100%	33,943 €
Personal		1,029,854 €		899,250 €		427,044 €
Summe		2,059,707 €		1,973,150 €		1,517,026 €

7.3 Bewertung

Für die Bewertung werden der Umsatz in Relation zu den Betriebskosten inklusive Investitionskosten gesetzt. Das Ergebnis ist in Abbildung 31 dargestellt. In den angegebenen Kosten und Umsätzen sind noch keine Risikoaufschläge enthalten.

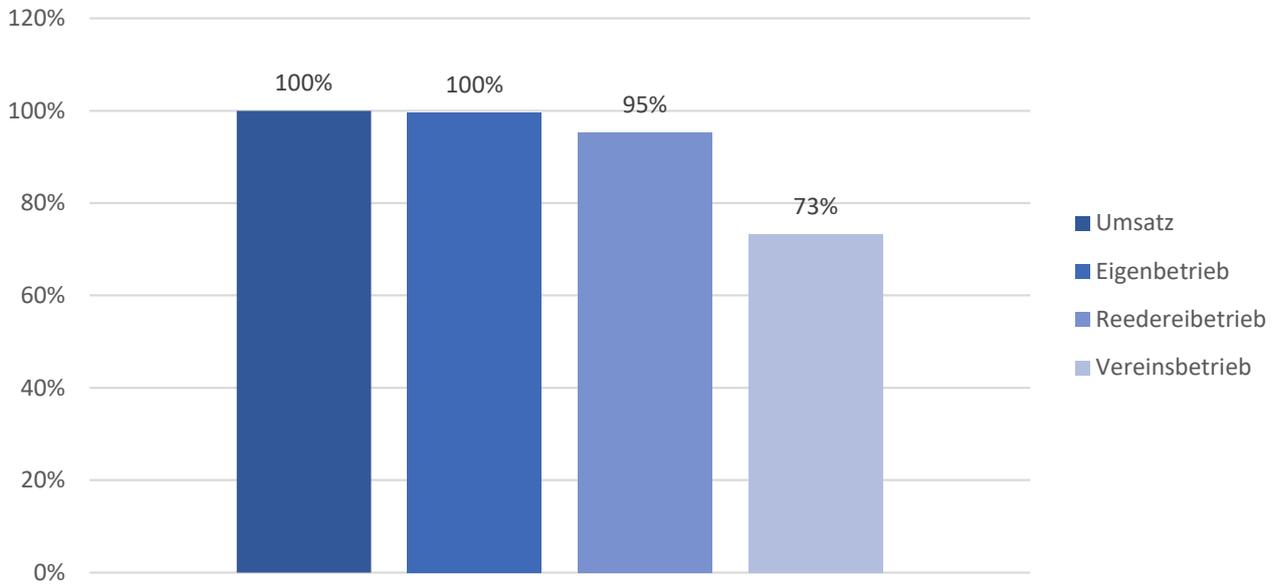


Abbildung 31: Bewertung der Kosten

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Fahrtzeiten.....	16
Tabelle 2: Fahrtprofil Wedel je Woche	17
Tabelle 3: Fahrtprofil Glückstadt je Woche	17
Tabelle 4: Fahrtprofil Jahr	18
Tabelle 5: Schiffsabmessungen	23
Tabelle 6: Energiebilanz.....	30
Tabelle 7: Energieverbrauch Fahrprofil ab Wedel je Woche	31
Tabelle 8: Energieverbrauch Fahrprofil ab Glückstadt je Woche	31
Tabelle 9: Durchschnittlicher Energieverbrauch Fahrprofil je Woche	32
Tabelle 10: Bewertungsmatrix Kraftstoffe	43
Tabelle 11: Bewertungsmatrix Konzepte.....	44
Tabelle 12: Dimensionierung Batteriespeicher	48
Tabelle 13: Grundflächenbedarf geschlossener Fahrgastraum.....	50
Tabelle 14: Platzbedarf Warmhalteküche	50
Tabelle 15: Platzbedarf Maschinenraum.....	55
Tabelle 16: Platzbedarf Pumpenraum	57
Tabelle 17: Platzbedarf Ruderanlagenraum	58
Tabelle 18: Platzbedarf Bugstrahlruderraum.....	59
Tabelle 19: Bewertung Schiffskonzepte	68
Tabelle 20: Hauptabmessungen Konzepte.....	68
Tabelle 21: Raumgrößen Zielkonzept	72
Tabelle 22: Lichte Weite Verkehrswege	72
Tabelle 23: Investitionskosten Schiff nach Hauptbaugruppen	80
Tabelle 24: Kostensätze Infrastruktur Investitionskosten.....	81
Tabelle 25: Zusammenfassung Investitionskosten Infrastruktur	84
Tabelle 26: Berechnung Personalumfang	86
Tabelle 27: Personalbedarf.....	87
Tabelle 28: Personalkosten Eigenbetrieb.....	87
Tabelle 29: Personalkosten Reedereibetrieb	88
Tabelle 30: Personalkosten Vereinsbetrieb	89
Tabelle 31: Betriebskosten Energieträger.....	89

Tabelle 32: Betriebskosten Schiffsbetrieb.....	90
Tabelle 33: Betriebskosten Wartung	90
Tabelle 34: Betriebskosten Versicherung	91
Tabelle 35: Kosten Finanzierung.....	91
Tabelle 36: Betriebskosten Catering.....	92
Tabelle 37: Zusammenfassung Betriebskosten pro Jahr	92
Tabelle 38: Wöchentlicher Umsatz.....	94
Tabelle 39: Jahresumsatz nach Arten	95
Tabelle 40: Jahresbetriebskosten nach Betriebskonzepten	95

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Darstellung Zielkonzept	9
Abbildung 2: Projektschnittstellen	11
Abbildung 3: Gesamtfahrtgebiet.....	13
Abbildung 4: Fahrtgebiet Pinnau	14
Abbildung 5: Fahrtgebiet Krückau.....	14
Abbildung 6: Fahrtgebiet Stör	15
Abbildung 7: Regulatorische Anforderungen	19
Abbildung 8: Leistungsprognose.....	29
Abbildung 9: Prinzip eines Verbrennungsantriebs	34
Abbildung 10: Prinzip Diesel-Elektrisches Antriebskonzept.....	35
Abbildung 11: Prinzip Batterie-Elektrisches Antriebskonzept	36
Abbildung 12: Prinzip Antriebskonzept Brennstoffzelle	37
Abbildung 13: Schaubild verbrennungs-elektrisches Antriebskonzept AC.....	40
Abbildung 14: Schaubild verbrennungs-elektrisches Konzept DC mit Batterie	41
Abbildung 15: Schaubild rein elektrisches Antriebskonzept	42
Abbildung 16: Schaubild empfohlenes Antriebskonzept	47
Abbildung 17: Draufsicht möglicher Fahrgastbereich 6,3 m Breite für 60 Personen ...	53
Abbildung 18: Räumliche Ansicht möglicher Fahrgastbereich 6,3 m Breite für 60 Personen.....	53
Abbildung 19: Generalplanskizze Eindecker.....	63
Abbildung 20: Generalplanskizze Zweidecker	65
Abbildung 21: Generalplanskizze 1,5-Decker.....	67
Abbildung 22: Zielkonzept Gesamtansicht.....	69
Abbildung 23: Zielkonzept Draufsicht Hauptdeck.....	70
Abbildung 24: Platzsparende Aufstellung der Fahrräder.....	70
Abbildung 25: Zielkonzept Draufsicht Oberdeck	70
Abbildung 26: Zielkonzept Draufsicht Unterdeck	71
Abbildung 27: Aufteilung in betriebliche Organisationseinheiten	74
Abbildung 28: Verteilung Investitionskosten Schiff auf die Hauptbaugruppen.....	80
Abbildung 29: Prozentuale Verteilung der Betriebskosten	93
Abbildung 30: Prozentuale Verteilung der Umsätze.....	95

Abbildung 31: Bewertung der Kosten96

ANHANG

A Checklisten Häfen

Wedel (Basishafen)

- Anforderung für das Schiff in Planungen zur Hafennutzung mit einbringen
- Zufahrt mit Versorgungsfahrzeugen zum Anleger im Schulauer Hafen
- Wasserstands unabhängige Anlegemöglichkeit, d.h. festmachen ohne ständige Leinenkontrolle
- Ausreichende Breite im Hafen, so dass andere Schiffe/Boote am Schiff passieren können.
- Möglichkeiten zur Einrichtung eines Starkstrom Landanschlusses.

Glückstadt (Basishafen)

- Herrichtung eines elektrischen Landanschlusses
- Prüfung Möglichkeiten für einen Barrierefreien Zugang
- Wasserstands unabhängige Anlegemöglichkeit, d.h. festmachen ohne ständige Leinenkontrolle

Kasenort (Anlegestelle)

- Prüfung barrierefreier Zugang zum Außenanleger

Itzehoe (Anlegestelle)

- Barrierefreier Zugang auch bei unterschiedlichen Wasserständen
- Örtliche Wartemöglichkeiten und Parkplätze

Haseldorf

- Eignung Anleger und Festmachmöglichkeiten
- Prüfung barrierefreier Zugang

Uetersen

- Eignung als Anlegestelle ist zu prüfen
- Evtl. Zuwegung für mobilitätseingeschränkte Personen und Fahrräder verbessern

Elmshorn

- Prüfung Eignung für den Passagierbetrieb