

Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie
und Tourismus | Düsternbrooker Weg 94 | 24105 Kiel

Staatssekretär

Schleswig-Holsteinischer Landtag
Umdruck 20/3283

Vorsitzenden
des Wirtschafts- und
Digitalisierungsausschusses des Schleswig-
Holsteinischen Landtages
Herrn Claus Christian Claussen, MdL
Landeshaus
24105 Kiel

29. Mai 2024

Nachfragen aus dem WID vom 08.05.2024 zum Gutachten Missunde II

Sehr geehrter Herr Vorsitzender,

in der Sitzung des Wirtschafts- und Digitalisierungsausschusses des Schleswig-Holsteinischen Landtages am 8. Mai d. J. wurde um das Gutachten zum Zustand der Schleifähre Missunde II gebeten.

Das Gutachten füge ich als Anlage bei.

Mit freundlichen Grüßen



Tobias von der Heide

**Machbarkeitsstudie zur Umsetzung
technischer Vorgaben für Missunde II**

**Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer
Vorgaben für die Wagenseilfähre "Missunde II"**



Abbildung 1:

Eigentümer: Land Schleswig-Holstein
endvertreten durch **LKN.SH**
Herzog-Adolf-Straße 1
25813 Husum

Auftragsnummer: 16/2019
Dokument:
Datum: 20-08-2019

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Inhalt

I- Allgemeine Angaben	6
Verwendungszweck.....	6
Vorgehensweise	6
Allgemeine Beschreibung	8
Hauptabmessungen.....	8
Tankkapazitäten	9
Besatzung	9
Zeichnungen	9
II- Ist-Zustand der Fähre.....	10
Berechnungen	10
Stabilitätsberechnung aktueller Zustand	10
Stabilitätsberechnung mit neuem Schott.....	11
Stabilitätsberechnung mit Auftriebskörper.....	13
Schiffskörper und Anstrich	14
Allgemeines	14
Konstruktion	14
Ist-Zustand der Stahlkonstruktion	14
Aufbauten.....	16
Steuerhaus.....	16
Toiletten an Bord.....	16
Maschinenraum.....	17
Konservierung.....	18
Allgemeines	18
Bisherige Ausführungen / Instandhaltungsmaßnahmen	20
Katodischer Schutz	21
Ausrüstung Schiffskörper	21
Mannlöcher	21
Fenster	21
Anker- und Verholeinrichtungen.....	21
Ankerwinde	22
Fährköpfe	23
Poller.....	24
Festmacher und Schiffsausrüstung	24

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Maste, Flaggen- und Signaleinrichtung	24
Rettungsmittel und Feuerlöscheinrichtung.....	25
Beiboot mit Davit.....	25
Arbeitsboot.....	26
Sicherheitsausrüstung	26
Feuerlöschanlage.....	27
Lüftung, Heizung, Klima.....	27
Treppen, Geländer, Schanzkleid.....	28
Beschilderung	28
Innenausbau und Möblierung	29
Wandverschalung.....	30
Deckenverschalung.....	30
Isolierung Maschinenraum.....	31
Verdunkelung der Räume.....	32
Elektro-, Navigations- und Kommunikationsanlage	33
Allgemeines	33
Speisung	33
Batterieanlage	34
Verkabelung.....	35
Beleuchtungsanlage	35
Navigationsanlagen	35
AIS.....	35
Radaranlage.....	35
Navigationsbeleuchtung.....	36
Scheibenwischer.....	36
Alarmanlagen	36
Typhon.....	36
Kontroll- und Bedienungsinstrumente.....	36
Antriebsanlage.....	36
Hauptmotoren.....	36
Brennstoffsystem	36
Brennstoffleitungen	37
Wartungsöffnung	38
Luft- und Peilrohre	38

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Schalldämpfer.....	38
Hydrauliksystem	38
Schiffssysteme.....	38
Lenzsystem	38
Lenz-/Ballastpumpen.....	39
Deckwaschsystem	39
Feuerlöschpumpen.....	39
Notfeuerlöschpumpe	39
Umbaumaßnahmen für die aktuelle Fähre	39
III- Daten Analyse	41
IV- Umbau auf Voll-elektrisches Antriebssystem.....	44
Allgemein.....	44
Widerstandsabschätzung	45
Antriebssystem	46
Batteriesysteme	48
PV-Anlagen	50
Betrachtung von Brennstoffzelle als alternative Energiequelle.....	51
Betrachtung von Erdgas als alternative Energiequelle.....	51
Systemaufbau.....	52
Ausfallzeit für die Instandsetzung	52
Kostenschätzung.....	53
V- Neubau MISSUNDE III	55
Allgemeines	55
Autarkiegrad.....	57
Kosten.....	58
Auswirkung Wirtschaftlichkeit / Ästhetik.....	59
Ergonomie	60
Anlegemechanismus	61
PV-Anlage	62
Antriebsanlage.....	63
Energieversorgung.....	63
Fährklappen.....	64
Verschiedenes, Ausblicke	65
VI- Zusammenfassung	67

**Machbarkeitsstudie zur Umsetzung
technischer Vorgaben für Missunde II**

Abbildungsverzeichnis 68
Begriffsverzeichnis 70

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

I- Allgemeine Angaben

Im Zuge der Neufassung der "Verordnung über Schiffsicherheit in der Binnenschifffahrt" (Stand: 07.10.2018), nachstehend "BinSchUO" genannt, in Verbindung mit bestehenden technischen Auflagen aus dem europäischen Standard der technischen Vorschriften für Binnenschiffe "ES-TRIN" (Stand: 2015/1), ist eine wirtschaftliche und technische Beurteilung des Ist- und Sollzustandes der Wagenseilfähre "Missunde 2" erforderlich. Hierzu wird die Machbarkeitsstudie hinsichtlich erforderlicher und möglicher Umrüst- und Umbauerfordernisse im gegenseitigen technischen und wirtschaftlichen Vergleich mit einem möglichen Neubau bei unbedingter Aufrechterhaltung des Seil-Fährbetriebes bzw. unter Berücksichtigung von erteilten Erlaubnissen und bestehenden Übergangsfristen erstellt. In beiden Betrachtungsfällen Umrüstung und Neubau sind alternative Antriebs- und Energieerzeugungstechniken mit dem Schwerpunkt voll elektrischer Systeme für Fahren gegenüber dem Ist-Zustand einbezogen.

Verwendungszweck

Bei dieser Untersuchung ist die Aufrechterhaltung des derzeitigen Fährbetriebes mit Darstellung erforderlicher gegliederter Umrüstzeiten und wirtschaftlichen erforderlichen Aufwandes unter Berücksichtigung des bestehenden Fährzeugnisses bzw. erforderlicher anstehender Zeugniserteilungen bzw. anstehender Übergangsfristen aus BinSchUO und ES-TRIN geprüft bzw. angestrebt.

Vorgehensweise

Die Studie ist unterteilt in 5 Kapitel. Im ersten Kapitel sind die allgemeinen Angaben über die Fähre dargestellt. Im zweiten Kapitel wurde der Ist-Zustand der Fähre aufgenommen und mit dem Soll-Zustand verglichen, wobei die vorgeschlagenen Maßnahmen einen vorschriftsmäßigen, wirtschaftlichen oder technischen Hintergrund haben.

In mehreren Ortsterminen wurde der Ist-Zustand erfasst. Des Weiteren wurde mithilfe eines Datenloggers das Fahrprofil des Fahrzeuges erfasst, um die Betriebszustände

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

genau auswerten zu können. Hinsichtlich der anstehenden Übergangsfristen und des Zustandes des Fahrzeuges wurde folgend der Investitionsbedarf für den Erhalt des Fahrzeuges ermittelt. Weitergehend wurde anhand der erfassten Daten aus dem Betrieb ein elektrisches Antriebssystem entwickelt und in Hinsicht auf die Integrationstauglichkeit geprüft. Basierend auf den Randbedingungen des Betriebes, der Umwelt und den Wünschen des Kunden wurde ein neues Schiffskonzept entwickelt, um die Transportaufgabe besser, nachhaltiger und zukunftsgerichtet zu lösen.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Allgemeine Beschreibung

Als Ersatz für die nach 40 Jahren Dienstzeit ausgemusterte Seilfähre Missunde an der Fährstelle wurde im Jahr 2003 eine neue Seilfähre Missunde II projektiert. Gebaut wurde die seilgebundene Wagen- und Personenfähre zum Einsatz in Zone 2 an den Landestellen Missunde.

Hauptabmessungen

Name und Adresse des Eigentümers:	Land Schleswig-Holstein endvertreten durch LKN.SH Herzog-Adolf-Straße 1 25813 Husum
Name:	Missunde II
Art der Fähre:	Wagenseilfähre
Fährzeugnis Nr.:	F 4739
Baujahr:	2003
Name und Ort der Bauwerft:	Schiffbau- und Entwicklungsgesellschaft Tangermünde mbH & Co. KG, Werft Genthin
Länge über alles:	30,92 m
Breite über alles:	8,85 m
Ladefläche:	120 m ²
Hauptantriebsleistung:	60 kW, JOHN DEERE
Anzahl der Hauptantriebe:	Dieselhydraulischer Seilantrieb
Anzahl der Fahrgäste ohne Fahrzeugmitnahme:	45 Personen
Anzahl der Fahrgäste bei Fahrzeugmitnahme:	45 Personen
Freibord:	0,30 m
Tragfähigkeit:	25 t
zulässiges Gesamtgewicht eines Fahrzeugs:	7,5 t
zulässiges Gesamtgewicht des schwersten Landfahrzeugs:	22 t
zulässige Einzelachslast	5,5 t
zulässige Doppelachslast	11 t

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Tankkapazitäten

Dieseltank:	1,3483 m ³
Hydrauliktank:	0,26 m ³

Besatzung

Mindestbesatzung der Fähre im Übersetzverkehr ist eine Person (Fährführer). Der Fährführer kann vom Steuerhaus aus die Ladefläche ungehindert überblicken.

Zeichnungen

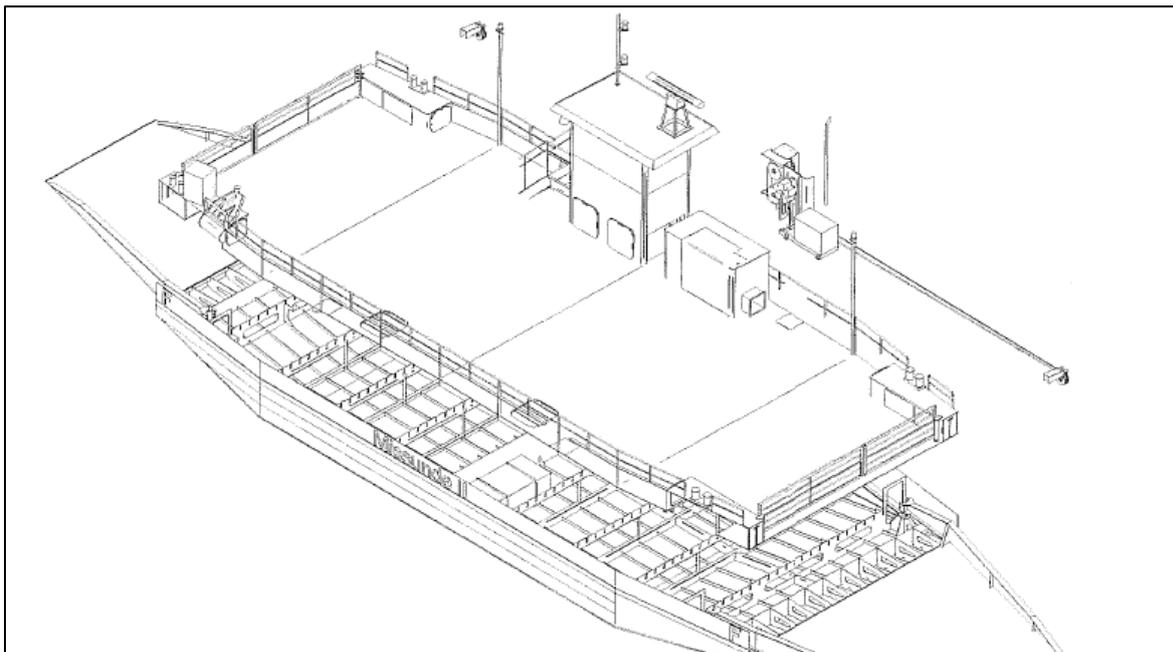


Abbildung 2: Zeichnung der Fähre Missunde II

In der obigen Abbildung sind die drei Ebenen der Fähre, Rumpf, Deck und Aufbau dargestellt. Der Seilantrieb befindet sich auf der Seite des Steuerhauses. Der Fährführer hat Brodersby zu seiner linken und Missunde zu seiner rechten Seite.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

II- Ist-Zustand der Fähre

Berechnungen

Die Stabilitätsberechnung dient dazu, die Fahrtauglichkeit der Fähre im Leck-Fall zu überprüfen.

Nachfolgend haben wir die Stabilitätsberechnung der Fähre im aktuellen Zustand durchgeführt und die möglichen Alternativen betrachtet, um die Schwimmfähigkeit des Schiffes aufrechtzuerhalten.

Stabilitätsberechnung aktueller Zustand

In der nachstehenden Abbildung ist die Raumaufteilung der Fähre im aktuellen Zustand dargestellt. Der Rumpf besteht aus 4 Räumen: 2 kleine Räume, die Achter- und Vorpiek und 2 größere Räume, die Leerzellen achtern und vorn.

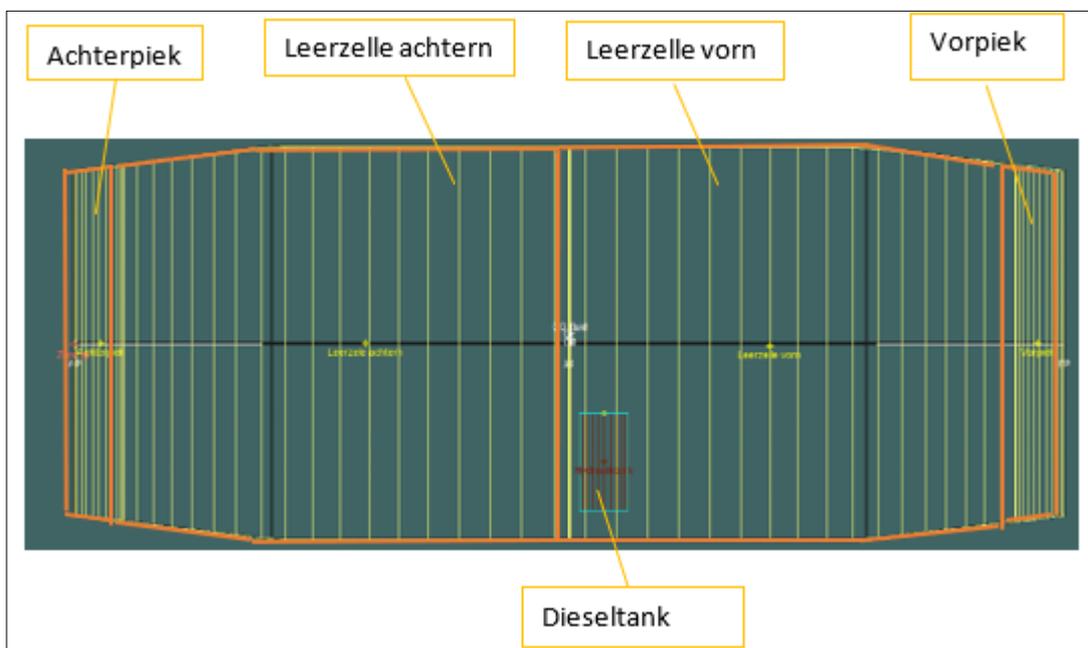


Abbildung 3: Definition der Räume

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

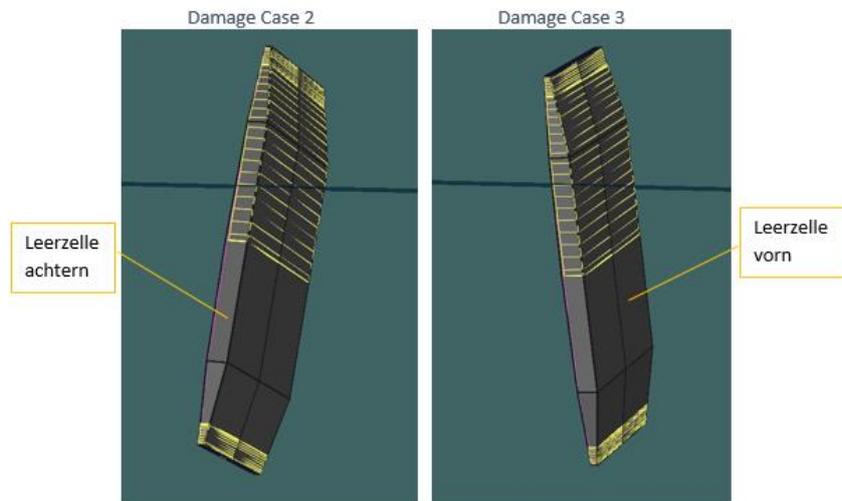


Abbildung 4: Schiffs-lage im Leck-Fall

Wie in der Abbildung 4 deutlich zu sehen ist, stellen wir anhand der Stabilitätsberechnung fest, dass eine aufrechte Schwimm-lage im Leck-Fall in den mittleren Zellen beizubehalten nicht möglich ist.

Diese Feststellung führt dazu, die mögliche Alternative bzw. Maßnahmen zu betrachten, die nötig sind, die Stabilität des Schiffes zu erhöhen und die Schwimm-lage beizubehalten.

Stabilitätsberechnung mit neuem Schott

Eine mögliche Lösung, um die Schwimm-lage aufrecht erhalten zu können ist das Einbringen von Querschotten, um die großen Zellen achtern wie auch im Vorschiff zu unterteilen, wobei das Gesamtgewicht dadurch um ca. 900 kg erhöht wird.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

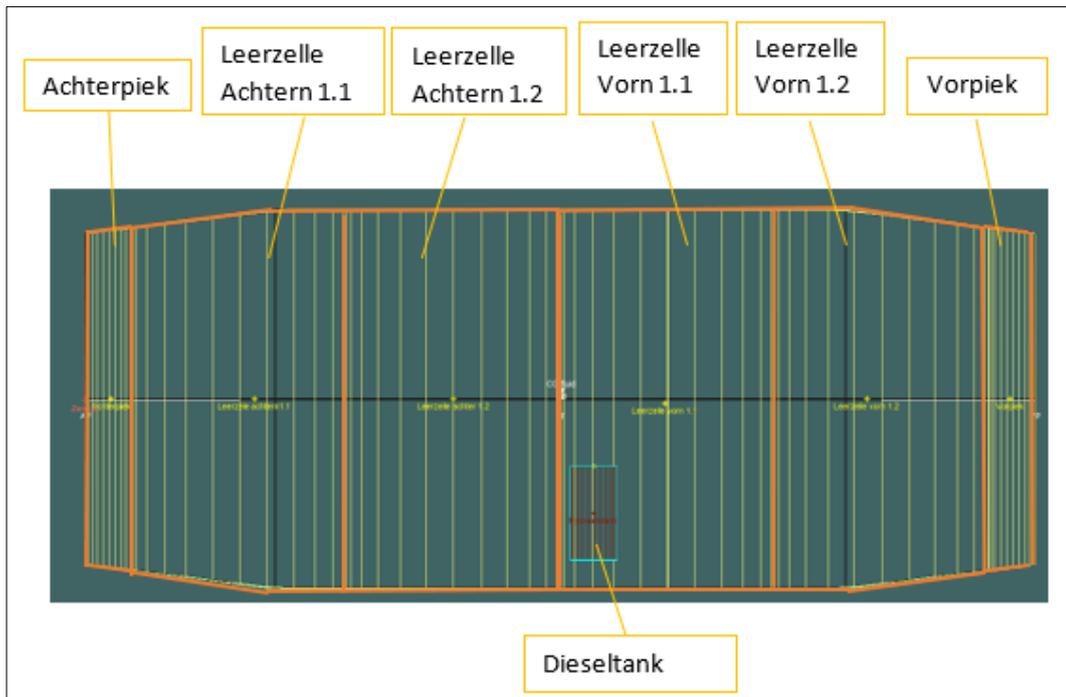


Abbildung 5: Neue Raumaufteilung mit neuem Schott

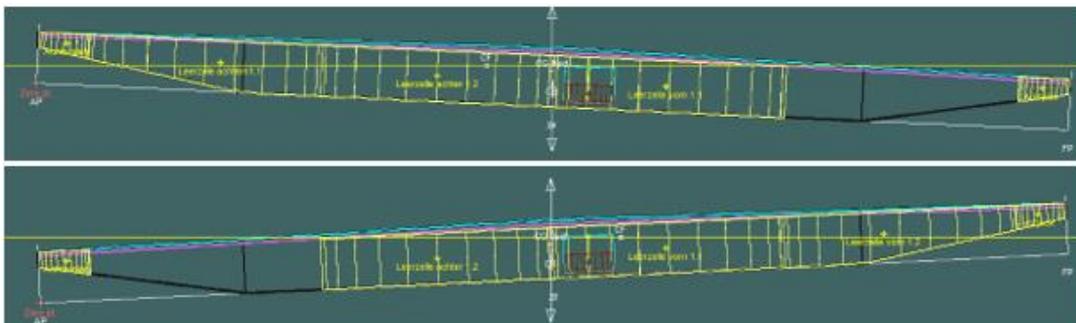


Abbildung 6: Schiffslage im Leck-Fall

Leider lässt die Raumaufteilung wie auch die Stabilität im Rahmen von technisch sinnvollen Lösungen auf diesem Weg keine positiven Ergebnisse der Berechnungen zu. Die neu erzeugten Abteilungen an den Schiffsenden führen dazu, wie in der Abbildung 6 zu sehen ist, dass ein enormer Trimm entsteht, der zu einer Flutung des Decks führt, was unzulässig ist. Die Anbringung eines neuen Schotts erhöht zwar die Stabilität des Schiffes, reicht aber nicht, eine aufrechte Schwimmlage beizubehalten.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Stabilitätsberechnung mit Auftriebskörper

Eine weitere mögliche Lösung, die Schwimmelage aufrechterhalten zu können, ist das Einbringen von geschlossen-porigen und arretierten Schaumplatten in den großen Zellen unter Deck.

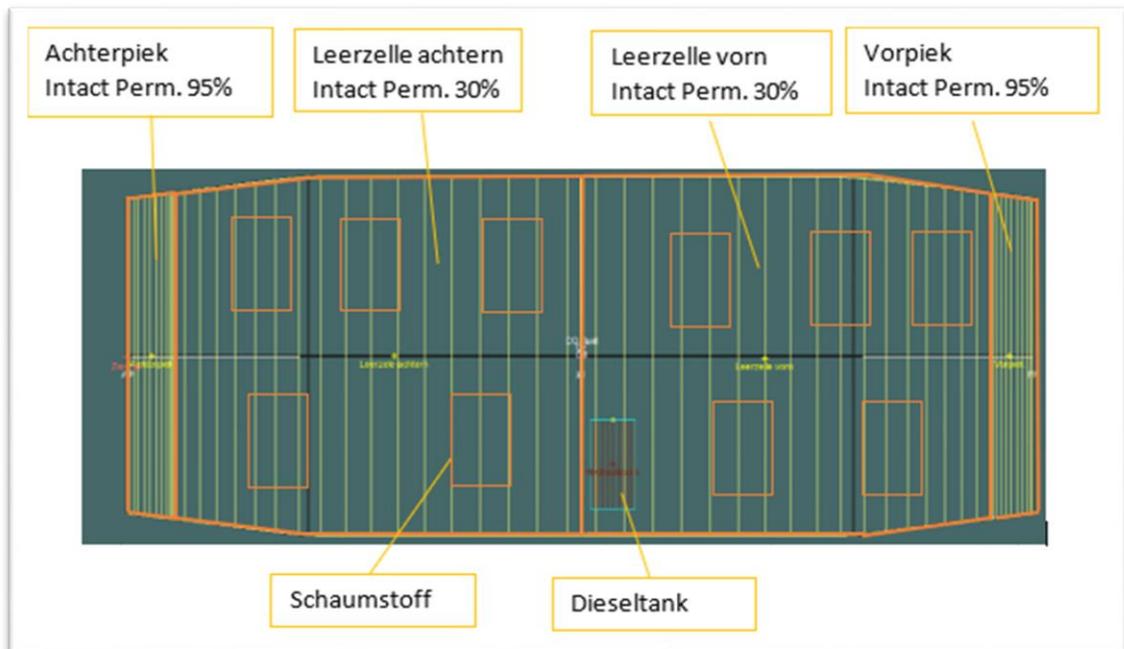


Abbildung 7 Raumaufteilung mit Schaumstoff

Ab einer Permeabilität von ca. 30% (Flutbarkeit) - soll heißen, 70 % des Raumes können nicht mit Wasser geflutet werden - gelingt eine Leck-Stabilitätsberechnung ohne das Kasko anpassen zu müssen.

Nachteile: Der Raum ist so nahezu unbegebar und nicht inspizierbar. Leckagen, Konservierungsschäden und/oder Ölaustritte können nicht oder nur sehr schwer wahrgenommen werden. Aus technischer Sicht ist diese Lösung in Bezug auf den Erhalt des Schiffes für weitere Dekaden nicht ratsam.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Schiffskörper und Anstrich

Allgemeines

Die Schleifähre Missunde verbindet die beiden „Schlei-Ufer“ Schwansen (Missunde) und Angeln (Brodersby) miteinander.

Zwischen den Landstellen wird die Fähre an einem Führungsseil geführt und bewegt sich entlang eines zusätzlichen Antriebsseils. Der Antrieb erfolgt diesel-hydraulisch.

Das Fährdeck hat eine Länge von 20 m mit zwei Fahrspuren für PKW. LKW werden mittig auf der Fähre aufgestellt. Die maximale Personenzahl ist auf 45 Personen begrenzt. Für diese Anzahl Personen stehen Einzelrettungsmittel zur Verfügung. Die Fähre wird so ausgerüstet, dass die Auflagen für den Betrieb mit einer Person erfüllt werden.

Sie verkehrt ganzjährig wochentags ab 6 Uhr bis 22 Uhr und am Wochenende zwischen 8 Uhr und 22 Uhr.

Konstruktion

Der Schiffskörper ist vollkommen in Schweißkonstruktion erstellt.

Leichtbau Schiffskörper: Längsspannten mit Querrahmen. Der Rumpf hat einen ebenen Boden mit senkrecht stehender Außenhaut.

Die Fähre ist in vier wasserdichte Abteilungen unterteilt, hat keinen Doppelboden, nicht ausgelegt auf Leck-Stabilität.

Ist Zustand der Stahlkonstruktion

Anhand der Bilder sind die Schäden an der Stahlkonstruktion deutlich zu erkennen. Es scheint in der Vergangenheit zu groben Überlastungen des Fahrbahndecks gekommen zu sein. Dies kann durch zu hohe Achslasten oder aber Punktlasten verursacht worden sein.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II



Abbildung 8: Verkrümmung an den Querträger



Abbildung 9: Durchbiegung der Balken und Versteifungsprofile

Aufgrund der neuen Vorschriftslage wird eine Festigkeitsberechnung des Fahrbahndecks notwendig sein. Es ist davon auszugehen, dass eine Berechnung zu dem Ergebnis kommen wird, dass die Struktur der Querverbände unterhalb des Decks ungenügend sein wird. Dies leiten wir vom jetzigen Zustand der Struktur mit bereits sehr großen Durchbiegungen von mehreren Millimetern pro Meter ab. Die zu berechnenden Lastfälle für die Statik der Decks werden mit entsprechenden Sicherheitsfaktoren beaufschlagt, die dazu führen können, dass die Rechnung nicht funktionieren könnte. Die plastische Verformung des Stahls lässt darauf schließen, dass die Mindeststreckgrenze des Materials stark überschritten wurde und die Materialeigenschaft unwiderruflich verändert wurde. Dieser Umstand wird für einen berechnenden Ingenieur eine Herausforderung darstellen festzulegen, welche Eigenschaften das schadhafte Trägersystem hat.

Aus diesem Grund sollte man mit einer Ertüchtigung der Querverbände rechnen. Diese müssen vermutlich komplett entfernt werden und durch gebaute Träger, die relativ gewichtsneutral sind und ein höheres Widerstandsmoment aufweisen, ersetzt werden.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Aufbauten

Steuerhaus

Das Steuerhaus steht so nah wie möglich zur Schiffsmitte an der Seite des Antriebsseils, das in Schiffsmitte steht, um eine möglichst gerade Bewegung zu verwirklichen. Die Höhe des Steuerhauses beträgt 3,3 m und die Augenhöhe des Schiffsführers ist bei ca. 2,8 m, was bedeutet, dass seine Sicht durch LKW mit Höhe von 4,1 m beeinträchtigt wird.



Abbildung 10: Steuerhaus Missunde II

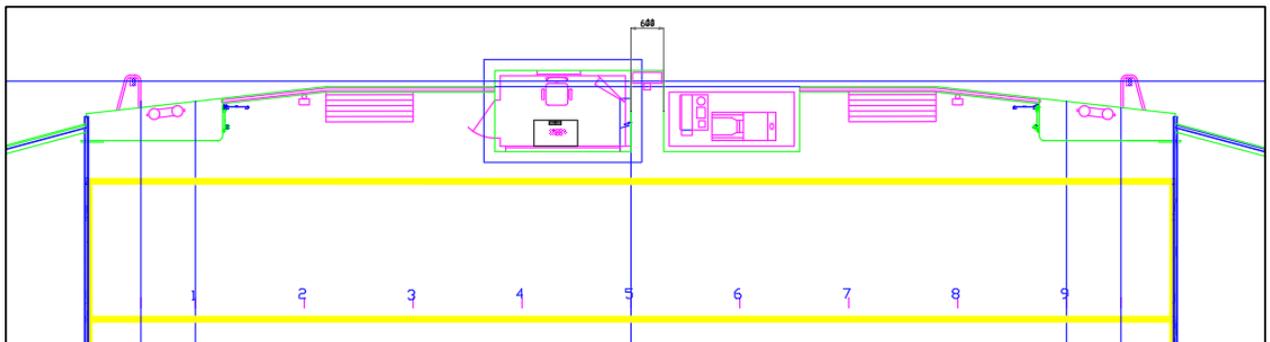


Abbildung 11: Position Steuerhaus

Toiletten an Bord

An Bord befinden sich weder Gäste- noch Crew Toilette. Es gibt auch keine Notwendigkeit dafür, weil die Überfahrt von einem Ufer zum anderen eine Fahrtdauer von 10 Minuten nicht übersteigt.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Akkumulatoren-Raum

Die Akkumulatoren für die Bordversorgung sind entsprechend in einem Raum unter dem Steuerhaus aufgestellt. Eine Beschriftung des Raumes ist nicht vorhanden, außerdem ist die Be- und Entlüftung wegen zu kleinen Lüftungsöffnungen nicht ausreichend wie in ES-TRIN Artikel 10.11 Nr. 7 & 8 vorgeschrieben.

Genauere Daten über die Akkumulatoren sind im Kapitel Elektroanlagen zu finden.



Abbildung 12: Batterieraum Missunde II

Maschinenraum

Der Motorraum für die Antriebsanlage ist an das Steuerhaus angebaut.



Abbildung 13: Motorraum Missunde II

Der Raum ist ca. 600 mm vom Steuerhaus entfernt und in unmittelbarer Nähe der Fahrbahn.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Konservierung

Allgemeines

Der Zustand der Konservierung, Abb.14, 15 &16, sieht wie folgt aus:

- Die Konservierung ist extrem schlecht und weist große Mängel auf.
- An mehreren Stellen im Innenbereich des Rumpfes löst sich die Deckschicht vom Primer bzw. dem darunterliegenden Farbsystem.
- Die Farbsysteme scheinen inkompatibel miteinander zu sein und es ist nicht erkennbar, in welchen Zustand die untere Schicht der Konservierung ist.

In Anbetracht der aufgenommenen Situation an Bord empfehlen wir, das Fahrzeug bei einem Werftaufenthalt komplett sandstrahlen zu lassen und neu zu konservieren.

Das Sandstrahlen ermöglicht erst eine qualifizierte Inspektion der bestehenden Stahlstruktur und ist ein weiterführender Schritt, um zu entscheiden, ob am Kasko im Rahmen der Werftarbeiten ausgebessert werden müsste. Bei der Begehung wurde stichprobenartig die Außenhaut von innen geschallt / gemessen. Diese Messungen ergaben ausreichende Materialstärken, sind jedoch nicht mit einer verlässlichen Inspektion der Struktur gleichzusetzen.

Des Weiteren soll eine nachhaltige und langlebige Lösung für das Fahrzeug gefunden werden, soweit dieses umgebaut werden soll. Um weiterführende und kostenintensive Erneuerungen der Stahlstruktur in Zukunft zu vermeiden, ist eine intakte und gute Konservierung unabdingbar.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II



Abbildung 14: Gelöste Konservierung im Deckbereich. Es ist die schlechte Verbindung der unterschiedlichen Konservierungssysteme miteinander erkennbar.



Abbildung 15: Starke Rostbildung im Bereich von Schweißnähten an Rahmenspant, Zustand der Nähte fraglich

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II



Abbildung 16: Feuchtigkeit im Rumpf-Innenraum, enorme Rostblüten im Bodenbereich unterhalb der Konservierung

Kabeldurchführung durch die Trennwand der Rumpf-Innenräume

Die Kabeldurchführungen entsprechen nicht dem schiffbaulichen Standard für eine Schottdurchführung und können nicht als wasserdicht betrachtet werden. Die baulichen Maßnahmen zur Herstellung der Leckstabilität müssen die Herstellung von wasserdichten Schottdurchführungen erfassen.



Abbildung 17: Kabeldurchführung durch die Trennwand der Rumpf-Innenräume.

Bisherige Ausführungen / Instandhaltungsmaßnahmen

Die bisherige Instandhaltung der Fähre ist ungenügend. XXXX konnte aus einer externen Warte erkennen, dass Pächter und Verpächter des Fahrzeuges im

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Hinblick auf das Thema Instandhaltung grundsätzlich konträre Erwartungshaltungen haben.

Die genauen Vertragsbedingungen sind unbekannt und auch nicht relevant für XXXX.

Im Sinne der zu erwartenden Lebensdauer eines Fahrzeuges, gleich ob Umbau oder Neubau, raten wir dazu, das Thema Instandhaltung und Reparaturen eindeutiger zu regeln.

Katodischer Schutz

Der katodische Korrosionsschutz ist eine hervorragende Ergänzung des passiven Schutzes (Beschichtung). Zusammen können sie die Schutzdauer erheblich verlängern. An der Fähre ist kein katodischer Schutz vorhanden. Der Korrosionsschutz ist zwar nicht vorgeschrieben aber technisch sinnvoll einzubauen. Wir schlagen einen katodischen Schutz mit Schrauben-Lösung vor.

Ausrüstung Schiffskörper

Mannlöcher

Die vorhandenen Mannlöcher sind intakt. Es sind noch Zugänge für die Vor- und Achterpiek einzufügen. Abgetrennte Räume müssen lt. Art. 3.03 Nr.1 ES-TRIN Zugang erhalten.

Fenster

Die Fenster im Steuerhaus müssen, wie im Art. 7.02 Nr. 6 ES-TRIN vorgeschrieben ist, aus Sicherheitsglas sein und müssen dementsprechend auf VSG ausgetauscht werden. Außerdem, um Reflektionen und Blendungen des Fährführers zu vermeiden, müssen die vorderen Steuerhausfenster reflexfrei sein oder so eingesetzt sein, dass Reflexe effektiv ausgeschlossen sind.

Anker- und Verholeinrichtungen

Die Anker- und Verholeinrichtung sind gem. gültigen Vorschriften ausgelegt und befinden sich in guten Zustand.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II



Abbildung 18: Anker Missunde II

Ankerwinde

Die Ankerwinde befindet sich in einem guten Zustand.



Abbildung 19: Ankerwinde Missunde II

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Fährköpfe



Abbildung 20: Anlegen ohne Landkeile

Das Schiff schert beim Anlegen relativ stark in Querrichtung aus und es kommt zu einer Art Pendelbewegung. Des Weiteren muss der Fährführer die Geschwindigkeit recht früh zurücknehmen, um das Pendeln zu minimieren. Die Bewegung ist ein Resultat der außermittigen Seilführung und der Spannung des Seiles in Ufernähe. Sowohl die Klappe als auch die Landerampe erfahren Schäden davon. Eine mögliche Lösung wäre, einen Anlegemechanismus einzubauen, indem die Fähre geführt und magnetisch befestigt wird. Mehr Details sind im Kapitel Neubau.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Poller

Alle 4 Poller mit je 2 Pinnen sind in guten Zustand.



Abbildung 21: Poller Missunde II

Festmacher und Schiffsausrüstung

Vorgeschriebene Festmacher-Drahtseile sind nicht vorhanden. Die nötigen Festmacherseile sind als Kunststoffseile vorhanden. Für die vorgeschriebenen Festmacher sind keine Lagermöglichkeiten an Bord.



Abbildung 22: Kunststoffseil liegt neben dem Maschinenraum

Maste, Flaggen- und Signaleinrichtung

Der Signalmast und der Mast für Blinkleuchte und Deckstrahler sind in einem guten Zustand.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

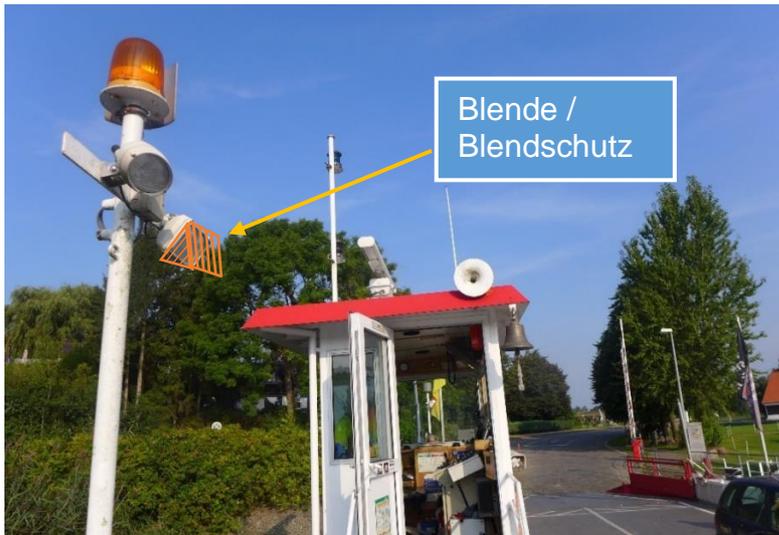


Abbildung 23: Leuchten Mast & Signalmast

Der Deckstrahler muss abgedeckt werden, um Beleuchtung außerhalb des Schiffes zu vermeiden.

Rettungsmittel und Feuerlöscheinrichtung

Rettungsringe sind, wie vorgeschrieben, vorhanden (3 Stück, 1x mit Beleuchtung und Leine).

Eine Rettungsweste für jede an Bord befindliche Person ist zugänglich.

Beiboot mit Davit

Vorhandenes Boot entspricht in Bauart nicht der DIN EN 1914, sondern nur der DIN EN 12217-3 "Kleine Wasserfahrzeuge / Sportboote". Ausnahmeregelung nach Art. 19.15 Nr. 4 tritt in Kraft.



Abbildung 24: Beiboot Missunde II

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Beiboote, die vor dem 01.01.2009 an Bord waren, müssen eine Kennzeichnung nach DIN aufweisen. Ein neues Beiboot-Set muss beschafft werden, da die Metalltafel des Beibootes nicht nach Art. 33.04 Nr.2 gekennzeichnet ist.

Beiboot zu:	
EINHEITLICHE EUROPÄISCHE SCHIFFSNUMMER:
UNIONSZEUGNIS FÜR BINNENSCHIFFE NUMMER:
UNTERSUCHUNGSKOMMISSION:

Abbildung 25: Muster Kennzeichnung für Beiboote nach Art. 33.04 Nr. 2



Abbildung 26: Die Metalltafel des vorhandenen Beiboots

Arbeitsboot

Es gibt keine Notwendigkeit, ein Arbeitsboot an Bord zu haben. Die Fläche, die dafür verwendet wird, sollte effizienter genutzt werden. Zurzeit liegt das Boot an Bord und nicht am Land wie früher, da dies aus einer Auflage der Wasserschutzpolizei resultierte. Aufgrund der Vorschriftenlage ist dies nicht gerechtfertigt. Wir empfehlen ein Arbeitsboot auf dem Parkplatz mit einem Handtrailer zu lagern und entsprechend gegen Diebstahl zu sichern. (Zahlenschloss etc.)

Sicherheitsausrüstung

Sicherheitsrolle und Sicherheitsplan fehlen. Festlegung sowie Kennzeichnung der Bereiche für "Personen mit eingeschränkter Mobilität" fehlen. Die Sicherheitsrolle nach Artikel 19.13 fehlt. (Verhalten im Brandfall etc.)

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Feuerlöschanlage

Es sind keine fest eingebauten Feuerlöschanlagen für das Steuerhaus, Maschinen- und Pumpenräume vorhanden.

Es könnte eine Druckwassersprühanlage verbaut werden. Des Weiteren kann mit lokalen Pulveranlage gearbeitet werden. Für Maschinenräume eignen sich Gas-Systeme am besten. Es ist darauf zu achten, dass das System aktiviert werden kann, wenn Menschen im Raum sind.



Abbildung 27, Gaslöschanlage, Quelle Fa. Minimax

Lüftung, Heizung, Klima

Die Heizung ist vorhanden, die Lüftung im Steuerhaus ist nicht regelbar. Gegenwärtig erfolgt die Lüftung über offene Tür und Fenster.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Belüftung der Fensterscheiben ist vorhanden, jedoch nicht verstellbar.

Treppen, Geländer, Schanzkleid

Laut Vorschriften BinSchUO §7.02 Nr.1,

a. Alle Absperrvorrichtungen müssen:

aa. eine Höhe von mindestens 1,10 m aufweisen

bb. deutlich sichtbar gekennzeichnet sein

cc. mit geeigneten Zwischenzügen oder Feldauskleidungen versehen sein

b. Feste Absperrvorrichtungen wie Schwenkbalken, Schranken und Geländer müssen mindestens folgende Festigkeitsanforderungen erfüllen:

aa. Belastungsannahme von 1.000 N/m,

bb. Höchst-Auslenkung ohne bleibende Verformung und ohne Berücksichtigung des Lagerspiels von 50 mm.

Die Absperrung ist in dieser Form nicht vorhanden und muss umgebaut werden.



Abbildung 28: Die Pforte in geschlossenen Zustand, Mehr als 50 mm Spiel.

Beschilderung

Die Sicherheitsbeschilderung für sämtliche Sicherheitseinrichtungen ist entweder nicht normgerecht oder aber nicht vorhanden. Folgend die wichtigsten:

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

- Verbandskasten
- Notabschaltung Brennstoff
- Notabschaltung Zuluft
- Feuerlöscher
- Rettungsmittel

Die Beschilderung der technischen Einrichtungen wie z.B. der Tankfüllstutzen für den Hydrauliktank sind nicht vorhanden.

Innenausbau und Möblierung

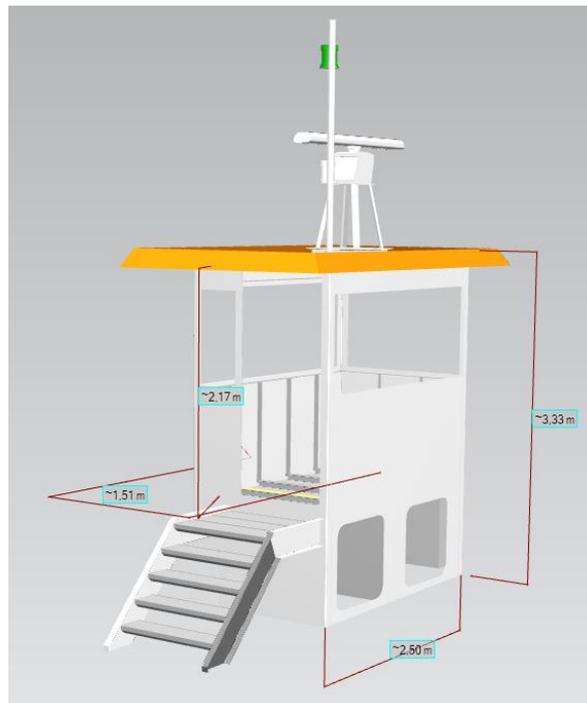


Abbildung 29: Steuerhaus

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Wandverschalung

Das Steuerhaus besteht zum größten Teil aus Holz und muss deswegen durch schwerentflammbares Material ersetzt werden.



Abbildung 30: Innenseite Steuerhaus

Deckenverschalung

Die Deckenverschalung besteht zum größten Teil aus Holz und muss deswegen durch schwerentflammbares Material ersetzt werden.



Abbildung 31: Decke Steuerhaus

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Isolierung Maschinenraum

Die aktuelle Isolierung im Maschinenraum ist nicht ausreichend. Lt. ES-TRIN Artikel 3.04 Nr. 3 Absatz 2: Isolierungen in Maschinenräumen muss der Maschinenraum gegen das Eindringen von Öl und Öldämpfen geschützt sein. Im Motorraum auf der Seite der Hydraulikpumpe ist keine Isolierung vorhanden. Die hydraulischen Leitungen müssen abgeschirmt bzw. spritzgeschützt sein.

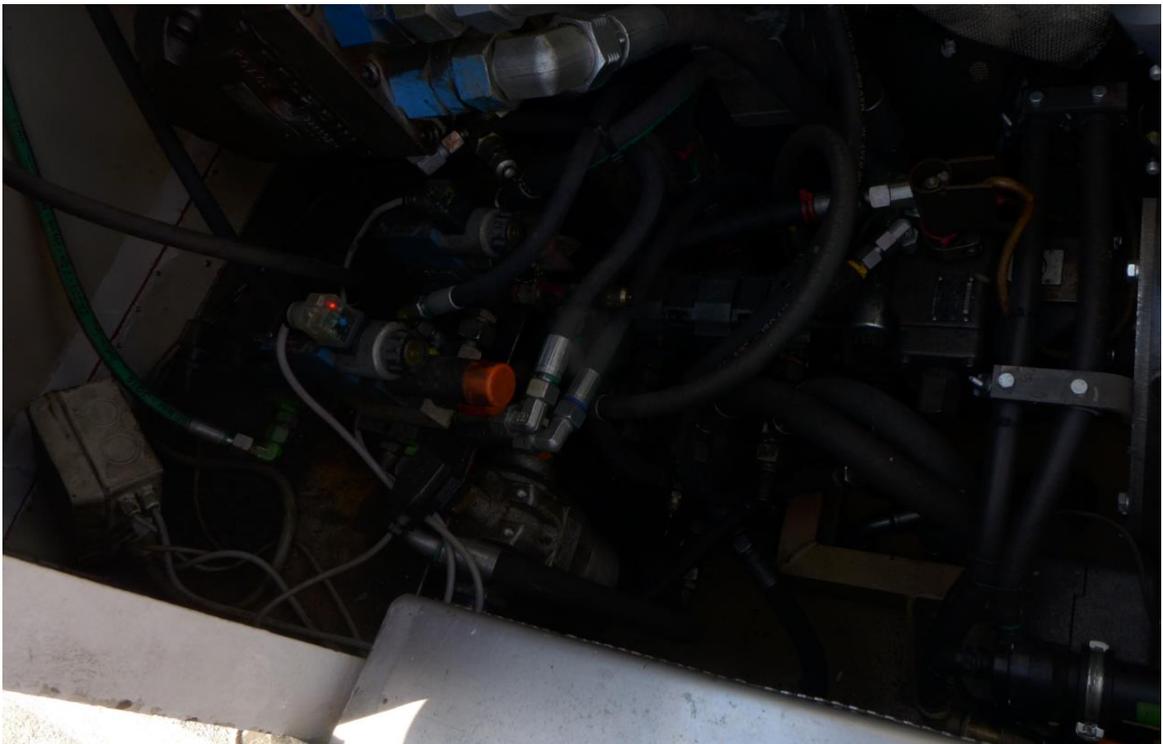


Abbildung 32: fehlende Isolierung im Maschinenraum

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Eine Erneuerung der Einhausung ist notwendig, auch um die vorgeschriebenen Abstände zum Steuerhaus und den Sammelflächen zu halten.

Lt. ES-TRIN Artikel 19.11 Nr. 2 sind folgende Trennflächen einzuhalten:

- A60 zu Sammelfläche (Deck)
- A60 zu Steuerhaus
- A60 zu Hauptschalttafel

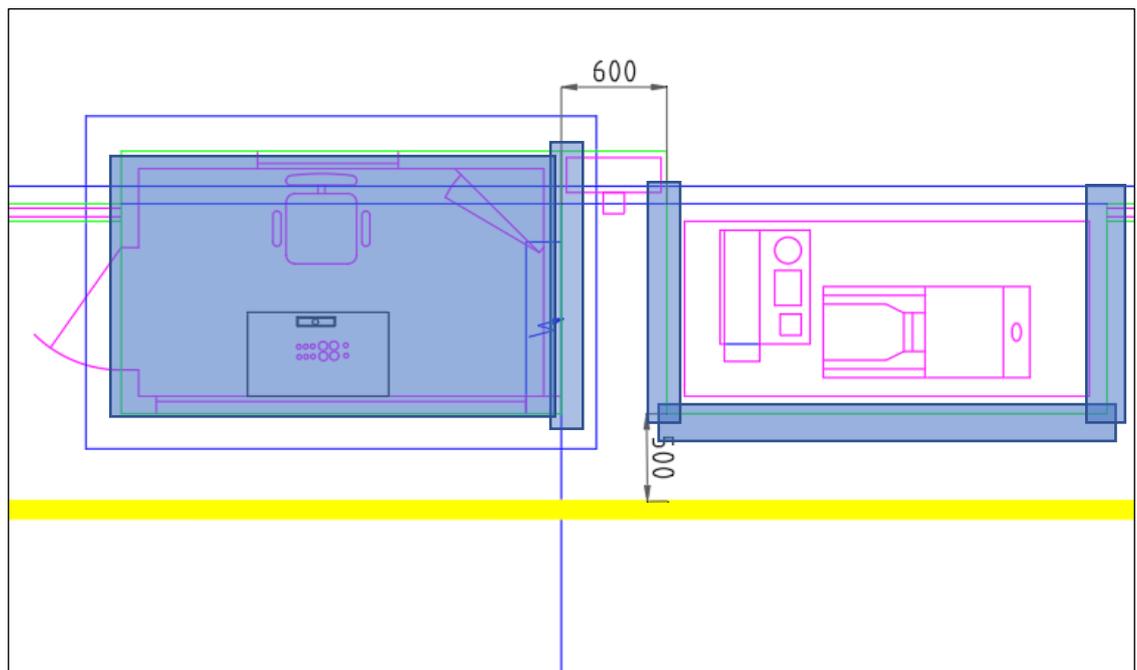


Abbildung 33: Trennflächen des Maschinenraums und des Steuerhauses. Einhausung des Motors komplett. Steuerhaus zum Fahrbahndeck, zum Motor und Boden

Verdunkelung der Räume

Dem Rudergänger ist eine blendfreie Sicht zu gewährleisten, deshalb empfehlen wir, am Steuerhaus Sonnenschutzrollos anzubringen, um eine blendfreie Sicht zu realisieren. In den folgenden Abbildungen sind Sonnenschutzrollos von dem Hersteller Observator beispielhaft dargestellt.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II



Abbildung 34: Sonnenschutzrolllos

Quelle: www.observator.com

Dadurch, dass am Steuerhaus der Innenraum samt Verkleidung, das Pult, das Fensterglas und die Fensterwinkel geändert werden müssen, empfiehlt sich, ein neues Steuerhaus zu bauen. In diesem Zuge kann auch eine ordnungsgemäße Verkabelung eingerichtet werden.

Elektro-, Navigations- und Kommunikationsanlage

Allgemeines

Der Zustand der elektrischen Anlagen entspricht nicht dem aktuellen Standard. Die Dokumentation der elektrischen Anlagen entspricht nicht den EU Normen und ist teilweise nicht vorhanden (wie z.B. Übersichtpläne, Verteilerpläne, Leistungsübersicht, Kabelpläne). Die ausreichende Bemessung der 2. Energieversorgung kann nicht durch eine Leistungsbilanzrechnung nachgewiesen werden. Die vorgeschriebene Trennung am Steuerstand von Schaltanlagen $\leq 50V$ von Anlagen $\geq 50V$ ist nicht vorhanden. Der Steuerstand beinhaltet alle E-Schalt- und E-Verteilersysteme in einem Schaltschrank. ($< 50 V$ bis $230 V$).

Speisung

Eine Landstromverbindung mit $16 A$ $230 V$ ist vorhanden, wobei die Verriegelung des Landanschlusssteckers fehlt.

Außerdem sind folgende Anforderungen nicht erfüllt:

Die Einspeiseeinheit, d.h. die Gesamtheit der bordseitigen Einrichtungen zur Übernahme elektrischer Energie an Bord, muss wie folgt beschaffen sein:

a) Übernahme aus Landanschlüssen:

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

aa) bei Strömen bis einschließlich 125 A sind die Anforderungen der Europäischen Normen EN 15869-1 und EN 15869-3 in der am 6. Juli 2017 gültigen Fassung einzuhalten.

Auf der Hauptschalttafel muss angezeigt werden, ob der Anschluss unter Spannung steht.

Eine Hinweistafel beim Anschluss muss angeben:

- a) die zutreffenden Maßnahmen für die Herstellung des Anschlusses;
- b) Stromart und Nennspannung, bei Wechselstrom zusätzlich die Frequenz.

Der Anschluss ist nicht abschaltbar.

Batterieanlage

Es existieren 4 Blei-Gel-Akkumulatoren im Batterieraum (2x 12 V. 225 AH & 2x 12 V. 110 AH). Die Be- und Entlüftung entspricht nicht den Vorschriften wie in Kapitel Aufbauten-> Batterieraum beschrieben. In der Abbildung 33 ist das kleine Lüftungsgitter zu sehen.



Abbildung 35: Lüftungsgitter Batterieraum

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Verkabelung

Eine Nachbesserung der Kabeldurchführung wurde realisiert. Es fehlt aber die getrennte Verlegung von Haupt- und Notversorgungskabeln, sowie die Aufteilung der Beleuchtungsstromkreise in mindestens 2 getrennte Stromkreise.



Abbildung 36: Verkabelung ins Steuerhaus

Beleuchtungsanlage

Die Laternen an Land sorgen für gute Beleuchtung beim Be- und Entladen. Der Deckstrahler muss abgedeckt werden, um Beleuchtung außerhalb des Schiffes zu vermeiden. (Siehe Abb. 22)

Navigationsanlagen

AIS

Auf der Fähre ist ein AIS Signal vorhanden, jedoch kein ECDIS. Dadurch, dass die Fähre sich nur im Querverkehr bewegt, ist lediglich das Transpondersystem AIS nötig. Die Navigationshilfe mit ECDIS-Bildschirm ist zu empfehlen.

Radaranlage

FLUSSRADAR JMA 610 mit AIS Signal ist verbaut.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Navigationsbeleuchtung

Eine dimmbare Beleuchtungsquelle ist im Steuerhaus nicht vorhanden.

Scheibenwischer

Die Scheibenwischer sind in gutem Zustand.

Alarmanlagen

Vorgeschriebene Alarmierungs- und Sicherheitssysteme sind nur teilweise vorhanden.

Eine Leck-Sensorik ist nicht in allen Zellen vorhanden. Eine Alarmanlage für den Pumpenraum ist ebenfalls nicht vorhanden.

Typhon

Es sind zwei Typhone auf dem Steuerhaus angeordnet, die um 90° gedreht werden können.

Kontroll- und Bedienungs-Instrumente

Das Motorentableau ist nicht dimmbar. Der Fahrtrichtungsanzeiger ist ebenfalls nicht vorhanden.

Antriebsanlage

Hauptmotoren

John Deere JDTGS+50

60 kW @ 2500 rpm

Ein neuer Dieselmotor wurde im August 2018 eingebaut.

Brennstoffsystem

Das Brennstoff-Schnellschlussventil wurde vor Ort getestet und es ist defekt. Außerdem fehlt die Kennzeichnung für die Fernbedienung am Deck.

Ein Schließmechanismus der Luftzufuhr im Brandfall ist nicht vorhanden.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II



Abbildung 37: Schnellschlussventil vom Dieseltank

Brennstoffleitungen

Der Brennstofftank ist mit Peilrohren versehen.

Die Füllrohre müssen lt. Art. 8.05 Nr. 6 mit einem Anschlussstutzen entsprechend der Europäischen Norm EN 12827: 1999 versehen sein.



Abbildung 38, Verlauf Brennstoffleitung und Hydraulikaggregat

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Wartungsöffnung

Die Vorpiek und Achterpiek sind derzeit nicht begehbar oder inspizierbar. Es müssen von Deck aus Inspektionsöffnungen eingebracht werden.

Luft- und Peilrohre

Die Entlüftungsrohre des Brennstofftanks haben den gleichen Durchmesser wie die Füllleitungen. Der Durchmesser der Belüftungsleitungen muss mindestens 1,25-fach größer sein als der der Füllleitung

Schalldämpfer

Nach dem Einbau des neuen Motors sind Schallmessungen durchgeführt worden und die Ergebnisse waren gut.

Hydrauliksystem

Das Hydraulikaggregat ist zum Heben und Senken der Landeklapp installiert. Bei hohen Temperaturen gibt es Steuerungsprobleme im Hydrauliksystem, deswegen ist ein Hydraulikregler notwendig. In der Bilge ist eine große Menge an Hydrauliköl, was auf eine Leckage im System deutet.

Schiffssysteme

Lenzsystem

Das Lenzen erfolgt mit einer mobilen Pumpe. Wobei es notwendig ist, feste Saugrohre zu installieren. Es sind 2 fest eingebaute Lenzanschlüsse vorhanden. Die Fähre hat 4 wasserdichte Abteilungen und jede Abteilung muss lt. Art. 8.08 Nr.1 lenzbar sein, somit sind zwei Lenzanschlüsse noch nötig.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II



Abbildung 39: Tragbare Lenzpumpe

	Lenz-/Ballastpumpen	Deckwasch-System	Feuerlösch-pumpen	Notfeuer-löschpumpe
Mobile Pumpe	X	X	X	X

Umbaumaßnahmen für die aktuelle Fähre

Die Maßnahmen sind in einer separaten Tabelle detailliert aufgelistet inkl. Kosten und Fristen zum Umsetzen der Maßnahmen.

Diese Tabelle wird dem LKN in elektronischer Form zur Verfügung gestellt. In Teilen basiert diese Tabelle bereits auf Daten, die XXXX vom LKN zur Verfügung gestellt wurden. Um die Kommunikation und das Verständnis möglichst einfach zu halten, wurde die Struktur adaptiert und ergänzt.

**Machbarkeitsstudie zur Umsetzung
technischer Vorgaben für Missunde II**

Nachfolgend ist eine Auswahl von Maßnahmen exemplarisch aufgeführt, welche die Verwendung der Tabelle darlegen sollen:

Lfd. Nr.	Rechtsgrundlagen ES-TRIN (Art.; Nr.) bzw. technische Notwendigkeit	Bezeichnung Kapitel	Bemerkungen zum Ist-Zustand Aufnahmen	Soll-Zustand	Notwendige Maßnahmen	Kosten Kalkulation	Bemerkungen (N E U = Neubau, Ersatz, Umbau)	Datum gem. ES TRIN	Kosten Übergangsfristen
3	3.04; Nr. 3 Satz 2	Isolierung Maschinenräume	Teilweise isoliert. Seite Hyd. Pumpe keine Isolierung	Komplette Isolierung bzw. neu isolieren. Siehe Artikel 19.11 Nr.2	Neue Maschinenraumeinhausung	2500 € gebaut Stahl 1000 € Isolierung 5000 € Demontage/Entsorgung 5000 € Montage 5000 € Inbetriebnahme 3000 € Konstruktion	NEU spätestens bei Erneuerung des Binnenschiffszeugnisses	18.10.2022	21.500,00 €

1.Maßnahme

Neue Maschinenraum Einhausung zur Isolierung von Maschinenraum.

Nach *Artikel 19.11* Brandschutz muss der Maschinenraum eine Trennfläche von:

A60 zu Sammelfläche (Deck)

A60 zu Steuerhaus

A60 zu Hauptschalttafel

Kosten

21.500,00 €

Zeitbegrenzung

spätestens bei Erneuerung des Binnenschiffszeugnisses nach dem 18.10.2022

2.Maßnahme

Hydraulik Kühlung und Frostschutz für Seilführung

Nach Artikel 6.01 Nr. 3: Die gesamte Steuereinrichtung muss für ständige Neigungen des Schiffes bis zu 15° und Umgebungstemperaturen von -20 °C bis +50 °C ausgelegt sein.

Kosten

26.000,00 €

Zeitbegrenzung

spätestens bei Erneuerung des Binnenschiffszeugnisses nach dem 30.12.2024.

3.Maßnahme

Leck-Wanne Installation und Beschriftung des Systems.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Nach *Artikel 8.07 Nr. 2*: Tanks sowie die dazugehörigen Leitungen und weiteres Zubehör müssen so angeordnet und eingerichtet sein, dass weder das entsprechende Öl noch Dämpfe dieses Öls unbeabsichtigt in die Schiffsräume gelangen können.
 Nach *Artikel 8.07 Nr. 4*: Tanks nach Nummer 1 und deren Armaturen dürfen nicht unmittelbar über Maschinenanlagen oder Abgasleitungen angeordnet sein.

Kosten

24.700,00 €

Zeitbegrenzung

spätestens bei Erneuerung des Binnenschiffszeugnisses nach dem 30.12.2049.

III- Daten Analyse

Das Fahrverhalten der Fähre im Zeitraum wurde vom 16.05.2019 bis 22.07.2019 betrachtet und daraus die durchschnittliche Anzahl der Überfahrten und Geschwindigkeit berechnet.

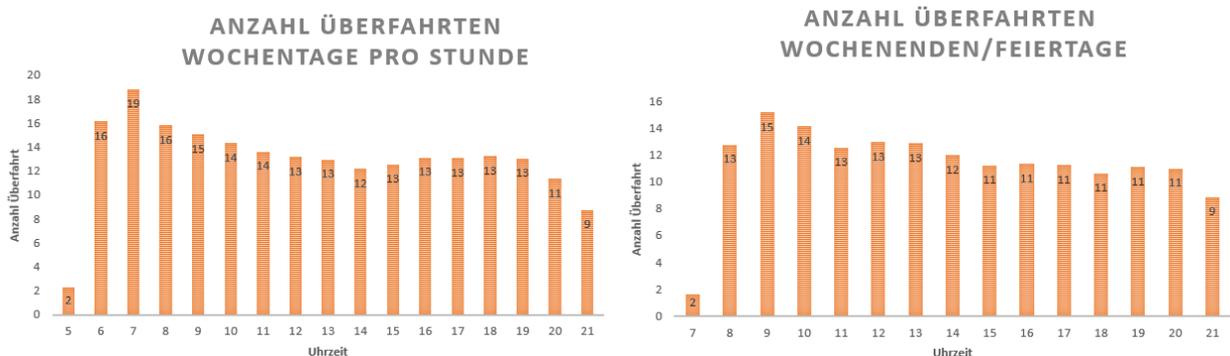


Abbildung 40: durchschnittliche Anzahl der Überfahrten

Nach Betrachtung der Anzahl der Überfahrten ist keine Phase zu erkennen, in der es möglich wäre, eine Pause in Betracht zu ziehen. Dadurch, dass die Überfahrtenanzahl nur leicht variiert, ist das Laden der Batterien tagsüber nicht machbar. Des Weiteren stellte das LKN die Anfrage, ob im Sinne einer ökonomischen Verbesserung des Betriebes entweder Pausen eingeführt werden könnten oder aber die Fahrzeiten verändert werden können. XXXX sieht bei der erkennbaren Auslastung des Fahrzeuges

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

aber keinen Anlass zur Einführung von Pausen und keine Möglichkeit, die Fahrzeiten zu ändern.

In der folgenden Abbildung ist die durchschnittliche Geschwindigkeit der Fähre dargestellt. Anhand dessen war es möglich, eine Prognose der notwendigen Leistung zu ermitteln.

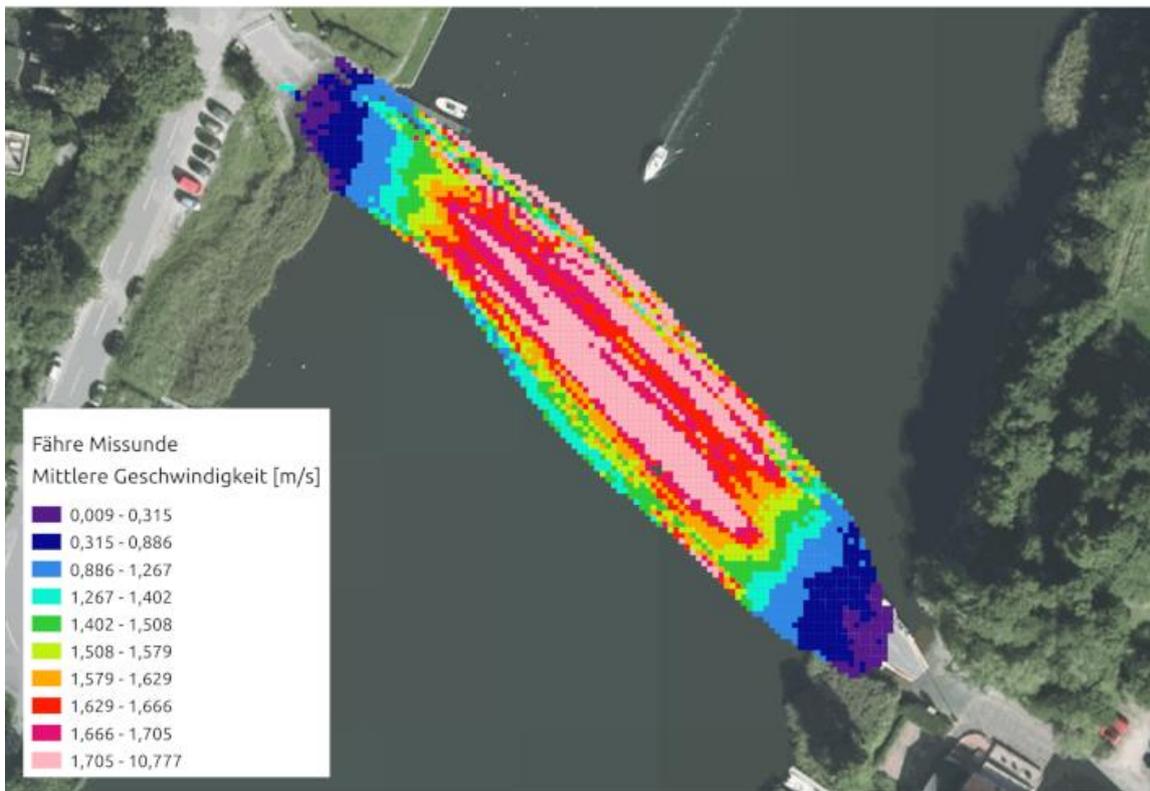


Abbildung 41: durchschnittliche Geschwindigkeit der Fähre

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

In dem betrachteten Zeitraum hatte die Fähre im Durchschnitt 220 Überfahrten/Tag. Die maximale Anzahl an Überfahrten war am 03.06.2019 mit 254 Überfahrten/Tag. Anhand dessen wäre die benötigte Leistung bei einer Fahrtdauer von 4 min. inkl. Liegezeit 1,24 kWh.

	min.	Leistung [kW]	Energiebedarf [kWh]
Benötigte Leistung während der Überfahrt	ca. 2 min	29,2	
Benötigte Leistung während der Anlege-Zeit	ca. 2 min	4	
Benötigte Leistung pro 1x Fahrt	ca. 4 min.		1,24
Benötigte Leistung im Monat			7192

Darstellung Fahrtzeit und Verbrauch

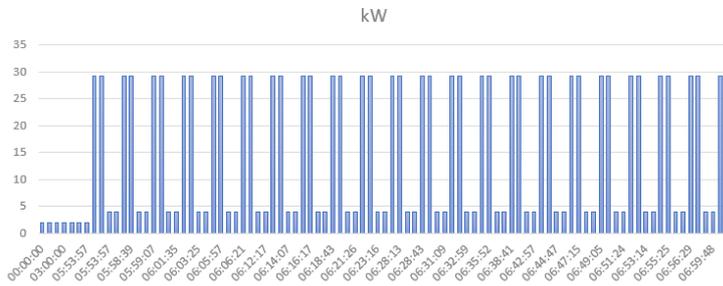


Abbildung 42: Darstellung Fahrtzeit und Verbrauch

Die genaue Auswertung des Fahrverhaltens ist in den Wochenberichten im Anhang zu finden. Dieses Kapitel ist als Zusammenfassung und Darstellung der Ergebnisse zu verstehen. Die wichtigsten Erkenntnisse aus den Messungen waren die Anzahl der Überfahrten wie auch das Geschwindigkeitsprofil.

**Machbarkeitsstudie zur Umsetzung
technischer Vorgaben für Missunde II****V- Umbau auf Voll-elektrisches Antriebsystem****Allgemein**

Heutzutage werden moderne Schiffe mit elektrischen Antriebssträngen ausgestattet und dabei viel für die Energieeffizienz und die Abgasreduzierung getan.

Im Vergleich zu reinen Dieselantrieben fahren Batterieschiffe leiser und vibrationsärmer. Die Elektromobilität kann fossile Kraftstoffe für mobile Anwendungen ersetzen und so, vor allem in Verbindung mit erneuerbaren Energien, einen Beitrag zum Klima- und Umweltschutz leisten. Die Notwendigkeit einer Umgestaltung der Verkehrssysteme wird im Hinblick auf ambitionierte Klimaschutzziele durch umfangreiche Studien, z.B. des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) oder der International Energy Agency (IEA) unterstrichen.

Das Elektrifizieren der Fähre verbessert das Image der Region und kann als touristische Attraktion vermarktet werden. Das Land Schleswig-Holstein und vor allem die Region in der die Fähre operiert ist stark touristisch geprägt. Die Fähre könnte hinsichtlich der verkehrspolitischen Ziele des Bundes als Leuchtturm-Projekt der Region angesehen werden.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Widerstandsabschätzung

Die Widerstandsabschätzung dient als Kalkulationsgrundlage zur Festlegung der benötigten Leistung.

Ohne Ladung					Maximale Ladung						
	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	KR Barge Resist. (kN)	KR Barge Power (kW)		Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	KR Barge Resist. (kN)	KR Barge Power (kW)
1	0,000	0,000	0,000	--	--	1	0,000	0,000	0,000	--	--
2	0,100	0,004	0,008	0,0	0,000	2	0,100	0,004	0,007	0,0	0,000
3	0,200	0,007	0,016	0,0	0,003	3	0,200	0,007	0,015	0,0	0,003
4	0,300	0,011	0,023	0,1	0,010	4	0,300	0,011	0,022	0,1	0,011
5	0,400	0,015	0,031	0,1	0,023	5	0,400	0,015	0,030	0,1	0,027
6	0,500	0,018	0,039	0,1	0,046	6	0,500	0,018	0,037	0,2	0,053
7	0,600	0,022	0,047	0,2	0,079	7	0,600	0,022	0,045	0,2	0,092
8	0,700	0,026	0,054	0,3	0,125	8	0,700	0,026	0,052	0,3	0,146
9	0,800	0,029	0,062	0,4	0,187	9	0,800	0,029	0,060	0,4	0,218
10	0,900	0,033	0,070	0,5	0,266	10	0,900	0,033	0,067	0,5	0,310
11	1,000	0,037	0,078	0,6	0,365	11	1,000	0,037	0,075	0,7	0,425
12	1,100	0,040	0,086	0,7	0,486	12	1,100	0,040	0,082	0,8	0,566
13	1,200	0,044	0,093	0,8	0,632	13	1,200	0,044	0,090	1,0	0,735
14	1,300	0,048	0,101	1,0	0,803	14	1,300	0,048	0,097	1,1	0,934
15	1,400	0,051	0,109	1,1	1,003	15	1,400	0,051	0,105	1,3	1,166
16	1,500	0,055	0,117	1,3	1,234	16	1,500	0,055	0,112	1,5	1,435
17	1,600	0,059	0,124	1,5	1,497	17	1,600	0,059	0,119	1,7	1,741
18	1,700	0,062	0,132	1,6	1,796	18	1,700	0,062	0,127	1,9	2,088
19	1,800	0,066	0,140	1,8	2,132	19	1,800	0,066	0,134	2,1	2,479
20	1,900	0,070	0,148	2,1	2,507	20	1,900	0,070	0,142	2,4	2,916
21	2,000	0,073	0,156	2,3	2,924	21	2,000	0,073	0,149	2,6	3,401
22	2,100	0,077	0,163	2,5	3,385	22	2,100	0,077	0,157	2,9	3,937
23	2,200	0,081	0,171	2,8	3,892	23	2,200	0,081	0,164	3,2	4,526
24	2,300	0,084	0,179	3,0	4,447	24	2,300	0,084	0,172	3,5	5,172
25	2,400	0,088	0,187	3,3	5,053	25	2,400	0,088	0,179	3,8	5,876
26	2,500	0,092	0,194	3,6	5,711	26	2,500	0,092	0,187	4,1	6,642
27	2,600	0,096	0,202	3,8	6,424	27	2,600	0,096	0,194	4,5	7,471
28	2,700	0,099	0,210	4,1	7,194	28	2,700	0,099	0,202	4,8	8,367
29	2,800	0,103	0,218	4,5	8,023	29	2,800	0,103	0,209	5,2	9,331
30	2,900	0,107	0,226	4,8	8,914	30	2,900	0,107	0,216	5,6	10,367
31	3,000	0,110	0,233	5,1	9,868	31	3,000	0,110	0,224	5,9	11,477
32	3,100	0,114	0,241	5,5	10,888	32	3,100	0,114	0,231	6,4	12,663
33	3,200	0,118	0,249	5,8	11,976	33	3,200	0,118	0,239	6,8	13,928
34	3,300	0,121	0,257	6,2	13,135	34	3,300	0,121	0,246	7,2	15,276
35	3,400	0,125	0,265	6,6	14,365	35	3,400	0,125	0,254	7,6	16,707
36	3,500	0,129	0,272	7,0	15,670	36	3,500	0,129	0,261	8,1	18,225
37	3,600	0,132	0,280	7,4	17,052	37	3,600	0,132	0,269	8,6	19,832
38	3,700	0,136	0,288	7,8	18,513	38	3,700	0,136	0,276	9,0	21,531
39	3,800	0,140	0,296	8,2	20,055	39	3,800	0,140	0,284	9,5	23,324
40	3,900	0,143	0,303	8,6	21,680	40	3,900	0,143	0,291	10,1	25,214
41	4,000	0,147	0,311	9,1	23,391	41	4,000	0,147	0,299	10,6	27,204

Abbildung 43 Widerstandsprognose für Neubau

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

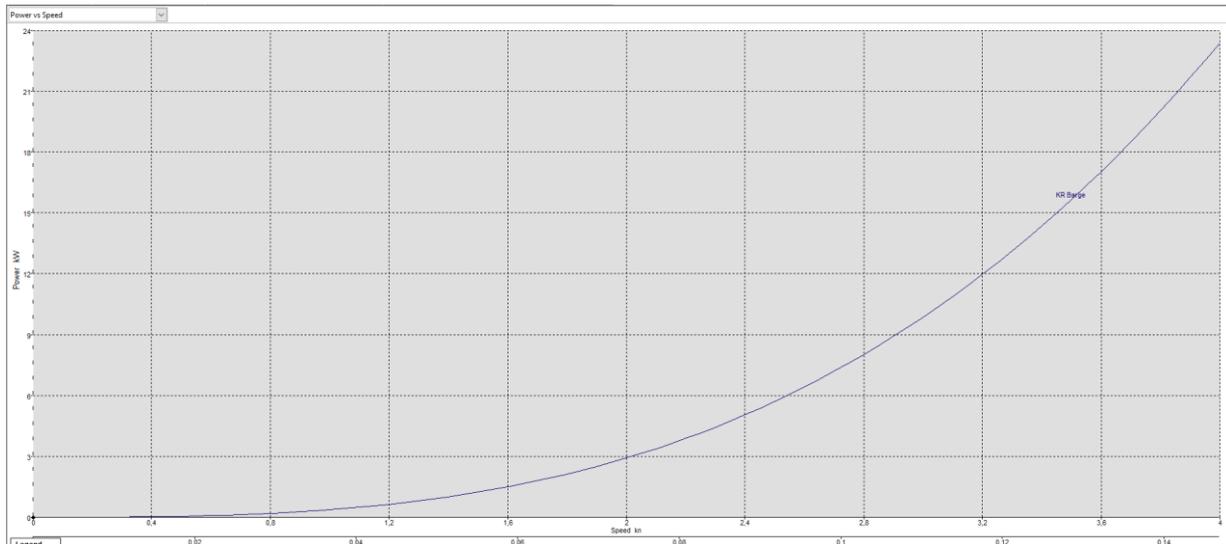


Abbildung 44: Leistung-Geschwindigkeitskurve

Antriebsystem

Diese Spezifikation beschreibt das Antriebssystem für vollelektrische Antriebe von Schiffen (hier: im Speziellen Fähren) und deren wesentliche Systemkomponenten.

Die geplanten Systemkomponenten sind speziell für raue Umgebungsbedingungen entwickelt worden und bereits in zahlreichen Schiffs- sowie Kraftfahrzeuganwendungen im Einsatz.

Die hohe Schutzart der Komponenten ermöglicht einen dezentralen Aufbau des Antriebssystems zur Optimierung der Gewichtsverteilung und der Montage der Komponenten. Die Einzelkomponenten sind untereinander leicht zu tauschen.

Systembeschreibung

Das System besteht aus folgenden Komponenten (bei Konfiguration mit einem Batteriesystem):

- 1 Stück Antriebsmotor für Seilanlage
Ca. 40kW,
- 1 Stück mobiler Umrichter für dezentralen Einbau
IP67, CAN, wassergekühlt
- 1 Stück mobiler Umrichter für dezentralen Einbau
IP67, CAN, wassergekühlt

**Machbarkeitsstudie zur Umsetzung
technischer Vorgaben für Missunde II**

2 Stück	Batteriesysteme
2 Stück	mobile Umrichter (DC/DC-Wandler) für dezentralen Einbau IP67, wassergekühlt
1 Stück	Leistungsverteilung DC-Link
1 Stück	Steuerschrank inkl. redundanter PLC (Backbord / Steuerbord), Power Management System für Antriebssystem und Hilfssystem, Diagnose- System Baudis IOT für remote Service und prädiktive Maintenance, Schnittstellen zu Fremdsystemen
2 Stück	Bordspannungsversorgung inkl. Landanschluss
1 Stück	Touch Bedienterminal zur Bedienung und Visualisierung des Systems und der Betriebsarten (1 Stück zum Einbau in den Bedienstand, 1 Stück am Steuerschrank am Maschinenraum)

Quelle: Baumüller Anlagen-Systemtechnik GmbH & Co. KG

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Batteriesysteme

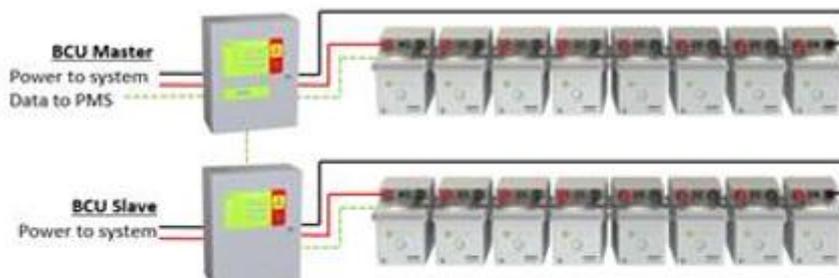
Die Batteriesysteme speisen mittels je eines DC/DC-Wandlers den Gleichstromzwischenkreis. Die Batterien decken den Leistungsbedarf des Antriebssystems ab. Das Laden der Batterien erfolgt über den Landanschluss im Liegebetrieb.

Anhand des Fähr-Fahrprofils und der Widerstandsprognose war es möglich, einen Richtwert der benötigten Leistung zu ermitteln.

Eine Kapazität von 336 kWh bei 80% DoD wird von der Firma EST-Floattech B.V. empfohlen. Aus Redundanzgedanken und für die Einhaltung der Vorschriften schlagen wir zwei separate ESS (Energy Storage System) vor. Der Antriebshersteller bevorzugt folgende Konfiguration:

8S2P Pro Zelle = 168 kWh

System 1:



System 2:

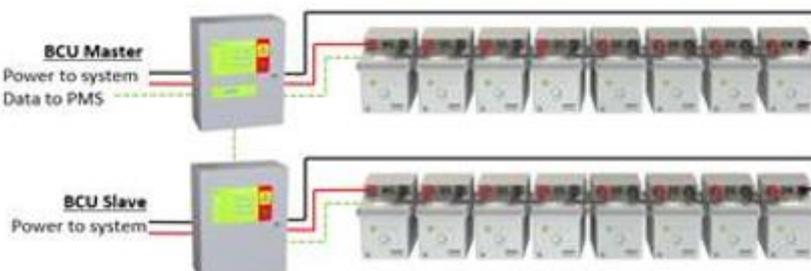


Abbildung 45: Auslegung der Batteriesysteme

Die Batterien sind vom Typ Green Orca 1050 HighEnergy DNV-GL-300 Series.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Sie bestehen aus 16 Modulen und haben eine Wärmeleistung von 0,7 kW.



Lifetime & Thermal Behaviour

Project Info	Schiffstechnik Buchloh Gmb
Project name	Gierseilfähre
Project number	NA
Date	20.08.2019
Issued by	Kilian Hoffmann

Overview

System	GO1050 Alu	max Temp	29 °C
nr Modules	32	minSOC	10%
Capacity	332 kWh	maxSOC	90%
Start Temp	21 °C	DoD	80%
Ambient Temp	21 °C	Max Dis- Charge	-0,10 C
		Max Charge	0,21 C

Lifetime

nr cycles/yr	365 Days		
nr cycles/dy	1		
Expected lifetime	10 yrs	SOH after exp life	85%
SOH change/yr	-1,5%		
min SOH	0,8	Estimated Lifetime	13,4 yrs

Abbildung 46: Lebensdauer & thermisches Verhalten der Akkus

Die Akkumulatoren werden über den Landanschluss im Liegebetrieb über Nacht geladen. In der Abb. 41 ist die Entlade- bzw. Ladezeit pro Tag zu erkennen. Sie halten nach 4.600 Ladezyklen ca. 80 % ihrer Speicherkapazität.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Load Profile

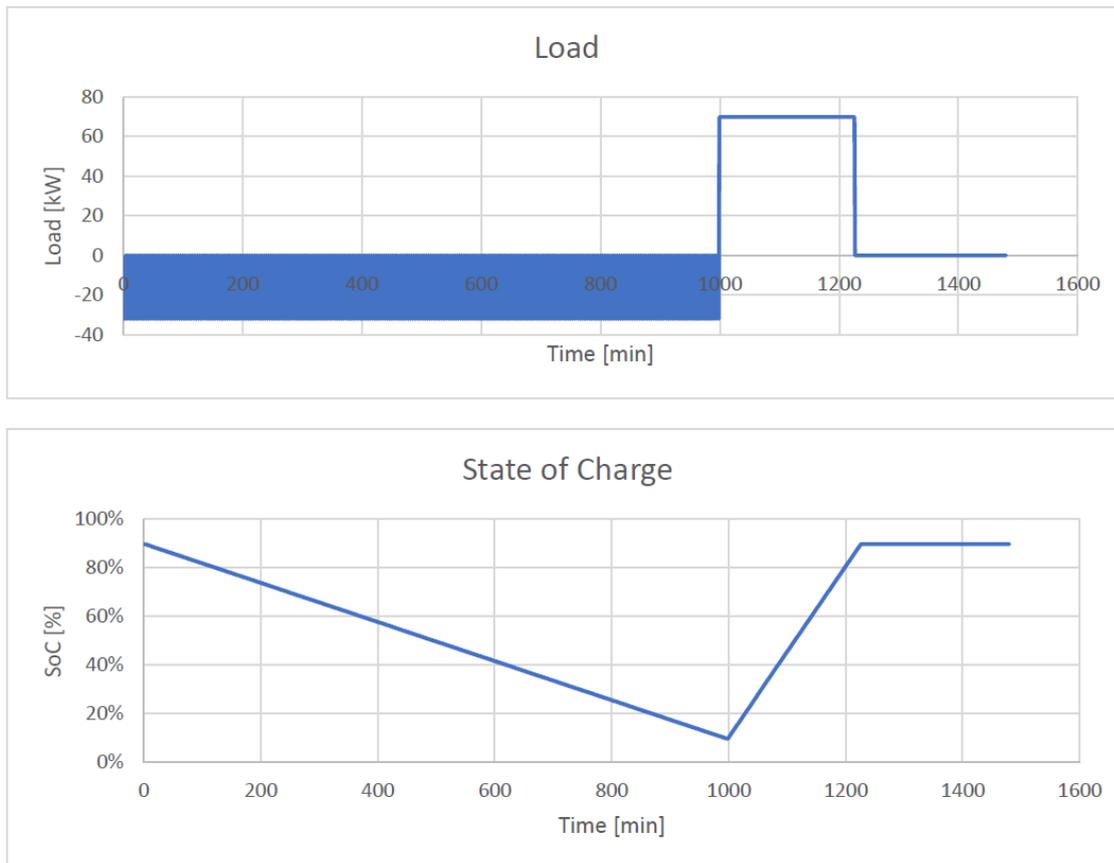


Abbildung 47: Ladeprofil der Akkus

Quelle: EST Floattech

Ein System wiegt inkl. Rack, Verkabelung, Abgasrohr und Isolation ca. 1.619 kg.

Insgesamt haben wir durch den Umbau eine Gewichtszunahme von total 3.238 kg und das führt zu einem Verlust an Ladekapazität der Fähre, welche große Auswirkungen auf den Fährbetrieb besonders in Stoßzeiten hat. Es wird auf mindestens ein Fahrzeug an Bord verzichtet werden müssen

PV-Anlagen

Die Installation einer Solaranlage würde die Stabilität der Fähre erheblich beeinträchtigen. Entweder könnten nur kleine Flächen genutzt werden, die kaum Ertrag bringen würden oder aber die notwendige Dachkonstruktion würde so hoch und schwer werden, dass die Stabilität des Fahrzeuges nicht ausreichend wäre. Außerdem verliert die Fähre dadurch noch mehr an Zuladung. Eine PV-Anlage ist deswegen nicht zu empfehlen. Es wurde eine

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

überschlägige Rechnung durchgeführt, um den Ansatz zu prüfen, die zur eindeutigen Ablehnung des Vorschlages geführt hat.

Betrachtung von Brennstoffzelle als alternative Energiequelle

Das Liefern und Speichern von Wasserstoff sind kompliziert in der Handhabung. Das Speichern von Wasserstoff geht nur kurzfristig und muss deswegen regelmäßig in kurzen Zeitintervallen geliefert werden. Die Speicher Tanks stehen unter sehr hohem Druck, wodurch der Lieferaufwand bzw. die Lieferkosten dementsprechend teuer werden. Des Weiteren gibt es im Binnenschiffbau und im Seeschiffbau (ES-TRIN und IGF-Code) keine heranziehbaren Regularien für einen Betrieb mit Wasserstoff. Aufgrund dessen haben wir das Einsetzen von wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen als alternative Energiequelle weder im Umbau noch im Neubau betrachtet.

Es wäre denkbar, eine Brennstoffzelle mit Methanol zu betreiben. Die Handhabung von Methanol ist vergleichbar mit der Handhabung von leicht entzündlichen Stoffen wie Benzin. Der Umgang mit diesen Stoffen ist regulatorisch erfasst. Der Betrieb einer Brennstoffzelle mit Methanol ist jedoch nicht CO²-neutral realisierbar, was im Kontrast zum grünen Gedanken einer Elektrifizierung des Fahrzeuges steht. Ziel ist es, die lokalen Emissionsausstöße zu vermeiden. Dies ist mit Methanol nicht machbar.

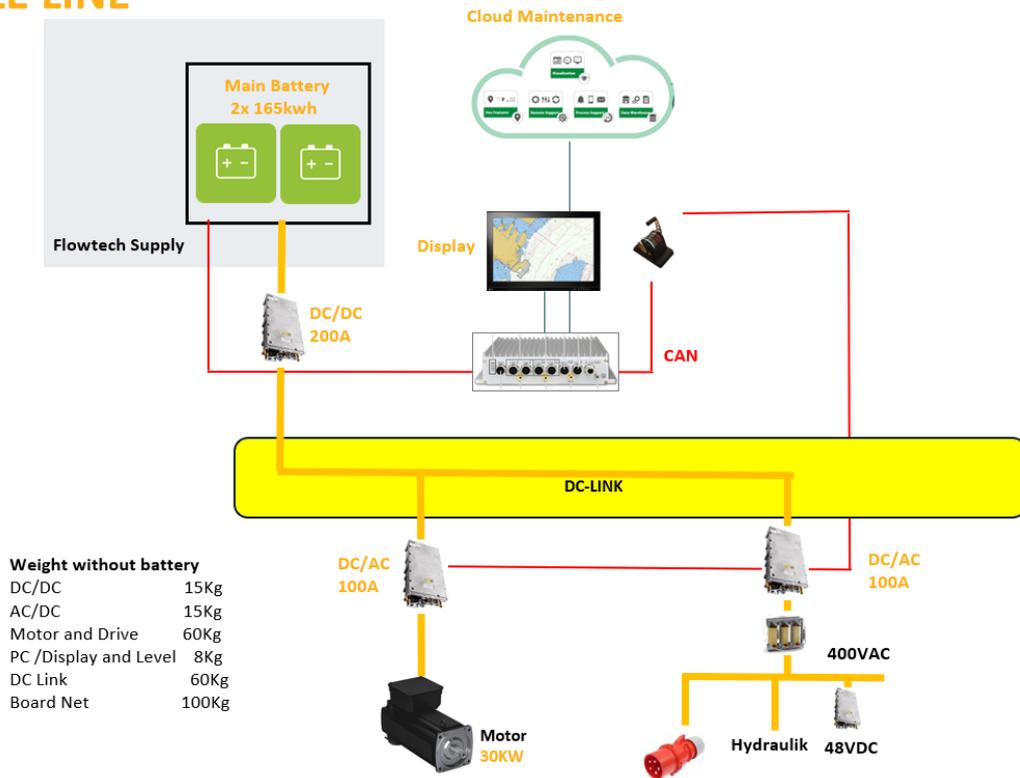
Betrachtung von Erdgasmotor als alternative Energiequelle

Es wäre denkbar, einen mit Gas betriebenen Motor zu betreiben. Die Handhabung von Erdgas (CNG, LNG) ist aufwändig aber realisierbar. Der Umgang mit diesen Stoffen ist für Seeschiffe regulatorisch erfasst. Für Binnenschiffe ist der Umgang mit Gasen als Brennstoff noch nicht regulatorisch geklärt. Der Betrieb eines Gasmotors ist jedoch nicht schadstoff-neutral realisierbar, was im Kontrast zum grünen Gedanken einer Elektrifizierung des Fahrzeuges steht. Ziel ist es, die lokalen Emissionsausstöße zu vermeiden. Dies ist mit Gas als Energieträger nicht machbar.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Systemaufbau

| SINGLE LINE



Die Energiebereitstellung auf dem Fahrzeug ist über einen sog. DC-Link bzw. eine Gleichstromschiene geplant. Die größten Energiequellen (Batterien) sind Gleichstrom-Komponenten. Um möglichst wenige Verluste zu erfahren, wurde ein Gleichstromnetz geplant. Die Batterien speisen den Motor über einen DC/AC Wandler, des Weiteren speist die Solaranlage in die DC-Schiene.

Ausfallzeit für die Instandsetzung

Durch den Umbau der Fähre muss eine Ausfallzeit von über 4 Monaten in Kauf genommen werden. Der Aufenthalt auf Helling wird ca. 4 Monate dauern. Außerdem ist die Zeit, wie auch die Kosten für die Hin- und Rückfahrt zu berücksichtigen.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Kostenschätzung

Zur Umsetzung technischer Vorgaben **ohne** Antriebswechsel

Kostenstelle	Betrag
Umbau sämtlicher technischer Maßnahmen wie in Tabelle beschrieben	955.000,00 €
Charter Ersatzfähre (Schätzung)	80.000,00 €
Umsatzverluste für 4 Monate Umbauzeit	150.000,00 €
Summe	1.185.000,00 €

Zur Umsetzung technischer Vorgaben **mit** Antriebswechsel (voll-elektrisch)

Kostenstelle	Betrag
Umbau sämtlicher technischer Maßnahmen wie in Tabelle beschrieben	955.000,00 €
Charter Ersatzfähre (Schätzung)	100.000,00 €
Umsatzverluste für 5 Monate Umbauzeit	190.000,00 €
Batterien, Antrieb, Landanschluss mind.	550.000,00 €
Summe	1.795.000,00 €

Fazit

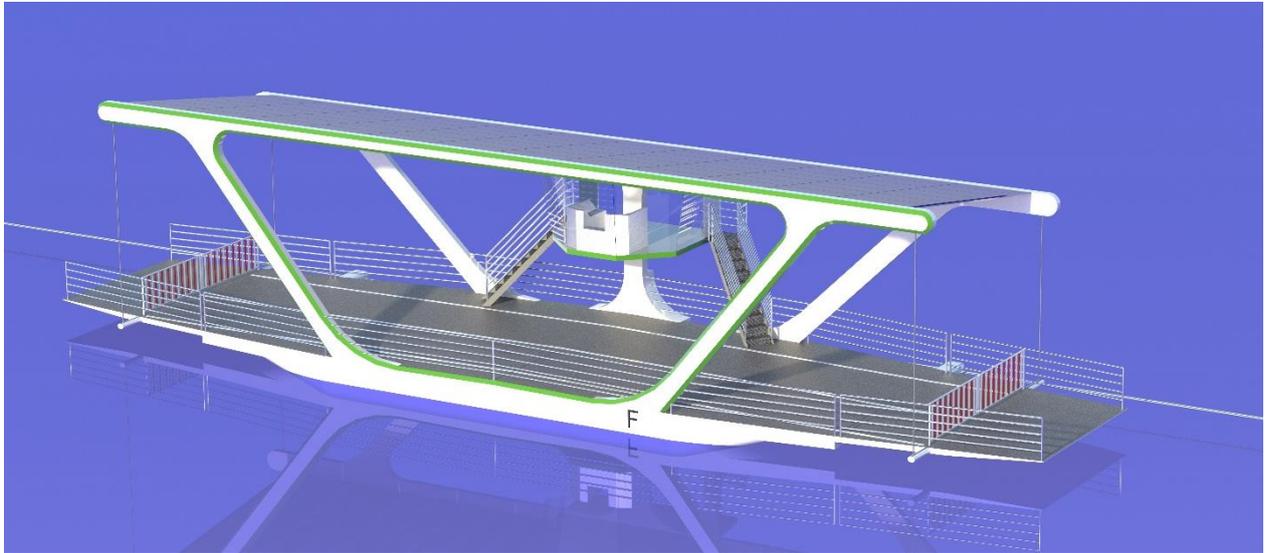
Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich sehr kritische Bedingungen für einen Umbau herauskristallisieren. An erster Stelle stehen die Umbauzeit und der Ausfall der Fährverbindung. Dies wird zu einer enormen Belastung des umliegenden Verkehrsnetzes auf den Ausweichrouten führen. Sollte ein Ersatzfahrzeug gefunden werden, sorgt dies für nochmals zusätzliche Kosten. Ebenfalls ist es fraglich, wie der Verdienstaufschlag des Pächters zu bewerten ist und auch ggf. vertraglich geregelt ist. Der Umbau des Fahrzeuges führt bei einer Elektrifizierung des Fahrzeuges zu Einbußen in der Transportkapazität des Fahrzeuges. Dies wird zu einer erhöhten Belastung des Fahrzeuges und erhöhten Wartezeiten für die Fahrgäste führen.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Grundsätzlich ist es nicht empfehlenswert das Fahrzeug umzubauen. Dies liegt einerseits an der sehr schlechten Grundsubstanz des Fahrzeuges und den damit verbundenen Maßnahmen, die durchgeführt werden müssen, um die Vorschriften zu erfüllen. Ein Umbau des Fahrzeuges auf einen elektrischen Antrieb wäre keine nachhaltige, bzw. zukunftsgerichtete Investition. Es ist davon auszugehen, dass das Verkehrsaufkommen steigt und auch würde durch eine hohe Investition die Transportkapazität eines Fahrzeuges herabgesetzt. Sollte man zu der Entscheidung kommen, das Fahrzeug erhalten zu wollen, dann ohne elektrischen Antrieb.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

VI- Neubau MISSUNDE III



Allgemeines

Hauptabmessungen	
Länge über Klappen	ca. 31,00 m
Länge Fährkörper	ca. 21,00 m
Breite auf Spant	ca. 7,65 m
Breite über alles	ca. 8,80 m
Seitenhöhe	ca. 1,25 m
Tiefgang	0,70 m
Tragfähigkeit	25 t

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie sollte in letzter Instanz ein neues Fährkonzept unter Berücksichtigung sämtlicher Aspekte, die im Vorhinein aufgegriffen wurden oder im Rahmen der vorherigen Schritte bekannt wurden, entwickelt werden. Die Hauptkriterien für diesen Entwurf bestanden aus der Anpassung an die zu erwartenden

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Verkehrsaufkommen, Ausarbeitung eines elektrischen Antriebssystems und die Betrachtung eines möglichen Autarkiegrades.

Die Entwicklung des Antriebssystems wurde an das Umbauvorhaben gekoppelt, da die Abmessungen und Leistungskriterien des Gesamtsystems nicht sonderlich vom jetzigen Fährkörper abweichen. Somit ist die Antriebsauslegung im Kapitel „Umbau“ auch zutreffend für den Neubau, Bis darauf, dass für den Neubau eine Solareinspeisung vorgesehen wird. Diese Ziele wurden erreicht, in dem das bestehende Konzept hinsichtlich der Flächenausnutzung für den Fahrgast optimiert wurde. Somit steht nahezu die gesamte Decksfläche für den Fahrgast zur Verfügung. Des Weiteren wurde die Fahrbahn für die Fahrzeuge bis auf die Klappen verlängert, um bei gleichen Hauptabmessungen die Transportkapazität zu erhöhen. Das Gewicht der Fahrzeuge spielt bei der derzeitigen Rumpfgestaltung eine untergeordnete Rolle. Es ist jedoch aufgrund der jetzt angestrebten Gestaltung des Fahrzeuges ein größeres Trimm- und Krängungsverhalten festzustellen. Dies liegt an der Möglichkeit, dass Fahrzeuge weiter auf das Vorschiff fahren, wie auch dem höher liegenden Gewichtsschwerpunkt durch das Solardach.

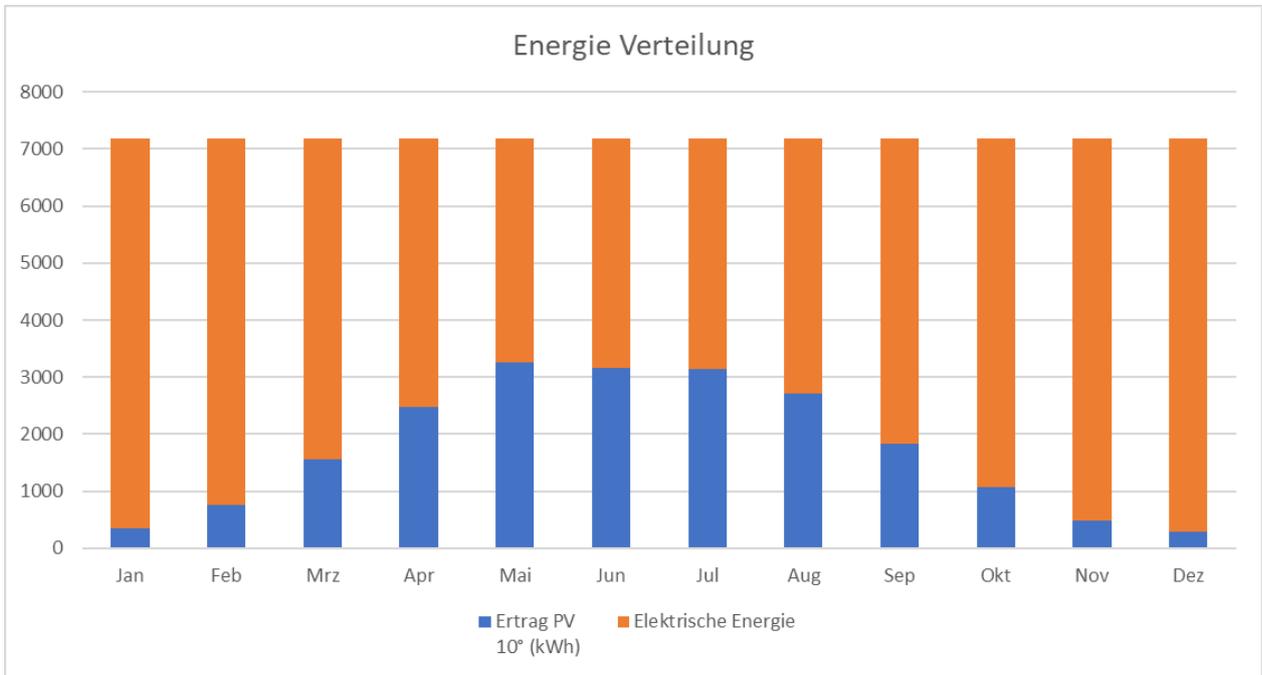
Die Fähre "Missunde III" wird einen Meilenstein im deutschen Fährverkehr darstellen. Es gibt derzeit noch kein Fahrzeug in Deutschland mit einem vergleichbar hohen Autarkiegrad. Die Teilautarkie des Fahrzeuges wird erreicht durch eine nahezu das gesamte Fahrzeug überspannende Solarfläche. Die Dachkonstruktion erhält gleichzeitig die Funktion, die Fährklappen zu tragen. In den sog. „Peak-conditions“ (Sommer Mittage) wird das Fahrzeug ohne Probleme voll autark verkehren können und im Liegebetrieb in die Batterien einspeisen. Es können bis zu 30 kW aus dem Solardach entnommen werden.

Ein eindrucksvoller Effekt, der den Fahrgästen vorgeführt werden könnte, wäre ein Display, in dem der aktuelle Autarkiegrad angezeigt wird.

Soll heißen, das Fahrzeug fährt derzeit mit 44% an Bord umgewandelter Sonnenenergie und 56% Energie aus Batterien. Es wäre auch denkbar, den Strom aus ökologischen Stromquellen zu beziehen und dieses entsprechen auf der Fähre zu präsentieren.

**Machbarkeitsstudie zur Umsetzung
 technischer Vorgaben für Missunde II**

Autarkiegrad



Die obigen Daten stellen die Monatswerte hinsichtlich der bereitzustellenden Energie für den Fährbetrieb dar. Die Energieverbräuche sind im Sommer wie im Winter nahezu identisch. Im Sommer ist mit einer erhöhten Anzahl an Überfahrten zu rechnen, im Winter kommen Energieverbraucher wie Heizung etc. hinzu.

Es ist zu erkennen, dass etwa 45% des Monatsbedarfs im Sommer aus der Solarzelle gedeckt werden können. Es ist zu beachten, dass hier auch die Randstunden des Tages inbegriffen sind, in denen die Solarmodule nahezu keinen Beitrag leisten können.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Kosten

Benennung	Betrag
Batteriesystem	350 k €
Antriebs- und Elektrotechnik	200 k €
Navigation, Nautik, Überwachung	150 k €
Ausrüstung	80 k €
Solartechnik	80 k €
Innenausbau	30 k €
Kasko	700 k €
Engineering	250 k €
Gesamt	1,7 Mio. €

Bei Betrachtung eines Diesel Elektro Antriebs sind die Kosten wie folgt:

Kosten von Diesel Aggregat ca. 45.000 €, keine Batteriekosten, keine Solarkosten und Periphere des Dieselsystems (Isolierung, Armaturen, Sensorik, Zu- und Abluft) ca.45 k €

Benennung	Betrag
Diesel Aggregat	45 k €
Isolierung, Armaturen, Sensorik, Zu- und Abluft	45 k €
Antriebs- und Elektrotechnik	200 k €
Navigation, Nautik, Überwachung	150 k €
Ausrüstung	80 k €
Innenausbau	30 k €
Kasko	700 k €
Engineering	250 k €
Gesamt	1,5 Mio. €

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Auswirkung Wirtschaftlichkeit / Ästhetik

Das vorgestellte Design hat bestehende Probleme der jetzigen Fähre lösen können. An erster Stelle steht das Kapazitätsproblem bei zu erwartendem steigendem Verkehrsaufkommen. Dies wurde mit der Erhöhung der Kapazität durch die Nutzung der Fläche auf den Klappen genutzt. Die Tragfähigkeit der Fähre wurde nicht verändert, um weiterhin einen schlanken Rumpf mit passenden Schwimmeigenschaften passend zur Ufergeometrie zu haben. Die Kapazitätserhöhung geht rein um die Flächennutzung, da die transportierten Fahrzeuge in den meisten Fällen mit Ihrem Gewicht nicht die Tragfähigkeit ausschöpfen.

Die Investitionskosten für eine voll-elektrische Fähre mit dem angestrebten Autarkiegrad werden höher sein als selbige für ein diesel-direkt betriebenes Fahrzeug.

Durch den angesprochenen Ertrag aus den Solarmodulen wird es möglich sein, durch vorteilhafte Betriebskosten ein neutrales Kostengefüge über die Lebenszeit herzustellen. Die Solarmodule werden die Lebenszeit der Batterien deutlich erhöhen und einen doppelten wirtschaftlichen Effekt erzielen.

Dies ist einerseits das Hinauszögern der Batterie-Erneuerung, andererseits der Energieertrag, der nicht von Land bezogen werden muss.

Derzeit sind große Anteile der politischen und medialen Interessen auf die Elektrifizierung des Verkehrs gerichtet. In einer Gegend wie SH, die als Flächen- und Tourismusland bekannt sind, kann es eine Herausforderung darstellen, technologische Fortschritte hervorzubringen, die durch ansässige Firmen und / oder durch Forschung und Entwicklung getragen werden. Die Elektrifizierung eines Verkehrsträgers stellt eine sehr gute Möglichkeit dar, den technologischen Fortschritt im Land SH mit großer Öffentlichkeitswirkung zu vermarkten. Gerade in den Monaten, in denen besonders viele Touristen im Land sind, wird der Autarkiegrad des Systems besonders groß und eindrucksvoll sein. Es werden in den Mittagsstunden voll autarke Überfahrten möglich sein.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Die Optik des Fahrzeuges steht für entsprechenden technologischen Fortschritt und einen modernen Verkehrsträger. Die Form des Fahrzeuges folgt der Funktion. Das asymmetrische Design ermöglicht einen über-das-Jahr gestreckten optimalen Energieertrag.

Hinsichtlich des Tourismus wird das Fahrzeug mit Fahrradständern und größeren Passagierbereichen ausgestattet, um die Überfahrt zu einem angenehmeren Erlebnis zu machen. Die Anhebung des Steuerhauses auf die höhere Ebene ermöglicht nicht nur sichere Sichtverhältnisse für den Fährführer, sondern auch deutlich mehr Platz für den Fußgänger und Fahrradfahrer.

Ergonomie

Das bisherige Steuerhaus des Fahrzeuges ist im Sinne ergonomischer Ansprüche an einen Arbeitsplatz nicht mehr zeitgemäß. Ein Aspekt ist die unvorteilhafte Körperhaltung des Fährführers beim Bedienen des Fahrzeuges. Der Fährführer steht vor einem frontseitig geschlossenen Pult, welches er zu bedienen hat. Dies ermöglicht zwar schnelle Wege auf das Fahrbahndeck, jedoch kann keine körperschonende Haltung bei der Überfahrt eingenommen werden. Des Weiteren ist es dem Fährführer nicht möglich, sämtliche Winkel des Fahrzeuges bei jeglichen Beladungszuständen zu überblicken.

Diese Problemstellung wurde mit dem neuen Entwurf gelöst. Der Fährführer sitzt auf einer übergeordneten Ebene in einem ihn/sie umfassenden Steuerpult. Die verlängerten Wege auf das Fahrbahndeck wurden durch beidseitige Treppen kompensiert, die je nach Fahrtrichtung einen möglichst kurzen Rundgang beim Kassieren ermöglichen.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Anlegemechanismus

Der Anlegemechanismus dient dazu, die Fähre ohne Schwanken Richtung Rampe zu führen und magnetisch an den Ponton zu befestigen. Nach der Befestigung kann die Klappe auf die Landrampe nach unten gefahren werden.

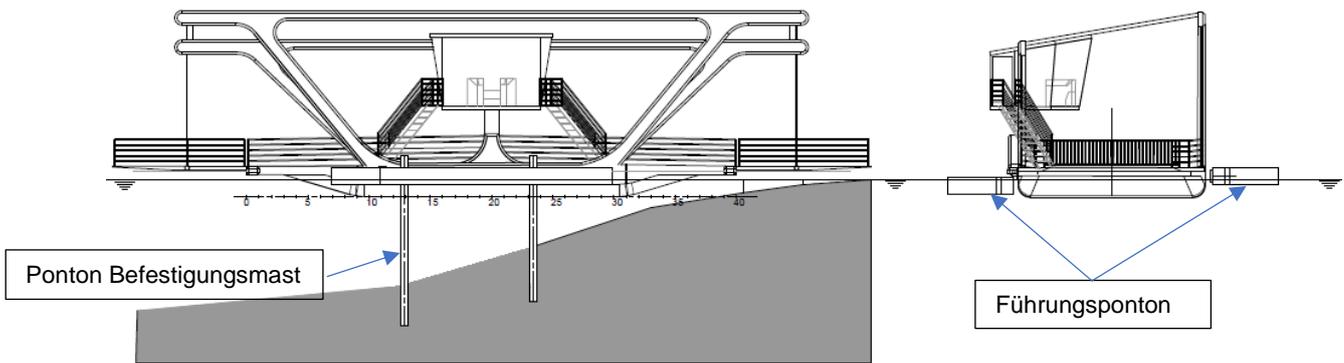


Abbildung 48: Seiten und Vorderansicht

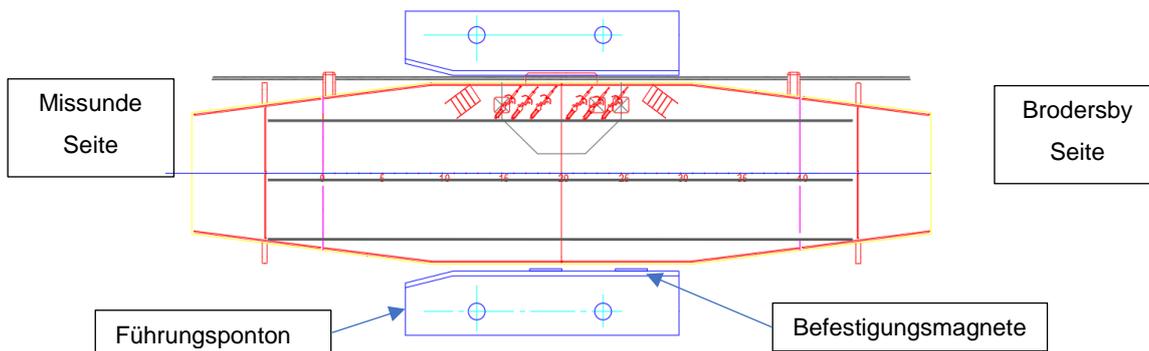


Abbildung 49: Draufsicht des Befestigungsmechanismus

Bei Änderung des Wasserspiegels passt sich die Position des Führungspontons so an, dass sowohl die Führung als auch die Befestigung gegeben ist.

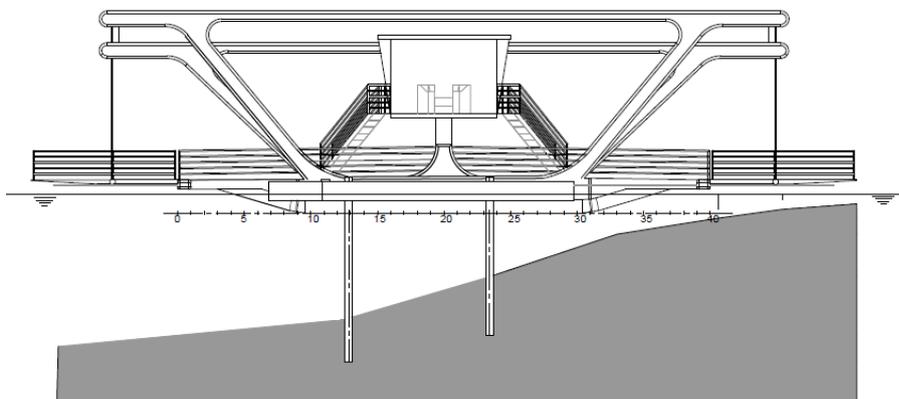


Abbildung 50: Höherer Wasserspiegel

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

PV-Anlage

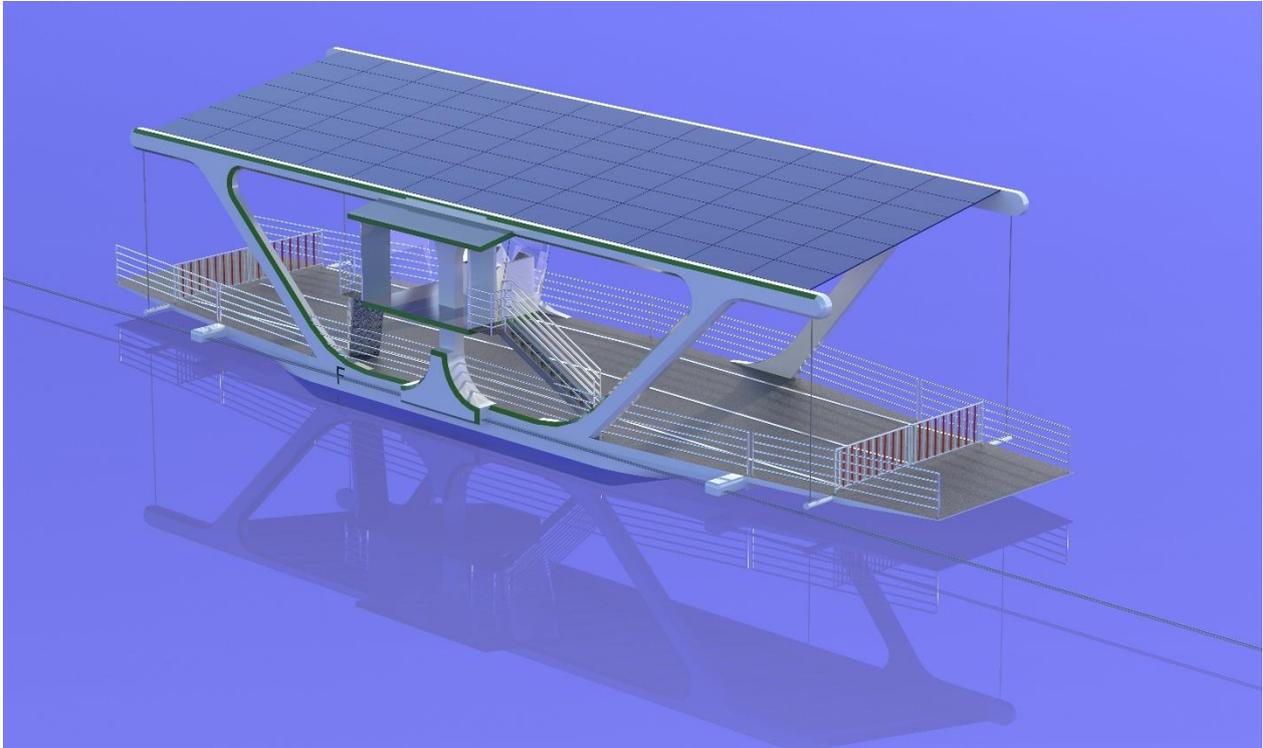


Abbildung 51, Entwurf Neubau Missunde III, geneigtes Solardach

Die verbaute PV-Anlage ist unter verschiedenen Randbedingungen auf einen optimalen Ertrag über das gesamte Jahr ausgelegt worden. Das oben dargestellte Dachdesign wurde unter der Berücksichtigung, dass Fahrzeuge mit großer Höhe nicht beim Auffahren durch Trimbewegungen eingeklemmt werden, der optimalen Flächennutzung durch größtmögliche Module und der optimalen Ausrichtung zu den lokalen Sonnenverhältnissen, entwickelt. Die Kragarme an den Rumpfen bilden die hauptsächlich tragende Struktur. Des Weiteren steht das Steuerhaus noch auf einer eigenen Stütze, die gleichzeitig eine Kabelschacht wird. Die Kragarme dienen ebenfalls als ein Aufstellungsort für die Klappenhydraulik, die über Stahlseile, Ketten oder Gurte durch die Kragarme auf die Klappen wirken.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Antriebsanlage

Das Fahrzeug wird, wie die jetzige Fähre, mit einem Zugseil und einem Führungsseil betrieben. Der Seilscheibenmechanismus wird unter einer heizbaren Haube verbaut, um frostfrei betrieben werden zu können. Ähnlich wird mit den Führungsrollen verfahren. Dies soll die Rüstzeit bei der Inbetriebnahme (eisfrei machen) vermindern. Das mechanische Antriebssystem soll in weitesten Teilen genau wie das bestehende System aufgebaut werden. Jedoch sollen die Wartungs- und Schmierpunkte nach innen verlegt werden und der Mechanismus soll hinsichtlich Reibung / Abrieb am Seil optimiert werden.

Energieversorgung

SINGLE LINE

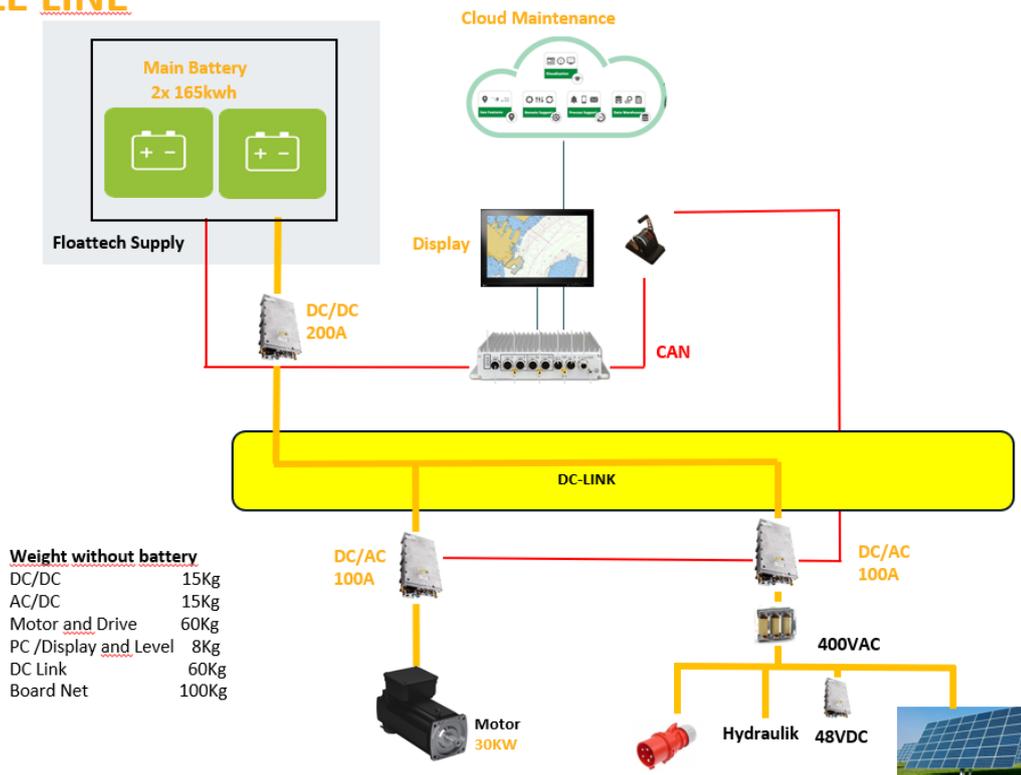


Abbildung 52: Übersichtsplan der Energieverteilung

Wie bereits im Kapitel „Umbau“ erklärend beschrieben, wird das System analog zum Umbau-System aufgebaut. Es wird deutlich, dass eine weitere Wechselstromquelle zur Verfügung steht, die Solarmodule. Die Solarmodule wirken auf die DC-Schiene und entlasten die Batterie entsprechend. Dies wird sich positiv auf die Lebensdauer der Batterien auswirken. Die maximale Leistung der PV-Module liegt bei etwa 30 kW.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Fährklappen

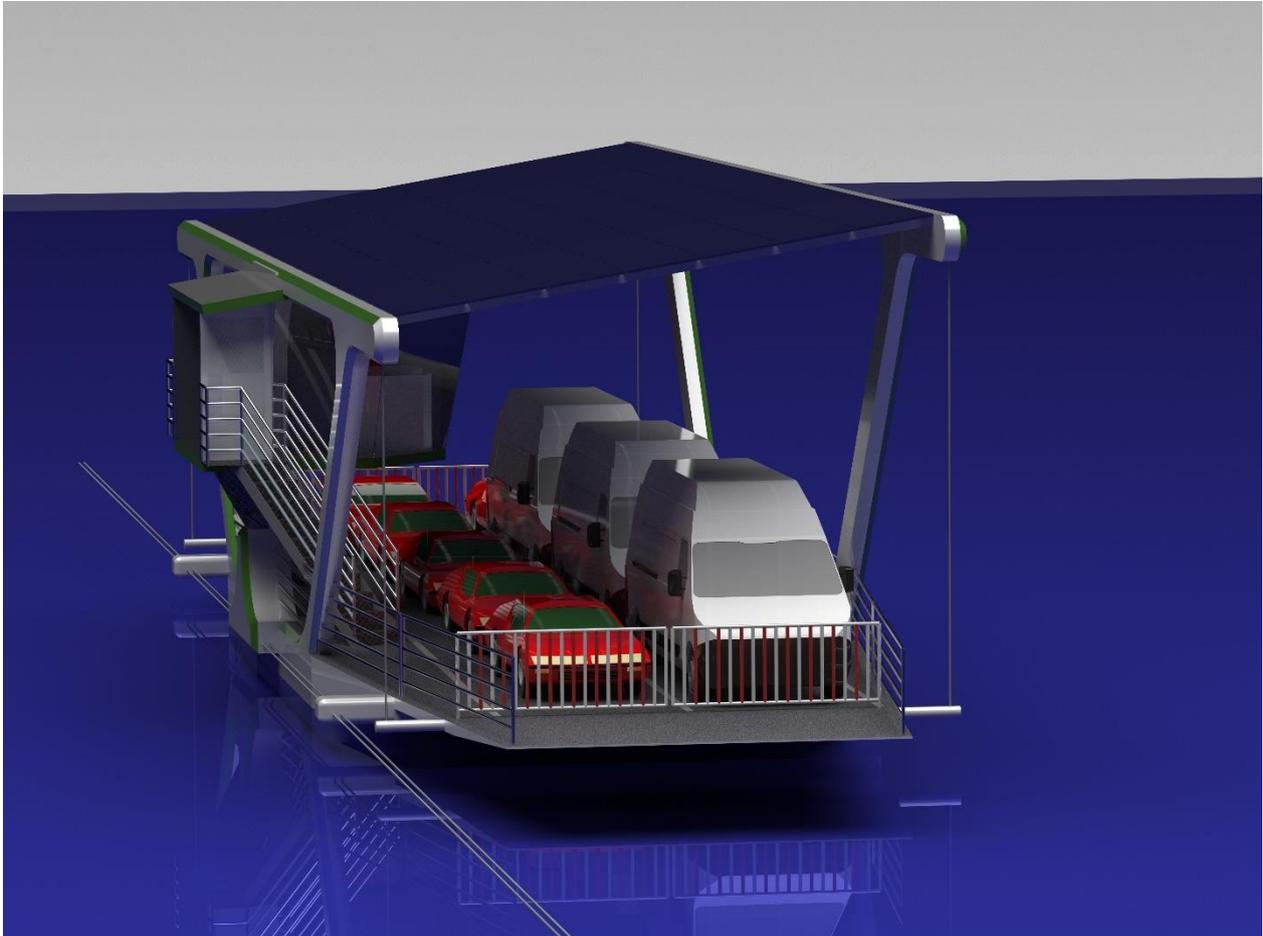


Abbildung 53: Fährklappen in breiter Ausführung

Die bestehenden Fährstellen bieten die Möglichkeit, mit etwas breiteren Klappen zu arbeiten. Die jetzigen Fährklappen bilden gerade für breitere Fahrzeuge eine Engstelle, die dazu verleiten, mit sehr geringen Geschwindigkeiten aufzufahren. Des Weiteren bietet eine eng zulaufende Klappe nicht die Möglichkeit, Fahrzeuge bis vorne auf die Klappe zu stellen. Somit wurde nun die Klappe im Rahmen der örtlichen Möglichkeiten verbreitert. Dies wird den Beladungsvorgang beschleunigen und bietet deutlich mehr Fläche an Bord der Fähre.

Coaching

XXXX bietet im Rahmen von Neubaumaßnahmen, gerade beim Umstieg von konventionellen Antriebssystemen auf elektrische Systeme, intensive Coaching Maßnahmen für die Fährführer an. Bereits bei der Begehung vor Ort wurde festgestellt,

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

dass sich beim jetzigen Fährbetrieb einige Betriebsabläufe deutlich verbessern ließen.

Hier einige Beispiele:

- Nutzung der Fährklappe: Die Fähre wird durch den Fährführer sehr weit bis auf das Ufer gefahren. Die Fährklappe liegt bis zu 3,0 m entfernt von der Wasserkante. 1,0 m sind mehr als ausreichend. Es kommt wohl regelmäßig zum Aufsetzen des Rumpfes auf der Uferböschung und zu einhergehenden Beschädigungen. Durch gezielte Übungen ist dies einfach abzustellen.
- Beschleunigungs- und Fahrverhalten: Die Fähre wird in Teilen recht stark beschleunigt und verzögert. Dies hat einen gesteigerten Verschleiß zur Folge. Selbstverständlich ist dieses Fahrverhalten bei viel Verkehrsaufkommen notwendig, um den Kunden entsprechend zufriedenzustellen. Dies muss jedoch nicht bei jeder Überfahrt sein. Ein langsamerer Aufbau der Beschleunigung schont den Antriebsmechanismus deutlich, analog auch das Verzögern.

Verschiedenes, Ausblicke

Hinsichtlich der Erhöhung des Autarkiegrades ist es denkbar, die Solarfläche landseitig zu erweitern. Das LKN hat auf der Brodersbyer Seite einen großflächigen Parkplatz. Es ist eine Untersuchung wert, welchen Beitrag die Flächennutzung dieses Bereichs in Form eines „Solar-Carports“ leisten kann. Der Ertrag dieser Anlage ließe sich in eine landseitige Batterie speisen, die über die Sommermonate den Autarkiegrad deutlich erhöhen kann. Im Winter könnte man Konditionen mit einem Stromanbieter aushandeln, um die Batterie als Netzstabilisator / Netzpuffer bereitzustellen.

Derzeit besteht die Situation, dass für die Missunde II kein Ersatzfahrzeug zur Verfügung steht, wenn das Fahrzeug ausfallen würde. Wir empfehlen dem LKN, die Missunde II nicht zu veräußern, wenn ein Neubau entstehen sollte. Es wird vermutlich mit einfachen Mitteln möglich sein, die Missunde II als Barge für den Betrieb des LKN tauglich zu machen, ohne die Funktion als Ersatzfähre einzubüßen. Soll heißen, mit kleineren Umbaumaßnahmen bezüglich der flutbaren Öffnungen ist es vermutlich

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Möglich, bei einer geringen signifikanten Wellenhöhe die Fähre zu nutzen, um Fahrzeuge überzusetzen oder aber Baumaterial als Decksladung zu transportieren.

Auf einem elektrisch betriebenen Fahrzeug dieser Größe raten wir grundsätzlich von elektrischen Heizsystemen ab. Es gilt zu untersuchen, ob die Abwärme des Antriebsmotors mit einem entsprechenden Wärmespeicher das Steuerhaus beheizen und die Leerzellen und Batteriezüge temperieren kann. Alternativ wäre ein Diesel betriebenes Heizsystem ratsam, z.B. vom Hersteller Webasto. Für den Liegebetrieb kann mit einer landseitig gespeisten Elektroheizung gearbeitet werden. Ggf. kann auch ein Wärmespeicher für den Tagesbetrieb verbaut werden. Es sollte jedoch keine Energie aus den Batterien genutzt werden, um zu heizen, da dies ein sehr kostenintensives System werden würde.

Es kann dazu kommen, dass an besonders sonnigen Tagen einerseits das touristische Passagieraufkommen sehr hoch ist und auch die Leistung, die aus den Solarmodulen abgerufen werden kann. Es ist eine Überlegung wert, den Elektromotor mit etwas mehr Leistung auszustatten als dies eigentlich erforderlich wäre. So könnte man dem Fährführer über das Bedienpult ein Feedback geben, dass unter besonders sonnigen Bedingungen und bei ausreichenden Batteriefüllständen ein sog. „Boost-Modus“ verfügbar ist. Dieser Modus muss so ausgelegt sein, dass der Betrieb über den kompletten Tag noch möglich ist und dass die Batterie durch höhere Leistungsentnahmen innerhalb ihrer vorgeschriebenen Parameter betrieben wird. Dies würde einerseits die größtmögliche Ausschöpfung der Solarenergie ermöglichen, da diese ohne weitere Umwandlungsverluste in den Antrieb geleitet werden kann und andererseits kann das erhöhte Passagiervolumen schneller abgearbeitet werden. Es müsste überlegt werden, ob man durch den „Boost-Modus“ eine höhere Beschleunigung erreichen möchte oder eine gesteigerte Endgeschwindigkeit.

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

VII- Zusammenfassung

Der im Kapitel II beschriebene Zustand der Missunde II ist als überdurchschnittlich schlecht zu betrachten, auch verursacht durch die Verwendung des Fahrzeuges außerhalb der Entwurfsparameter. Dies ist erkennbar an der überlasteten Decksstruktur. Die Wartung und Instandhaltung des Fahrzeuges sind nahezu nicht gegeben. Dies sorgt für einen rasanten Verfall des Fährkörpers und der verbauten Komponenten.

Für den Erhalt des Fährzeugnisses sind Investitionen notwendig, die sehr nah an einen Neubau mit konventionellem Antriebssystem heranragen (70-80%). XXXX rät von einem Umbau des Fahrzeuges ab. Die Verwendung als Back-Up bzw. Baustellen-Barge ist empfehlenswert.

Der Umbau der bestehenden Fähre auf ein elektrisches System ragt hinsichtlich des Investitionsvolumens sehr nah an einen Neubau heran. Bei Umbauten hat XXXX die Erfahrung gemacht, dass die Planung teilweise nicht so intensiv betrieben wird wie bei Neubauten. Dies kann zu Lösungen führen, die nicht unbedingt den Regeln der Technik entsprechen und von minderwertiger Qualität sind. Es ist möglich, dass die Betriebskosten mit einem Umbau auf ein elektrisches System gesenkt werden können. Dies ist stark von den mit dem Stromanbieter verhandelten Konditionen abhängig.

Das Fahrzeug wird derzeit zu Stoßzeiten am Rande seiner technischen Möglichkeiten betrieben. Mit Blick auf ein vermutlich steigendes Verkehrsaufkommen und die Veränderung der Abmessungen von Fahrzeugen (zunehmend) wird die Fähre langfristig gesehen ihre Aufgabe nicht mehr bestmöglich erfüllen können und es wird zu erhöhten Wartezeiten an den Fährköpfen kommen.

XXXX empfiehlt einen Neubau mit einem elektrischen Antriebssystem, welches aus Solarenergie und einer Landstromverbindung gespeist wird. Respektive den vorangestellten zu erwartenden Veränderungen des Verkehrs in der Region muss zwangsläufig eine Kapazitätserhöhung erfolgen. Das Konzept muss hinsichtlich

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Wartungsfreundlichkeit und ökologischer Wechselwirkung mit seinem Umfeld und den Betriebskosten optimiert sein.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Archiv Schiffstechnik XXXX GmbH u.Co.KG	1
Abbildung 2: Zeichnung der Fähre Missunde II	9
Abbildung 3: Definition der Räume	10
Abbildung 4:Schiffslage im Leck-Fall.....	11
Abbildung 5: Neue Raumaufteilung mit neuem Schott	12
Abbildung 6: Schiffslage im Leck-Fall.....	12
Abbildung 7 Raumaufteilung mit Schaumstoff	13
Abbildung 8: Verkrümmung an den Querträger	15
Abbildung 9: Durchbiegung der Balken und Versteifungsprofile	15
Abbildung 10: Steuerhaus Missunde II	16
Abbildung 11:Position Steuerhaus.....	16
Abbildung 12: Batterieraum Missunde II	17
Abbildung 13: Motorraum Missunde II	17
Abbildung 14: Gelöste Konservierung im Deckbereich. Es ist die schlechte Verbindung der unterschiedlichen Konservierungssysteme miteinander erkennbar.....	19
Abbildung 15: Starke Rostbildung im Bereich von Schweißnähten an Rahmenspant, Zustand der Nähte fraglich	19
Abbildung 16: Feuchtigkeit im Rumpf-Innenraum, enorme Rostblüten im Bodenbereich unterhalb der Konservierung	20
Abbildung 17: Kabeldurchführung durch die Trennwand der Rumpf-Innenräume.	20
Abbildung 18: Anker Misunde II.....	22
Abbildung 19: Ankerwinde Missunde II.....	22
Abbildung 20: Anlegen ohne Landkeile	23
Abbildung 21: Poller Missunde II	24
Abbildung 22: Kunststoffseil liegt neben dem Maschinenraum.....	24
Abbildung 23:Leuchten Mast & Signalmast	25
Abbildung 24: Beiboot Missunde II	25
Abbildung 25:Muster Kennzeichnung für Beiboote nach Art. 33.04 Nr. 2.....	26

**Machbarkeitsstudie zur Umsetzung
technischer Vorgaben für Missunde II**

Abbildung 26: Die Metalltafel des vorhandenen Beiboots	26
Abbildung 27, Gaslöschanalge, Quelle Fa. Minimax	27
Abbildung 28: Die Pforte in geschlossenen Zustand, Mehr als 50 mm Spiel.....	28
Abbildung 29: Steuerhaus	29
Abbildung 30: Innenseite Steuerhaus.....	30
Abbildung 31:Decke Steuerhaus	30
Abbildung 32: fehlende Isolierung im Maschinenraum	31
Abbildung 33: Trennflächen des Maschinenraums und des Steuerhauses. Einhausung des Motors komplett. Steuerhaus zum Fahrbahndeck, zum Motor und Boden	32
Abbildung 34: Sonnenschutzrollos	33
Abbildung 35: Lüftungsgitter Batterieraum.....	34
Abbildung 36: Verkabelung ins Steuerhaus.....	35
Abbildung 37: Schnellschlußventil vom Dieseltank.....	37
Abbildung 38, Verlauf Brennstoffleitung und Hydraulikaggregat.....	37
Abbildung 39:Tragbare Lenzpumpe	39
Abbildung 40: durchschnittliche Anzahl der Überfahrten	41
Abbildung 41:durchschnittliche Geschwindigkeit der Fähre.....	42
Abbildung 42:Darstellung Fahrtzeit und Verbrauch	43
Abbildung 43 Widerstandsprognose für Neubau	45
Abbildung 44:Leistung-Geschwindigkeitskurve	46
Abbildung 45: Auslegung der Batteriesysteme	48
Abbildung 46: Lebensdauer & thermisches Verhalten der Akkus	49
Abbildung 47: Ladeprofil der Akkus	50
Abbildung 48: Seiten und Vorderansicht.....	61
Abbildung 49: Draufsicht des Befestigungsmechanismus	61
Abbildung 50:Höherer Wasserspiegel	61
Abbildung 51, Entwurf Neubau Missunde III, geneigtes Solardach	62
Abbildung 52: Übersichtsplan der Energieverteilung	63
Abbildung 53: Fährklappen in breiter Ausführung.....	64

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

Begriffsverzeichnis

- „Maschinenraum“ ein Raum, in dem Verbrennungskraftmaschinen aufgestellt sind;
- „Beiboot“ ein Boot zum Transport-, Rettungs-, Berge- und Arbeitseinsatz;
- „Geschlossener Aufbau“ ein durchgehender, fester und wasserdichter Aufbau mit festen Wänden, die mit dem Deck dauernd und wasserdicht zusammengefügt sind;
- „Steuerhaus“ der Raum, in dem die zur Führung des Schiffes notwendigen Bedienungs- und Überwachungseinrichtungen vereinigt sind;
- „Sammelflächen“ Flächen des Schiffes, die besonders geschützt sind und auf denen sich Personen im Gefahrenfall aufhalten sollen;
- „Freibord“ oder „*F*“ der Abstand zwischen der Ebene der größten Einsenkung und der zu dieser Ebene parallelen Ebene durch den tiefsten Punkt des Gangbordes oder, in Ermangelung des Gangbordes, durch den tiefsten Punkt der oberen Kante der Bordwand;
- „Wasserverdrängung“ oder „*V*“ das eingetauchte Volumen des Schiffes in m³;
- „Schottendeck“ das Deck, bis zu dem die vorgeschriebene wasserdichte Schotte hinaufgeführt sind und von dem der Freibord gemessen wird;
- „Schott“ eine gewöhnlich senkrechte Wand zur Unterteilung des Schiffes, die durch den Schiffsboden, Bordwände, oder andere Schotte begrenzt und bis zu einer bestimmten Höhe hochgeführt wird;
- „Querschott“ ein von Bordwand zu Bordwand reichender Schott;
- „Länge“ oder „*L*“ die größte Länge des Schiffskörpers in Metern, ohne Ruder und Bugsprit;
- „Länge über alles“ oder „*LOA*“ die größte Länge des Fahrzeuges in Metern einschließlich aller festen Anbauten wie Teile von Ruder- und Antriebsanlagen, maschinelle Einrichtungen und ähnliches;
- „Länge in der Wasserlinie“ oder „*LWL*“ die in der Ebene der größten Einsenkung des Schiffes gemessene größte Länge des Schiffskörpers in Metern;
- „Breite“ oder „*B*“ die größte Breite des Schiffskörpers in Metern, gemessen an der Außenseite der Beplattung (ohne Schaufelräder, Scheuerleisten oder Ähnliches);
- „Breite über alles“ oder „*BOA*“ die größte Breite des Fahrzeuges in Metern einschließlich aller festen Anbauten wie Schaufelräder, Scheuerleisten, maschinelle Einrichtungen oder Ähnliches;

Machbarkeitsstudie zur Umsetzung technischer Vorgaben für Missunde II

- „Signallichter“: Lichterscheinungen von Signalleuchten zur Bezeichnung von Fahrzeugen;
- „Navigationsradaranlage“ eine elektronische Navigationshilfe zur Erfassung und Darstellung der Umgebung und des Verkehrs;
- „Inland ECDIS“ ein im Sinne des geltenden Inland ECDIS-Standards verwendetes System, das ausgewählte Informationen aus einer herstellerspezifischen elektronischen Binnenschiffahrtkarte und wahlweise Informationen anderer Messwertgeber des Fahrzeugs darstellt;
- „Inland ECDIS Gerät“ ein Gerät zur Darstellung elektronischer Binnenschiffahrtkarten, das in zwei Betriebsarten betrieben werden kann: Informationsmodus und Navigationsmodus;
- „Bordpersonal“ alle Beschäftigten an Bord eines Fahrgastschiffes, die nicht zur Besatzung gehören;
- „Personen mit eingeschränkter Mobilität“ Personen, die besondere Schwierigkeiten bei der Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel haben, wie z.B. ältere Menschen, Behinderte, Personen mit Behinderungen der Sinnesorgane, Rollstuhlbenutzer, schwangere Frauen und Personen in Begleitung von kleinen Kindern;
- „Binnenschiffszeugnis“ das von der zuständigen Behörde erteilte Unionszeugnis für Binnenschiffe oder Rheinschiffsattest, das die Einhaltung der technischen Anforderungen bestätigt;
- „ESS“ Energy Storage System: Energiespeichersystem
- „SOH“ State of Health: Status der Leistungsfähigkeit
- „SOC“ State of Charge: Ladezustand von Akkus
- „DOD“ Depth of Discharge: Entladegrad
- Machbarkeitsstudie Missunde II
-