

Businessplan: Amphibisches Segelschiff "Neptun One" – Adey Meselesh GmbH

(Hochseetaugliches Hybrid-Segelschiff mit Straßenzulassung)

1. Executive Summary

Produkt:

"Neptun One" ist das weltweit erste **CO₂-neutrale amphibische Segelschiff** mit Straßenzulassung. Es kombiniert Hochseetauglichkeit (SOLAS-zertifiziert) mit einem **automatisierten Straßenfahrwerk** für flexible Mobilität.

Marktpotenzial:

- Zielgruppe: Superyacht-Käufer, Forschungsinstitute, Öko-Tourismus
- Alleinstellungsmerkmal: **100% wasserstoffbetrieben**, autarke Lebenserhaltungssysteme
- USP: **Transformation Land/Wasser in <30 Minuten**

Finanzierung:

- Entwicklungskosten: **€25–35 Mio.** (Prototyp)
 - Verkaufspreis pro Einheit: **€12–18 Mio.**
 - Break-even: Ab 3 verkauften Einheiten (5-Jahres-Plan)
-

2. Geschäftsmodell

A. Kernangebot

- **Verkauf von Einzelanfertigungen** an Privatkunden (UHNWIs)
- **Leasingmodell** für Forschungsorganisationen
- **B2B-Partnerschaften** mit Öko-Resorts

B. Einnahmequellen

Segment	Preis (€)	Zielgruppe
Privatverkauf	12–18 Mio.	Superyacht-Markt
Wissenschafts-Leasing	500.000/Jahr	Meeresforschungsinstitute
Luxus-Charter	150.000/Woche	Öko-Tourismus

C. Kostenstruktur

Bereich	Kosten (€)
Entwicklung & Prototyp	25–35 Mio.
Serienfertigung (ab 3. Einheit)	8–10 Mio. pro Schiff
Zertifizierung (SOLAS/StVZO)	1,2 Mio.

3. Marktanalyse

A. Zielmarkt

- **Superyacht-Sektor:** 5.000+ Schiffe >24m (jährlich 200 Neubauten)

- **Forschung:** 120 Institute mit Bedarf an autarken Schiffen
- **Öko-Tourismus:** 35 % Wachstum p.a. (2025–2030)

B. Wettbewerbsvorteile

Feature	Neptun One	Konkurrenz
Straßenzulassung	✓	✗
H ₂ -Antrieb	✓	Nur Diesel-Hybrid
Aquaponik-System	✓	✗

4. Technische Umsetzung

A. Schlüsselkomponenten

- **Rumpf:** Doppelwandiges GFK mit Holzverstärkung (Eiche/Robinie)
- **Antrieb:** Wasserstoffmotor (300 kW) + Solarsegeln
- **Energie:** PEM-Elektrolyseur (50 kg H₂/Tag)

B. Produktionsplan

Phase	Dauer	Kosten (€)
Prototyp	5 Jahre	25–35 Mio.
Serie (3–5 Schiffe/Jahr)	Ab 2028	8–10 Mio./Einheit

5. Finanzplan

A. Investitionsbedarf

Posten	Betrag (€)
F&E	15 Mio.
Werftausbau	5 Mio.
Zertifizierung	1,2 Mio.
Marketing	2 Mio.
Total	23,2 Mio.

B. Ertragsprognose

Jahr	Umsatz (€)	Gewinn (€)
2026	0 (Prototyp)	-8 Mio.
2028	36 Mio. (3 Schiffe)	6 Mio.
2030	120 Mio. (10 Schiffe)	40 Mio.

6. Risikoanalyse

Risiko	Gegenmaßnahme
Technische Komplexität	Kooperation mit Fraunhofer-Institut
Regulatorische Hürden	Frühzeitige TÜV-Einbindung
Wasserstoffverfügbarkeit	Eigene H ₂ -Infrastruktur an Werft

7. Fazit & Ausblick

"Neptun One" revolutioniert die maritime Mobilität durch:

- ✓ **Klimaneutralität** (H_2 + Solar)
- ✓ **Unabhängigkeit** (Aquaponik + Wasseraufbereitung)
- ✓ **Multimodale Flexibilität** (Straße + Hochsee)

Next Steps:

1. Seed-Finanzierung (€5 Mio. für Machbarkeitsstudie)
2. Prototypenbau mit Werftpartner
3. SOLAS-Zertifizierung einleiten

Anhang: Detaillierte technische Spezifikationen, Marktstudien und ROI-Berechnungen auf Anfrage.

Dieser Businessplan ist Eigentum der [Adey Meselesh GmbH] und unterliegt dem Urheberrecht. © 2025

Kontakt:

[Daniel Feseha Melesse daniel.melesse@adey-meselesh.de]

[Adey-Meselesh.de]

[Detaillierte Finanzmodellierung Neptune One]

Detaillierte Finanzmodellierung: Amphibisches Segelschiff "Neptun One"

1. Annahmen

Bevor wir in die detaillierte Modellierung einsteigen, legen wir einige grundlegende Annahmen fest. Diese können sich im Laufe des Projekts ändern und sollten regelmäßig überprüft werden.

- **Entwicklungszeitraum:** 5 Jahre (entspricht dem Prototypenbau)
- **Produktionshochlauf:**
 - Jahr 1 nach Prototyp (2028): 3 Einheiten
 - Jahr 2 (2029): 7 Einheiten
 - Jahr 3 (2030): 10 Einheiten (Kapazitätsgrenze in der initialen Phase)
- **Verkaufspreis:**
 - Basisszenario: Durchschnittlich €15 Mio. pro Einheit
 - Best-Case: Durchschnittlich €18 Mio. pro Einheit
 - Worst-Case: Durchschnittlich €12 Mio. pro Einheit
- **Leasing Wissenschaft:** Durchschnittlich €500.000 pro Jahr pro Vertrag (Annahme: 2 Leasingverträge ab 2029)
- **Luxus-Charter:** Durchschnittlich €150.000 pro Woche (Annahme: 8 Wochen pro Jahr pro Schiff ab 2029 für verkaufte Schiffe, die im Charterpool verbleiben)
- **Herstellungskosten pro Einheit (Serienfertigung):**
 - Erste 3 Einheiten (Optimierung): €10 Mio.
 - Danach: €9 Mio. (Effizienzsteigerungen)
- **Betriebskosten (jährlich, nach Markteintritt):**
 - Vertrieb & Marketing: 3% des Umsatzes
 - Verwaltung & Personal (ohne Produktion): €1.5 Mio. (steigend um 2% pro Jahr)
 - Wartung & Service (für Leasing/Charter): 5% der entsprechenden Einnahmen
- **Zinssatz für Fremdkapital:** Annahme von 5% (kann je nach Finanzierungsstruktur variieren)
- **Steuersatz:** Annahme von 25% Körperschaftssteuer (länderspezifisch)

2. Investitionsplan (Detailliert)

Posten	Betrag (€ Mio.)	Jahr der Auszahlung	Anmerkungen
F&E (Personal, Material)	8.0	2023-2027	Inklusive Ingenieure, Designer, Laborkosten, Testmaterial
F&E (Externe Partner)	4.0	2023-2027	Kooperation mit Fraunhofer-Institut, andere Spezialisten
F&E (Patente, Schutzrechte)	3.0	2023-2027	Anmeldung und Aufrechterhaltung geistigen Eigentums
Total F&E	15.0		
Werftausbau (Hallen, Kräne)	3.0	2025	Anpassung der bestehenden oder Bau neuer Produktionsanlagen
Spezialwerkzeuge & Equipment	2.0	2026	Spezifische Werkzeuge für den Bau des "Neptun One"
Total Werftausbau	5.0		
Zertifizierung (SOLAS/StVZO)	1.2	2027	Kosten für Gutachten, Prüfungen, Anpassungen
Marketing & Vertrieb (initial)	1.0	2027	Vorbereitung der Markteinführung, Website, Broschüren, erste Messeteilnahmen
Marketing & Vertrieb (laufend)	Siehe Betriebskosten	Ab 2028	
Total Investitionsbedarf	22.2		<i>Hinweis: Die im ursprünglichen Plan genannten €23,2 Mio. können durch detailliertere Aufschlüsselung leicht abweichen.</i>

3. Umsatzprognose (Detailliert)

Jahr	Privatverkauf (Anzahl)	Umsatz Privat (€ Mio.)	Wissenschafts-Leasing (Anzahl)	Umsatz Leasing (€ Mio.)	Luxus-Charter (Anzahl Schiffe)	Umsatz Charter (€ Mio.)	Gesamtumsatz (€ Mio.)
2026	0	0	0	0	0	0	0
2027	0	0	0	0	0	0	0
2028	3	45.0 (3 * 15.0)	0	0	0	0	45.0
2029	7	105.0 (7 * 15.0)	2	1.0 (2 * 0.5)	3	3.6 (3 * 8 * 0.15)	109.6
2030	10	150.0 (10 * 15.0)	2	1.0 (2 * 0.5)	7	8.4 (7 * 8 * 0.15)	159.4

Szenarioanalyse (Umsatz 2030):

- **Best-Case:** 10 Schiffe * €18 Mio. + 2 * €0.5 Mio. + 10 * 8 * €0.15 Mio. = €180 Mio. + €1 Mio. + €12 Mio. = **€193 Mio.**
- **Worst-Case:** 10 Schiffe * €12 Mio. + 2 * €0.5 Mio. + 5 * 8 * €0.15 Mio. = €120 Mio. + €1 Mio. + €6 Mio. = **€127 Mio.**

4. Kostenprognose (Detailliert)

Jahr	Herstellungskosten (€ Mio.)	Vertrieb & Marketing (€ Mio.)	Verwaltung & Personal (€ Mio.)	Wartung & Service (€ Mio.)	Gesamtkosten (€ Mio.)
2026	0	0.0	1.5	0	1.5
2027	0	0.0	1.53	0	1.53
2028	30.0 (3 * 10.0)	1.35 (3% von 45.0)	1.56	0	32.91
2029	63.0 (7 * 9.0)	3.29 (3% von 109.6)	1.59	0.23 (5% von 4.6)	68.09
2030	90.0 (10 * 9.0)	4.78 (3% von 159.4)	1.62	0.42 (5% von 8.4)	96.82

5. Gewinn- und Verlustrechnung (Basisszenario)

Jahr	Umsatz (€ Mio.)	Herstellungskosten (€ Mio.)	Vertrieb & Marketing (€ Mio.)	Verwaltung & Personal (€ Mio.)	Wartung & Service (€ Mio.)	EBIT (€ Mio.)	Zinsen (€ Mio.)	EBT (€ Mio.)	Steuer (25%) (€ Mio.)	Nettoergebnis (€ Mio.)
2026	0	0	0.0	1.5	0	-1.5	0.0	-1.5	0	-1.5
2027	0	0	0.0	1.53	0	-1.53	0.0	-1.53	0	-1.53
2028	45.0	30.0	1.35	1.56	0	12.09	Annahme: 0.5	11.59	2.90	8.69
2029	109.6	63.0	3.29	1.59	0.23	41.50	Annahme: 0.5	41.00	10.25	30.75
2030	159.4	90.0	4.78	1.62	0.42	62.60	Annahme: 0.5	62.10	15.53	46.57

Hinweis: Die Zinskosten sind hier pauschal angenommen und hängen von der tatsächlichen Finanzierungsstruktur ab.

6. Cashflow-Analyse (vereinfacht)

Jahr	Nettoergebnis (€ Mio.)	Abschreibungen (€ Mio.)	Veränderung Working Capital (€ Mio.)	Investitionen (€ Mio.)	Freier Cashflow (€ Mio.)
2026	-1.5	Annahme: 0.2	Annahme: 0	-5.0 (Werft)	-6.3
2027	-1.53	Annahme: 0.5	Annahme: 0	-1.2 (Zertifizierung)	-2.23
2028	8.69	Annahme: 1.0	Annahme: -2.0	0	7.69
2029	30.75	Annahme: 1.5	Annahme: -3.0	0	29.25
2030	46.57	Annahme: 2.0	Annahme: -4.0	0	44.57

Hinweis: Diese Cashflow-Analyse ist stark vereinfacht. Eine detaillierte Analyse würde Veränderungen im Umlaufvermögen (Forderungen, Verbindlichkeiten, Lagerbestände) genauer berücksichtigen.

7. Break-Even-Analyse

- **Fixkosten (jährlich nach Produktionsstart):** Verwaltung & Personal (€1.5 Mio.), Marketing (variabel, aber ein Mindestbudget sollte eingeplant werden, z.B. €1 Mio.), Zinsen (€0.5 Mio.), Abschreibungen (geschätzt €1 Mio.) = **€4 Mio. (grobe Schätzung)**
- **Variable Kosten pro Einheit:** Herstellungskosten (€9-€10 Mio.)
- **Deckungsbeitrag pro Einheit (bei €15 Mio. Verkaufspreis):** €15 Mio. - €9.5 Mio. (durchschnittliche Herstellkosten) = **€5.5 Mio.**
- **Break-Even-Punkt (Anzahl der Einheiten):** Fixkosten / Deckungsbeitrag pro Einheit = €4 Mio. / €5.5 Mio. = **ca. 0.73 Einheiten**

Interpretation: Diese sehr vereinfachte Break-Even-Analyse deutet darauf hin, dass bereits der Verkauf der ersten Einheit nach Produktionsstart einen positiven Deckungsbeitrag generiert. Der tatsächliche Break-Even, der die initialen Entwicklungskosten berücksichtigt, liegt höher und wird durch die Amortisation der Investitionen bestimmt.

8. Sensitivitätsanalyse

Es ist entscheidend, die Auswirkungen von Veränderungen wichtiger Annahmen zu analysieren:

- **Veränderung des Verkaufspreises:** Eine Reduzierung des Verkaufspreises um 10% würde die Gewinnmargen erheblich schmälern und den Break-Even-Punkt erhöhen.
- **Veränderung der Herstellungskosten:** Höhere Herstellungskosten würden ebenfalls die Rentabilität negativ beeinflussen.
- **Verzögerungen im Produktionshochlauf:** Ein langsamerer Anstieg der Verkaufszahlen würde die Amortisationszeit verlängern.
- **Höhere Betriebskosten:** Unerwartet hohe Kosten in Vertrieb, Verwaltung oder Wartung würden den Gewinn schmälern.

9. Finanzierungsbedarf und -quellen

Basierend auf dem Investitionsplan beträgt der initiale Finanzierungsbedarf **€22.2 Mio.** Dieser Betrag muss durch Eigenkapital, Fremdkapital (Bankdarlehen), Förderprogramme oder Venture Capital finanziert werden.

- **Eigenkapital:** Ein signifikanter Anteil sollte idealerweise durch die Gründer und/oder Investoren eingebracht werden, um die Solvenz zu stärken.
- **Fremdkapital:** Bankdarlehen könnten für Teile der Investitionen in Werftausbau und Equipment aufgenommen werden.
- **Förderprogramme:** Es ist ratsam, nach staatlichen oder europäischen Förderprogrammen für innovative und nachhaltige Technologien zu suchen.
- **Venture Capital:** Für ein so disruptives Projekt könnte auch Venture Capital in Frage kommen, insbesondere in späteren Phasen.

10. Wichtige Finanzkennzahlen

- **Nettogewinnmarge:** Entwicklung des Nettoergebnisses im Verhältnis zum Umsatz (sollte ab 2028 positiv und steigend sein).
- **EBIT-Marge:** Entwicklung des EBIT im Verhältnis zum Umsatz (zeigt die operative Profitabilität).
- **Return on Investment (ROI):** Verhältnis des Nettoergebnisses zum investierten Kapital (wird über die Jahre berechnet, um die Rentabilität der Investition zu beurteilen).
- **Amortisationszeit:** Zeitraum, bis die kumulierten Gewinne die initialen Investitionen übersteigen.

- **Liquiditätskennzahlen:** Sicherstellung der Zahlungsfähigkeit in allen Phasen (wird durch detaillierte Cashflow-Planung überwacht).

Fazit der detaillierten Finanzmodellierung

Die detailliertere Finanzmodellierung zeigt das erhebliche Umsatzpotenzial des "Neptun One", erfordert jedoch auch eine signifikante initiale Investition. Die Rentabilität steigt mit zunehmender Produktionsstückzahl. Eine sorgfältige Kostenkontrolle, ein erfolgreicher Markteintritt und die Einhaltung des Produktionsplans sind entscheidend für den finanziellen Erfolg. Die Sensitivitätsanalyse unterstreicht die Bedeutung realistischer Annahmen und die Notwendigkeit, auf mögliche negative Entwicklungen vorbereitet zu sein. Eine detaillierte Cashflow-Planung und die Sicherstellung der Finanzierung sind für die Umsetzung dieses ambitionierten Projekts unerlässlich.

Hier ist eine vereinfachte Betrachtung von CAPEX (Capital Expenditures), OPEX (Operating Expenditures) und ROI (Return on Investment) für das "Neptun One"-Projekt, verglichen zwischen der Beschaffung von Komponenten von Herstellern und einer hypothetischen Eigenproduktion ohne Partnerunternehmen.

Wichtiger Hinweis: Diese Betrachtung ist stark vereinfacht und basiert auf den im Businessplan genannten Zahlen und Annahmen. Eine detaillierte finanzielle Modellierung (wie bereits im Anhang erwähnt) wäre für eine fundierte Entscheidung unerlässlich. Die Eigenproduktion ohne Partner ist in der Realität für ein Projekt dieser Komplexität sehr unwahrscheinlich und dient hier primär als Vergleichsszenario zur Verdeutlichung der potenziellen Auswirkungen.

Szenario 1: Beschaffung von Komponenten von Herstellern (mit potenziellen Partnerschaften)

- **CAPEX (Investitionsausgaben):**
 - **F&E:** €15 Mio. (bleibt tendenziell gleich, da die grundlegende Entwicklung unabhängig von der Produktionsstrategie anfällt).
 - **Werftausbau:** €5 Mio. (kann potenziell reduziert werden durch Partnerschaften mit Werften, die über die benötigte Infrastruktur verfügen).
 - **Zertifizierung:** €1,2 Mio. (bleibt tendenziell gleich).
 - **Marketing:** €2 Mio. (bleibt tendenziell gleich).
 - **Spezialwerkzeuge & Equipment:** Kann reduziert werden, da spezialisierte Fertigungsprozesse bei Partnern ausgelagert werden. *Annahme: Reduktion um €1 Mio. auf €1 Mio.*
 - **Gesamtes CAPEX (geschätzt): €22,2 Mio. (bis potenziell €21,2 Mio. mit Werftpartnern)*
- **OPEX (Betriebsausgaben) pro Einheit (Serienfertigung):**
 - **Herstellungskosten:** €9-€10 Mio. (beinhalten die Einkaufspreise der Komponenten von externen Herstellern).
 - **Vertrieb & Marketing:** 3% des Umsatzes.
 - **Verwaltung & Personal:** €1,5 Mio. (jährlich, steigend).
 - **Wartung & Service:** 5% der entsprechenden Einnahmen (Leasing/Charter).
- **ROI (Return on Investment):**
 - Hängt stark vom Verkaufspreis (€12-€18 Mio.), den Verkaufsvolumina und den oben genannten Kosten ab.
 - Der Break-even wurde im Businessplan ab 3 verkauften Einheiten (5-Jahres-Plan) angegeben.
 - Die Ertragsprognose zeigte einen positiven Nettoergebnis ab 2028.
 - Der ROI wird durch die Differenz zwischen den Verkaufseinnahmen und den gesamten Kosten (CAPEX amortisiert über die Nutzungsdauer + kumuliertes OPEX) bestimmt.

Szenario 2: Eigene Produktion ohne Partnerunternehmen

- **CAPEX (Investitionsausgaben):**
 - **F&E:** €15 Mio.
 - **Werftausbau (erheblich erweitert):** Deutlich höhere Investitionen in zusätzliche Produktionshallen, spezialisierte Fertigungsanlagen für Rumpf, Fahrwerk, Wasserstoffsyste~~m~~e, Aquaponik etc. *Annahme: Erhöhung um €15-€25 Mio. auf €20-€30 Mio.*
 - **Zertifizierung:** €1,2 Mio.
 - **Marketing:** €2 Mio.
 - **Spezialwerkzeuge & Equipment (erheblich erweitert):** Hohe Investitionen in ein breites Spektrum an spezialisierten Werkzeugen und Maschinen für die Eigenfertigung aller Komponenten. *Annahme: Erhöhung um €5-€10 Mio. auf €6-€11 Mio.*
 - **Aufbau interner Zuliefererketten:** Investitionen in Lagerhaltung, Logistik und Qualitätskontrolle für die Eigenproduktion. *Annahme: Zusätzliche €2-€5 Mio.*
 - **Gesamtes CAPEX (geschätzt): €45,2 - €58,2 Mio.**
- **OPEX (Betriebsausgaben) pro Einheit (Serienfertigung):**
 - **Herstellungskosten:** Potenziell niedriger *pro Einheit* langfristig, da keine externen Einkaufspreise anfallen. Allerdings höhere Fixkosten durch die eigene Infrastruktur (Abschreibungen, Wartung der Anlagen, höheres Personal für Produktion und Logistik). *Annahme: Reduktion pro Einheit um €1-€2 Mio. auf €7-€9 Mio., aber höhere jährliche Fixkosten um €2-€4 Mio.*
 - **Vertrieb & Marketing:** 3% des Umsatzes.
 - **Verwaltung & Personal (erheblich erhöht):** Deutlich höhere Personalkosten durch den Aufbau und Betrieb der eigenen Produktionsstätten und Zuliefererketten. *Annahme: Erhöhung um €2-€4 Mio. jährlich auf €3,5 - €5,5 Mio. (steigend).*
 - **Wartung & Service:** 5% der entsprechenden Einnahmen (Leasing/Charter) + Wartung der eigenen Produktionsanlagen.
- **ROI (Return on Investment):**
 - Der deutlich höhere initiale CAPEX würde den Break-even-Punkt erheblich nach hinten verschieben und die Amortisationszeit verlängern.
 - Obwohl die Herstellungskosten pro Einheit potenziell niedriger sein könnten, würden die stark erhöhten Fixkosten (Abschreibungen, Personal, Wartung der Anlagen) den ROI negativ beeinflussen, insbesondere in den ersten Jahren.
 - Die Komplexität der Eigenproduktion aller Komponenten würde wahrscheinlich zu Produktionsineffizienzen und potenziellen Qualitätsmängeln führen, was den Verkauf und damit den ROI weiter negativ beeinflussen könnte.
 - Die Abhängigkeit von internem Know-how in allen Bereichen würde das operative Risiko erhöhen.

Zusammenfassende Gegenüberstellung:

Kosten/Kennzahl	Beschaffung von Herstellern (mit pot. Partnern)	Eigene Produktion ohne Partner
CAPEX (geschätzt)	€21,2 - €22,2 Mio.	€45,2 - €58,2 Mio.
OPEX pro Einheit	€9-€10 Mio. + variable Kosten	€7-€9 Mio. + deutlich höhere Fixkosten
Break-even	Ab 3 Einheiten (Plan)	Deutlich höher
ROI	Potenziell früher positiv	Deutlich später, unsicherer
Risiko	Abhängigkeit von externen Lieferanten	Hohes operatives und finanzielles Risiko
Komplexität	Geringer (Fokus auf Design und Integration)	Sehr hoch (Aufbau aller Produktionsbereiche)

In Google Sheets exportieren

Fazit:

Die **Beschaffung von Komponenten von Herstellern**, idealerweise in Kombination mit strategischen Partnerschaften, ist für das "Neptun One"-Projekt aus finanzieller, operativer und Risikoperspektive **deutlich sinnvoller**.

- Der **CAPEX-Bedarf** ist erheblich geringer, da die hohen Investitionen in eigene Produktionsstätten vermieden werden.
- Obwohl die **Herstellungskosten pro Einheit** höher sein können, sind die **Fixkosten** deutlich niedriger, was sich positiv auf den Break-even und den ROI auswirkt.
- Die **Risiken** sind besser zu managen, da auf die Expertise und etablierten Prozesse der Zulieferer und Partner zurückgegriffen werden kann.
- Die **Komplexität** des Projekts bleibt auf die Kernkompetenzen des "Neptun One"-Teams (Design, Integration, Marketing, Vertrieb) fokussiert.

Die **Eigenproduktion ohne Partnerunternehmen** würde den initialen Kapitalbedarf massiv erhöhen, das operative Risiko vervielfachen und die Wahrscheinlichkeit eines positiven ROI deutlich reduzieren. Es wäre ein unrealistisches und höchst ineffizientes Vorgehen für ein Projekt dieser Größenordnung und Komplexität.

Die strategische Nutzung von Partnerschaften ist daher nicht nur für die Reduzierung von Kosten und Zeitaufwand entscheidend, sondern auch für die langfristige finanzielle Tragfähigkeit und den Erfolg des "Neptun One". Eine detaillierte Analyse potenzieller Partner unter Berücksichtigung der CAPEX- und OPEX-Auswirkungen ist der nächste logische Schritt.

Konzept für ein amphibisches Segelschiff mit Straßenzulassung und Hochseetauglichkeit

1. Grundkonstruktion & Materialien

- **Rumpf:**
- Doppelwandige GFK-Konstruktion (Glasfaserverstärkter Polyester) mit integrierten Auftriebskörpern
- Verstärkte Kielstruktur aus laminiertem Laubholz (Eiche/Robinie) für Landtransporte
- Abnehmbares Deck für Straßentransport
- **Mast & Takelage:**
- Klappbarer Carbonfiber-Mast (32m)
- Rollreff-Großsegel mit automatischer Trimmung
- Hybrid-Rigg für Motor- und Segelbetrieb

2. Amphibisches Fahrwerk

- **Straßenfahrwerk:**
- Hydraulisch ausfahrbare Räder (3-Achs-System)
- Elektrische Lenkung mit Straßenzulassung
- Luftfederung für Gewichtsausgleich (40-60t)
- **Wasserfahrwerk:**
- Einziehbares Bug- und Heckstrahlruder
- Doppelte Schottendichte für Hochseetauglichkeit
- Stabilisierungsflossen für Seegang

3. Antriebssysteme

- **Hauptantrieb:**
- Wasserstoff-Verbrennungsmotor (300kW)
- Duale Schiffspropeller mit Kortdüse
- **Energiesysteme:**
- PEM-Elektrolyseur (50kg H₂/Tag)
- Kryogene H₂-Speicher (350 bar)

- Flachdach-Solarpanels (25kWp)

4. Technische Infrastruktur

- **Klima & Belüftung:**
- Kreuzstrom-Wärmetauscher
- O₂-Sensoren mit automatischer Frischluftzufuhr
- Druckausgleichssystem für Tiefsee
- **Kommunikation:**
- Satellitenkommunikation (Iridium Certus)
- AIS/Radar mit Kollisionswarnung
- PLC-gesteuerte Systemanalytik

5. Lebenserhaltungssysteme

- **Aquaponik:**
- 3-Ebenen-Hydroponiksystem
- Tilapia-Zuchtbecken (2000L)
- Automatische Nährstoffdosierung
- **Wasseraufbereitung:**
- Umkehrosmose (400L/Tag)
- Grauwasser-Recycling
- UV-Desinfektion

6. Sicherheitssysteme

- **Brandschutz:**
- H₂-Gassensoren
- Inertgas-Löschanlage
- Feuerfeste Unterteilungen
- **Rettungssysteme:**
- Automatische Rettungsinsel
- EPIRB-Notfunkbake
- Tauchrettungskapsel

7. Innenausbau

- **Holzausbau:**
- Leichtbauweise mit lokalem Laubholz
- Modulare Möblierung
- Natursteinböden (Granit/Basalt)
- **Wohnbereiche:**
- 4 Kabinen mit Nasszellen
- Kombüse mit Induktionsherd
- Technikzentrale mit Wartungszugang

8. Spezifikationen

Parameter	Wert
Länge	24m (Straßentransport)
Breite	6m (ausgefahren 9m)
Tiefgang	1.2m (2.8m bei Fahrt)
Geschwindigkeit	12kn (Wasser), 80km/h (Land)
Reichweite	3000nm (H ₂), unbegrenzt (Segel)
Zuladung	15t

9. Besondere Merkmale

- **Transformation Land/Wasser:**
- Automatisierter Umschaltprozess (<30 Min)

- Straßenzulassung nach StVZO
- Klassifizierung als Hochseeyacht
- **Ökologische Aspekte:**
- CO₂-neutraler Betrieb
- Geschlossener Wasserkreislauf
- Biologisch abbaubare Schmierstoffe

10. Bauprozess

1. **Rumpfkonstruktion:** GFK-Laminat in Negativform
2. **Holzausbau:** CNC-gefräste Module
3. **Technikintegration:** Containerisierte Systeme
4. **Fahrwerksmontage:** Hydraulikprüfung
5. **Seetests:** Stabilitätsnachweise

Hinweis: Die Konstruktion erfüllt SOLAS-Anforderungen für Yachten über 24m und StVZO-Richtlinien für Sondertransporte. Eine Genehmigung als "Amphibienfahrzeug" erfordert Einzelabnahme durch TÜV und Klassifikationsgesellschaft.

Projektplan: Amphibisches Segelschiff

1. Projektübersicht

- **Projektname:** Entwicklung und Bau eines amphibischen Segelschiffs mit Straßenzulassung und Hochseetauglichkeit
- **Ziel:** Konstruktion, Bau und erfolgreiche Erprobung eines 24m langen amphibischen Segelschiffs, das sowohl auf dem Wasser hochseetauglich ist als auch die Anforderungen für den Straßentransport gemäß StVZO erfüllt.
- **Hybrider Ansatz:**
- **Wasserfall (Phasenorientiert):** Für die klar definierten und sequenziellen Phasen der Konstruktion (Rumpf, Fahrwerk, Antrieb etc.) wird ein klassischer Wasserfallansatz verwendet.
- **Agil (Iterativ & Inkrementell):** Für die Bereiche Innenausbau, Softwareentwicklung der Steuerungssysteme und die Optimierung der Lebenserhaltungssysteme werden iterative und inkrementelle Ansätze mit kurzen Feedbackschleifen eingesetzt.
- **Erfolgskriterien:**
- Funktionsfähigkeit aller Systeme im Wasser- und Landbetrieb.
- Erteilung der Straßenzulassung durch den TÜV.
- Erfolgreiche Klassifizierung als Hochseeyacht durch eine anerkannte Klassifikationsgesellschaft.
- Einhaltung des Budgets und des Zeitplans (mit Flexibilität in agilen Bereichen).
- Erfüllung der SOLAS- und StVZO-Anforderungen.

2. Phasen und Zeitplan (Grobe Schätzung)

Phase	Dauer (geschätzt)	Hauptaktivitäten	Verantwortlichkeit
Phase 1: Konzeption & Planung	4-6 Monate	Detaillierte Konstruktionszeichnungen, Materialauswahl (final), Lieferantenauswahl, Genehmigungsplanung (TÜV, Klassifikation), detaillierte Budgetplanung, Risikomanagementplan,	Projektleitung, Engineering

		Teamzusammenstellung, Projektmanagement-Setup.	
Phase 2: Rumpfkonstruktion	8-12 Monate	Bau der GFK-Form, Laminierung des Rumpfes, Integration der Auftriebskörper, Verstärkung der Kielstruktur, Fertigung des abnehmbaren Decks.	Schiffbauwerft
Phase 3: Fahrwerksbau	6-9 Monate	Fertigung und Montage des hydraulischen Straßenfahrwerks (3-Achs-System), Integration der elektrischen Lenkung und Luftfederung, Bau und Integration des einziehbaren Bug- und Heckstrahlruders, Schottarbeiten, Integration der Stabilisierungsflossen.	Maschinenbau, Schiffbau
Phase 4: Antriebssysteme	6-10 Monate	Beschaffung und Integration des Wasserstoff-Verbrennungsmotors, Fertigung und Montage der dualen Schiffspropeller mit Kortdüse, Installation des PEM-Elektrolyseurs und der kryogenen H ₂ -Speicher, Installation der Flachdach-Solarpanels.	Antriebstechnik, Elektrik
Phase 5: Technische Infrastruktur	4-6 Monate	Installation der Klima- und Belüftungssysteme (Kreuzstrom-Wärmetauscher, O ₂ -Sensoren, Druckausgleich), Integration der	Elektrik, Elektronik

		Satellitenkommunikation, AIS/Radar, PLC-Steuerungssysteme.	
Phase 6: Lebenserhaltung	5-8 Monate	Bau und Integration des Aquaponiksystems (Hydroponik, Tilapia-Zucht), Installation der Wasseraufbereitungsanlage (Umkehrosmose, Grauwasser-Recycling, UV-Desinfektion), Entwicklung und Implementierung der automatischen Steuerungssysteme (agiler Ansatz).	Schiffbau, Umwelttechnik
Phase 7: Sicherheitssysteme	3-5 Monate	Installation der H ₂ -Gassensoren, der Inertgas-Löschanlage, feuerfester Unterteilungen, der automatischen Rettungsinsel, der EPIRB-Notfunkbake und der Tauchrettungskapsel.	Sicherheitstechnik
Phase 8: Innenausbau	6-9 Monate	Fertigung der Leichtbau-Holzmodule (CNC-gefräst), flexible und iterative Montage der modularen Möblierung, Verlegung der Natursteinböden, Installation der Kabinen, Nasszellen und der Kombüse (agiler Ansatz).	Innenausbau, Schreiner
Phase 9: Integration & Tests	6-10 Monate	Umfassende Integration aller Systeme, Funktionstests im Trockendock, erste Schwimmtests, Tests des amphibischen	Projektteam, Testingenieure

		Fahrwerks, Kalibrierung der Steuerungssysteme, Seetests (Stabilität, Manövrierfähigkeit), Landtests (Fahrverhalten, Bremsen etc.).	
Phase 10: Genehmigungen & Übergabe	3-6 Monate	Durchführung der Einzelabnahme durch den TÜV, Begleitung des Klassifizierungsproz esses, finale Dokumentation, Übergabe an den Auftraggeber/Nutzer .	Projektleitung, Recht

In Google Sheets exportieren

Gesamtdauer (geschätzt): 51 - 87 Monate (ca. 4,25 - 7,25 Jahre) - Dies ist ein sehr ambitioniertes Projekt und die Dauer kann je nach Komplexität und unvorhergesehenen Herausforderungen variieren.

3. Projektorganisation

- **Projektleitung:** Gesamtverantwortung für Planung, Ausführung, Budget und Zeitplan.
- **Engineering-Team:** Verantwortlich für die detaillierte Konstruktion und Spezifikationen.
- **Schiffbauwerft:** Hauptverantwortlich für den Bau des Rumpfes und die Integration der Hauptkomponenten.
- **Fahrwerksspezialist:** Verantwortlich für die Konstruktion und den Bau des amphibischen Fahrwerks.
- **Antriebstechnik-Team:** Verantwortlich für die Integration der Antriebssysteme.
- **Elektrik/Elektronik-Team:** Verantwortlich für die elektrische und elektronische Infrastruktur.
- **Innenausbau-Team:** Verantwortlich für den modularen Innenausbau.
- **Test- und Abnahmeteam:** Verantwortlich für die Durchführung aller Tests und die Vorbereitung der Genehmigungen.
- **Qualitätsmanagement:** Überwachung der Qualität in allen Phasen.

4. Kalkulation (Grobe Schätzung)

Die Kosten für ein solches hoch innovatives und komplexes Projekt sind schwer exakt zu beziffern und können stark variieren. Die folgende Kalkulation dient als grobe Orientierung und basiert auf den genannten Komponenten und der Komplexität der Integration.

I Kostenstelle I Geschätzte Kosten (EUR) I Anmerkungen I I **Phase 1: Konzeption & Planung** I 500.000 - 1.000.000 I Detaillierte Planung, Engineering-Stunden, Machbarkeitsstudien, Genehmigungsplanung, Projektmanagementkosten.

Phase 1: Konzeption & Planung (4-6 Monate)

Ziel dieser Phase: Schaffung einer soliden Grundlage für das gesamte Projekt durch detaillierte Planung, Design, Ressourcenallokation und die Einleitung wichtiger Genehmigungsprozesse.

Verantwortlichkeit: Projektleitung, Engineering-Team

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Monat 1: Detaillierte Konstruktionszeichnungen & Spezifikationen (ca. 4 Wochen)

- **Aktivitäten:**
 - **Verfeinerung des Lastenhefts:** Präzisierung aller funktionalen, technischen und nicht-funktionalen Anforderungen basierend auf dem initialen Konzept. Einbeziehung von Feedback aus ersten Marktanalysen und potenziellen Nutzerszenarien.
 - **Erstellung detaillierter 3D-Modelle:** Entwicklung umfassender digitaler Modelle des Schiffes, einschließlich Rumpfstuktur, Fahrwerkssysteme, Antriebsanlagen, Innenraumlayout und aller technischen Installationen.
 - **Detaillierung der Systemarchitektur:** Festlegung der Schnittstellen und Interaktionen zwischen allen Subsystemen (Antrieb, Energie, Fahrwerk, Lebenserhaltung, Sicherheit etc.).
 - **Erstellung von Fertigungszeichnungen (vorläufig):** Erste Entwürfe der einzelnen Bauteile und Baugruppen für die spätere Fertigung.
 - **Festlegung der Designstandards:** Definition von Qualitätsstandards, Toleranzen und Designrichtlinien.
 - **Erstellung von Transformationssequenzen:** Detaillierte Darstellung des automatisierten Umschaltprozesses zwischen Land- und Wasserbetrieb (kinematische Analysen, Steuerungsparameter).
- **Deliverables:**
 - Finales Lastenheft (Version 1.0)
 - Umfassende 3D-Modelle des Schiffes und seiner Hauptsysteme
 - Detaillierte Systemarchitekturdiagramme
 - Vorläufige Fertigungszeichnungen der Hauptkomponenten
 - Designstandarddokument
 - Detaillierte Darstellung der Transformationssequenzen

Monat 2: Finale Materialauswahl & Lieferantenrecherche (ca. 4 Wochen)

- **Aktivitäten:**
 - **Finale Materialauswahl:**
 - **Rumpf:** Detaillierte Spezifikationen für das GFK-Laminat (Fasertypen, Harze, Laminierverfahren), Auswahl der integrierten Auftriebskörpermaterialien und -konstruktion.
 - **Kiel:** Präzise Auswahl der Holzarten (Eiche/Robinie), Festlegung des Laminierverfahrens und der Dimensionierung der verstärkten Kielstruktur.
 - **Deck:** Spezifikationen für das abnehmbare Deck (Material, Verbindungselemente, Dichtungen).
 - **Mast & Takelage:** Finale Auswahl des Carbonfaserlieferanten und der Spezifikationen für den klappbaren Mast, Auswahl des Rollreffsystems und der automatischen Trimmung.
 - **Fahrwerk:** Detaillierte Spezifikationen für die hydraulischen Komponenten, Räder, elektrische Lenkung, Luftfederungssysteme.
 - **Antrieb & Energie:** Auswahl des Wasserstoff-Verbrennungsmotors, PEM-Elektrolyseurs, kryogenen H₂-Speicher, Solarpanel-Typ und -Anordnung.
 - **Weitere Systeme:** Auswahl der Materialien und Komponenten für alle anderen technischen und Lebenserhaltungssysteme.
 - **Lieferantenrecherche & -evaluierung:** Identifizierung potenzieller Lieferanten für alle Hauptkomponenten und Materialien. Durchführung einer ersten Bewertung hinsichtlich Qualität, Preis, Lieferzeiten und Zuverlässigkeit.
 - **Einholung erster Angebote:** Anfrage von ersten Preisindikationen und Lieferzeiten bei potenziellen Hauptlieferanten.
- **Deliverables:**
 - Detaillierte Materialspezifikationen für alle Hauptkomponenten
 - Longlist potenzieller Lieferanten für alle Hauptkomponenten

- Erste Angebote von Schlüssel-Lieferanten
- Erste Kostenübersicht basierend auf Materialauswahl

Monat 3: Genehmigungsplanung & Behördenkontakte (ca. 4 Wochen)

- **Aktivitäten:**
 - **Detaillierte Genehmigungsplanung:**
 - **Straßenzulassung (StVZO):** Erarbeitung eines detaillierten Plans für die Erlangung der Straßenzulassung als Sondertransport/Amphibienfahrzeug. Identifizierung der relevanten Paragraphen und Nachweise.
 - **Hochseetauglichkeit (SOLAS/Klassifikation):** Auswahl einer anerkannten Klassifikationsgesellschaft (z.B. DNV, Lloyd's Register). Erarbeitung eines Plans für die Klassifizierung als Yacht über 24m unter Berücksichtigung der SOLAS-Anforderungen.
 - **Umweltrechtliche Aspekte:** Recherche relevanter Umweltauflagen und Genehmigungen (z.B. für den Betrieb mit Wasserstoff, Abwasserentsorgung).
 - **Erste Behördenkontakte:** Aufnahme erster Gespräche mit dem TÜV (oder einer benannten Prüfstelle) und der ausgewählten Klassifikationsgesellschaft, um die Anforderungen und den Prozess zu verstehen.
 - **Einholung erster Einschätzungen:** Abklärung der Machbarkeit der Straßenzulassung als Amphibienfahrzeug und der Klassifizierung als Hochseeyacht für dieses innovative Konzept.
 - **Erstellung eines Genehmigungszeitplans (vorläufig):** Erste Schätzung der Zeitrahmen für die verschiedenen Genehmigungsprozesse.
- **Deliverables:**
 - Detaillierter Genehmigungsplan (StVZO, Klassifikation, Umwelt)
 - Protokolle der ersten Behördengespräche
 - Erste Einschätzungen der Genehmigungsbehörden und Klassifikationsgesellschaft
 - Vorläufiger Genehmigungszeitplan

Monat 4: Detaillierte Budgetplanung & Risikomanagement (ca. 4 Wochen)

- **Aktivitäten:**
 - **Detaillierte Budgetplanung:**
 - **Kostenaufstellung pro Gewerk/System:** Präzise Kalkulation der Kosten für Rumpf, Fahrwerk, Antrieb, Elektrik, Innenausbau etc. unter Berücksichtigung der Materialauswahl und erster Angebote.
 - **Personalkostenplanung (Phase 1):** Detaillierte Aufstellung der Kosten für das Projektleitungsteam und das Engineering-Team während der Planungsphase.
 - **Externe Dienstleistungen:** Budgetierung von Kosten für Gutachter, Rechtsberatung, spezialisierte Ingenieurbüros etc.
 - **Reisekosten und Sonstiges:** Berücksichtigung aller weiteren Kosten, die in der Planungsphase anfallen.
 - **Erstellung eines detaillierten Kostenplans:** Strukturierte Darstellung aller Kostenpositionen mit Puffer für unvorhergesehene Ausgaben.
 - **Erstellung eines Risikomanagementplans:**
 - **Risikoidentifizierung:** Systematische Identifizierung potenzieller Risiken in allen Projektbereichen (technisch, finanziell, regulatorisch, lieferkettenbedingt etc.).
 - **Risikoanalyse:** Bewertung der identifizierten Risiken hinsichtlich Eintrittswahrscheinlichkeit und potenziellen Auswirkungen.
 - **Risikobewältigungsstrategien:** Entwicklung von Maßnahmen zur Risikovermeidung, -minderung, -übertragung oder -akzeptanz.
 - **Erstellung eines Risikoregisters:** Dokumentation aller identifizierten Risiken, ihrer Bewertung und der geplanten Gegenmaßnahmen.
- **Deliverables:**

- Detaillierter Kostenplan (Budget Version 1.0)
- Risikomanagementplan mit Risikoregister

Monat 5 (optional) / Teil von Monat 4: Teamzusammenstellung & Projektmanagement-Setup (fortlaufend)

- **Aktivitäten:**
 - **Definition der Projektorganisation:** Festlegung der Rollen und Verantwortlichkeiten im Projektteam.
 - **Zusammenstellung des Kernteams (Phase 1):** Sicherstellung der Verfügbarkeit der benötigten Expertise in Projektleitung und Engineering. Ggf. Rekrutierung von Schlüsselpersonal.
 - **Festlegung der Kommunikationsstrukturen:** Definition von Kommunikationswegen, Meetingfrequenzen und Berichtspflichten.
 - **Auswahl von Projektmanagement-Tools:** Einführung von Software zur Projektplanung, Aufgabenverwaltung, Dokumentenmanagement und Kommunikation.
 - **Entwicklung des Projektstrukturplans (PSP):** Detaillierte hierarchische Gliederung aller zu erbringenden Leistungen und Aufgaben.
 - **Erstellung des Projektzeitplans (detailliert für Phase 1, grob für Gesamtprojekt):** Detaillierte Planung der Aktivitäten, Abhängigkeiten und Meilensteine für die Phase 1.
- **Deliverables:**
 - Organigramm des Projektteams (Phase 1)
 - Kommunikationsplan
 - Auswahl und Setup der Projektmanagement-Tools
 - Projektstrukturplan (PSP)
 - Detaillierter Projektzeitplan für Phase 1 (mit Meilensteinen)
 - Grober Projektzeitplan für das Gesamtprojekt

Monat 6 (optional): Überprüfung & Freigabe Phase 1

- **Aktivitäten:**
 - **Umfassende Überprüfung aller Deliverables:** Sicherstellung der Qualität und Vollständigkeit aller Ergebnisse der Phase 1.
 - **Präsentation der Ergebnisse:** Vorstellung der detaillierten Pläne und Budgets vor wichtigen Stakeholdern.
 - **Einholung von Feedback und Genehmigungen:** Einarbeitung von Feedback und formale Freigabe der Phase 1 zur Fortsetzung des Projekts.
- **Deliverables:**
 - Finalisierte Versionen aller Deliverables der Phase 1
 - Genehmigungsprotokoll für den Übergang zur Phase 2

Wichtige Aspekte für den hybriden Ansatz in Phase 1:

- **Wasserfall-Elemente:** Die detaillierten Konstruktionszeichnungen, die Materialauswahl und die Genehmigungsplanung folgen einem eher sequenziellen und detaillierten Ansatz, der für die physische Konstruktion und regulatorische Anforderungen notwendig ist.
- **Agile Denkweise:** Bereits in dieser Phase sollten Flexibilität und Anpassungsfähigkeit in Bezug auf neue Erkenntnisse aus der Marktanalyse oder technologischen Entwicklungen berücksichtigt werden. Die iterative Verfeinerung des Lastenhefts und die frühzeitige Einbindung von Stakeholder-Feedback sind Beispiele dafür.
- **Klare Meilensteine:** Die Deliverables am Ende jedes Monats dienen als klare Meilensteine zur Überwachung des Fortschritts.

Diese detaillierte Ausarbeitung der Phase 1 legt den Grundstein für den erfolgreichen Verlauf des Projekts "Amphibisches Segelschiff". Eine sorgfältige Durchführung dieser Phase ist entscheidend,

um Risiken zu minimieren, Kosten zu kontrollieren und die Genehmigungsfähigkeit des innovativen Konzepts sicherzustellen.

Phase 2: Rumpfkonstruktion (8-12 Monate)

Ziel dieser Phase: Erfolgreicher Bau des robusten und hochseetauglichen Rumpfes des amphibischen Segelschiffs gemäß den in Phase 1 erstellten detaillierten Konstruktionszeichnungen und Materialspezifikationen.

Verantwortlichkeit: Schiffbauwerft (mit enger Abstimmung mit dem Engineering-Team der Projektleitung)

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Monat 1-2: Bau der GFK-Negativform (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten:**
 - **Werkstattvorbereitung:** Einrichtung des Arbeitsbereichs in der Werft, Bereitstellung der benötigten Werkzeuge und Ausrüstung.
 - **Modellbau (Urmodell):** Erstellung eines präzisen Urmodells des Rumpfes basierend auf den 3D-Konstruktionszeichnungen. Dies kann aus Holz, Schaumstoff oder anderen geeigneten Materialien gefertigt werden. Höchste Präzision ist hier entscheidend für die spätere Formgenauigkeit.
 - **Formenbau (Negativform):** Aufbau der mehrteiligen Negativform aus GFK (Glasfaserverstärkter Kunststoff) unter Verwendung des Urmodells. Die Form muss stabil, maßhaltig und mit einer glatten Innenoberfläche versehen sein, um eine qualitativ hochwertige Rumpfoberfläche zu gewährleisten.
 - **Qualitätskontrolle der Form:** Überprüfung der Maßhaltigkeit, Oberflächenqualität und Stabilität der GFK-Negativform. Ggf. Durchführung von Korrekturen und Nacharbeiten.
- **Deliverables:**
 - Fertiggestelltes und qualitätsgeprüftes mehrteiliges GFK-Negativformset für den Rumpf.

Monat 3-5: Laminierung des Rumpfes (ca. 12 Wochen)

- **Aktivitäten:**
 - **Vorbereitung der Form:** Reinigung und Vorbereitung der Innenflächen der Negativform für den Laminierprozess (Auftragen von Trennmitteln).
 - **Zuschneiden der GFK-Matten:** Präzises Zuschneiden der Glasfasermatten und -gewebe gemäß den Laminierplänen und Materialspezifikationen.
 - **Laminierprozess:** Schichtweises Aufbringen der GFK-Matten und des Polyesterharzes in die Negativform. Einhaltung der spezifischen Laminierreihenfolge und -techniken, um die geforderte Festigkeit und Steifigkeit zu erreichen.
 - **Integration der Auftriebskörper:** Einbau der vorgefertigten oder vor Ort geschäumten Auftriebskörper in die dafür vorgesehenen Bereiche des Rumpfes während des Laminierprozesses. Sicherstellung einer festen und wasserdichten Verbindung mit der Rumpfstruktur.
 - **Aushärtung und Entformung:** Nach Abschluss des Laminierprozesses erfolgt die Aushärtung des GFK. Anschließend wird der Rohrumpf vorsichtig aus der Negativform entformt.
- **Deliverables:**
 - Rohrumpf aus GFK mit integrierten Auftriebskörpern.

Monat 6-7: Verstärkung der Kielstruktur (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten:**
 - **Zuschnitt und Vorbereitung des Holzes:** Präziser Zuschnitt der Eichen- oder Robinienholzlamellen gemäß den Konstruktionszeichnungen für die verstärkte Kielstruktur. Vorbereitung der Holzoberflächen für die Verklebung.
 - **Verleimung und Laminierung der Kielstruktur:** Schichtweises Verleimen und Verpressen der Holzlamellen unter hohem Druck, um eine hochfeste und formstabile Kielstruktur zu erzeugen.
 - **Anpassung und Einpassung an den Rumpf:** Präzise Anpassung der laminierten Kielstruktur an die Unterseite des GFK-Rumpfes. Sicherstellung einer optimalen Passform für eine kraftschlüssige Verbindung.
 - **Verbindung mit dem Rumpf:** Anbindung der Kielstruktur an den GFK-Rumpf durch Verklebung und/oder mechanische Befestigung (z.B. hochfeste Bolzen). Verstärkung der Verbindungsbereiche durch zusätzliche GFK-Lagen.
 - **Oberflächenbehandlung:** Schutz der Holzstruktur durch geeignete Imprägnierungen und Versiegelungen gegen Umwelteinflüsse.
- **Deliverables:**
 - Verstärkte Kielstruktur fest und sicher mit dem GFK-Rumpf verbunden.

Monat 8-9 (ggf. parallel zu Kielverstärkung): Fertigung des abnehmbaren Decks (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten:**
 - **Bau der Deckform (ggf. separate Form):** Erstellung einer Positiv- oder Negativform für das abnehmbare Deck, abhängig von der Konstruktionsweise.
 - **Laminierung des Decks:** Aufbau des Decks aus GFK oder einer Sandwichkonstruktion (GFK mit Kernmaterial) gemäß den Konstruktionszeichnungen und Materialspezifikationen. Berücksichtigung der Ausschnitte für Luken, Fenster und andere Decksdurchführungen.
 - **Integration von Verstärkungselementen:** Einbau von Verstärkungen zur Aufnahme von Lasten und zur Gewährleistung der Stabilität des Decks.
 - **Fertigung der Verbindungselemente:** Herstellung der Mechanismen und Befestigungspunkte, die das Deck sicher mit dem Rumpf verbinden und gleichzeitig ein einfaches Abnehmen für den Straßentransport ermöglichen.
 - **Qualitätskontrolle des Decks:** Überprüfung der Maßhaltigkeit, Festigkeit und Funktion der Verbindungselemente.
- **Deliverables:**
 - Fertiggestelltes abnehmbares Deck mit allen integrierten Verstärkungen und Verbindungselementen.

Monat 10-12 (Puffer & Endarbeiten): Endmontage Rumpf & Deck, Qualitätskontrolle (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten:**
 - **Erste Montage von Deck und Rumpf:** Testweise Verbindung des abnehmbaren Decks mit dem Rumpf, Überprüfung der Passgenauigkeit und der Funktion der Verbindungselemente.
 - **Einbau von Schotten:** Integration der doppelten Schottendichte gemäß den Konstruktionszeichnungen zur Erhöhung der Sicherheit und Hochseetauglichkeit. Sicherstellung wasserdichter Abschlüsse.
 - **Vorbereitung für weitere Systemintegration:** Einbau von ersten Durchführungshülsen und Vorbereitungen für die Installation von Fahrwerk, Antrieb und anderen Systemen.
 - **Umfassende Qualitätskontrolle des Rumpfes:** Detaillierte Inspektion des gesamten Rumpfes auf Fehler, Beschädigungen, korrekte Laminierstärken und Maßhaltigkeit. Durchführung von Dichtheitsprüfungen.
 - **Dokumentation:** Erstellung der Baudokumentation für den Rumpf, einschließlich Materialzertifikate und Qualitätsprüfberichte.
- **Deliverables:**

- Zusammengefüßter Rumpf mit abnehmbarem Deck und integrierten Schotten.
- Qualitätsprüfberichte und Baudokumentation für den Rumpf.

Wichtige Aspekte für den hybriden Ansatz in Phase 2:

- **Wasserfall-Ansatz:** Die Rumpfkonstruktion ist ein stark sequenzieller Prozess, der präzise Planung und Ausführung erfordert und daher primär dem Wasserfallmodell folgt. Änderungen im Design sind in dieser Phase sehr kostspielig und zeitaufwendig.
- **Agile Elemente (in der Zusammenarbeit):** Eine enge und flexible Zusammenarbeit zwischen der Schiffbauwerft und dem Engineering-Team der Projektleitung ist entscheidend. Regelmäßige Abstimmungsmeetings, schnelle Klärung von Fragen und die Möglichkeit, kleinere Anpassungen im Detail vorzunehmen (sofern sie die grundlegende Konstruktion nicht beeinträchtigen) können agile Prinzipien widerspiegeln.
- **Qualitätssicherung:** Strenge Qualitätskontrollen in jeder Phase sind unerlässlich, um die hohen Anforderungen an Hochseetauglichkeit und Sicherheit zu gewährleisten.

Schnittstellen zu anderen Phasen:

- **Phase 1 (Konzeption & Planung):** Die detaillierten Konstruktionszeichnungen und Materialspezifikationen aus Phase 1 sind die Grundlage für die gesamte Rumpfkonstruktion.
- **Phase 3 (Fahrwerksbau):** Die Werft muss eng mit dem Team zusammenarbeiten, das für den Bau des amphibischen Fahrwerks verantwortlich ist, um die Schnittstellen und Befestigungspunkte im Rumpf vorzubereiten.
- **Phase 4 (Antriebssysteme):** Ähnliche Abstimmungen sind für die Integration der Antriebsanlagen (Wellendurchführungen, Motorfundamente etc.) erforderlich.

Die erfolgreiche Fertigstellung der Phase 2 ist ein kritischer Meilenstein im Gesamtprojekt. Ein qualitativ hochwertiger und robuster Rumpf bildet die Basis für alle weiteren Aufbauten und Systemintegrationen. Die Einhaltung des Zeitplans und des Budgets in dieser Phase ist von großer Bedeutung für den weiteren Projektverlauf.

Phase 3: Fahrwerksbau (6-9 Monate)

Ziel dieser Phase: Entwicklung, Fertigung und Integration des komplexen amphibischen Fahrwerksystems, einschließlich Straßenfahrwerk, Wasserfahrwerk und zugehöriger Komponenten, in den fertiggestellten Rumpf.

Verantwortlichkeit: Maschinenbau-Team (Federführung für Fahrwerkskomponenten), Schiffbauwerft (Integration in den Rumpf), enge Koordination zwischen beiden Teams.

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Monat 1-3: Fertigung des hydraulischen Straßenfahrwerks (3-Achs-System) (ca. 12 Wochen)

- **Aktivitäten (Maschinenbau-Team):**
 - **Detaillierte Konstruktion und Engineering:** Basierend auf den übergeordneten Plänen aus Phase 1, erfolgt die detaillierte Konstruktion der einzelnen Komponenten des 3-Achs-Hydraulikfahrwerks (Radträger, Achsen, hydraulische Zylinder, Schwenkmechanismen, Lagerungen etc.). Berücksichtigung der enormen Gewichtsbelastung (40-60t) und der Anforderungen für den Straßentransport.
 - **Materialauswahl und Beschaffung:** Auswahl hochfester und korrosionsbeständiger Materialien für alle Fahrwerkskomponenten. Einholung von Angeboten und Bestellung bei spezialisierten Zulieferern (Hydraulikkomponenten, Achsen, Räder etc.).

- **Fertigung der Komponenten:** Präzise Fertigung aller Fahrwerkskomponenten gemäß den technischen Zeichnungen (CNC-Bearbeitung, Schweißarbeiten, Oberflächenbehandlung etc.).
- **Montage der Fahrwerksbaugruppen:** Zusammenbau der einzelnen Komponenten zu funktionsfähigen Baugruppen (z.B. Achseinheiten mit hydraulischen Zylindern).
- **Funktionstests der Baugruppen:** Durchführung erster Tests der hydraulischen Funktionen und der mechanischen Beweglichkeit der Fahrwerksbaugruppen im Werk.
- **Deliverables:**
 - Fertiggestellte und getestete Baugruppen des hydraulischen 3-Achs-Straßenfahrwerks.
 - Detaillierte Dokumentation und Prüfprotokolle des Fahrwerks.

Monat 2-4: Integration der elektrischen Lenkung und Luftfederung (ca. 8 Wochen, überlappend mit Fahrwerksfertigung)

- **Aktivitäten (Maschinenbau-Team mit Elektrik-Experten):**
 - **Detaillierte Konstruktion und Engineering:** Entwicklung der elektrischen Lenkanlage (Aktuator, Steuerungseinheit, Sensorik) und des Luftfederungssystems (Kompressoren, Luftbälge, Ventile, Steuerungseinheit) unter Berücksichtigung der Gewichtsverteilung und der Anforderungen für eine Straßenzulassung.
 - **Materialauswahl und Beschaffung:** Auswahl geeigneter Komponenten und Bestellung bei spezialisierten Zulieferern.
 - **Fertigung und Montage:** Fertigung der spezifischen Halterungen und Anbindungspunkte für die Lenk- und Federungskomponenten. Montage der elektrischen Lenkanlage und des Luftfederungssystems an den Fahrwerksbaugruppen.
 - **Integration der Steuerungssysteme:** Entwicklung und Implementierung der Steuerungselektronik und -software für die Lenkung und die Luftfederung. Anbindung an das übergeordnete Fahrzeugsteuerungssystem.
 - **Funktionstests:** Durchführung von Funktionstests der elektrischen Lenkung (Lenkbewegungen, Ansprechverhalten) und der Luftfederung (Niveaueausgleich, Dämpfungseigenschaften).
- **Deliverables:**
 - Integrierte elektrische Lenkanlage und Luftfederungssysteme an den Fahrwerksbaugruppen.
 - Getestete und kalibrierte Steuerungssysteme für Lenkung und Federung.

Monat 3-5: Bau und Integration des einziehbaren Bug- und Heckstrahlruders (ca. 8 Wochen, Schiffbauwerft & Maschinenbau):

- **Aktivitäten (Schiffbauwerft & Maschinenbau-Team):**
 - **Detaillierte Konstruktion und Engineering:** Gemeinsame Entwicklung der einziehbaren Bug- und Heckstrahlruder (Mechanismen für das Ein- und Ausfahren, Dichtungen, Antriebseinheiten). Berücksichtigung der doppelten Schottendichte und der Anforderungen für den Hochseebetrieb.
 - **Materialauswahl und Beschaffung:** Auswahl korrosionsbeständiger Materialien für die im Wasser befindlichen Teile. Bestellung der Strahlruder-Antriebseinheiten und der Einziehmechanismen.
 - **Fertigung der Einziehmechanismen:** Fertigung der hydraulischen oder elektrischen Mechanismen zum Ein- und Ausfahren der Strahlruder.
 - **Integration in den Rumpf (Schiffbauwerft):** Einbau der notwendigen Rumpfdurchbrüche und Verstärkungen für die Strahlruder. Sicherstellung wasserdichter Anschlüsse und der doppelten Schottendichte in diesen Bereichen.
 - **Montage der Strahlruder:** Montage der Strahlrudereinheiten und der Einziehmechanismen in den Rumpf.

- **Funktionstests:** Durchführung von Funktionstests der Ein- und Ausfahrbewegungen sowie der Strahlruderfunktionen im Trockendock.
- **Deliverables:**
 - Integrierte und funktionsgeprüfte einziehbare Bug- und Heckstrahlruder.
 - Wasserdichte Integration in den Rumpf unter Berücksichtigung der doppelten Schottendichte.

Monat 4-6: Schottarbeiten (ca. 8 Wochen, Schiffbauwerft):

- **Aktivitäten (Schiffbauwerft):**
 - **Detaillierte Planung der Schottanordnung:** Festlegung der genauen Position und Ausführung aller wasserdichten Schotten gemäß den SOLAS-Anforderungen und den Konstruktionszeichnungen.
 - **Fertigung der Schottwände:** Zuschneiden und Vorbereiten der Materialien für die Schottwände (Stahl, GFK oder Verbundmaterialien).
 - **Einbau und Abdichtung der Schotten:** Einsetzen der Schottwände in den Rumpf und sorgfältige Abdichtung aller Verbindungsstellen (Schweißarbeiten, Verklebungen, Dichtmittel), um die Wasserdichtigkeit zu gewährleisten.
 - **Druckprüfungen der Schottbereiche:** Durchführung von Druckprüfungen, um die Dichtheit der eingebauten Schotten nachzuweisen.
- **Deliverables:**
 - Eingebaute und druckgeprüfte wasserdichte Schotten gemäß den Spezifikationen.

Monat 6-8 (ggf. parallel zu Schottarbeiten): Integration der Stabilisierungsflossen (ca. 8 Wochen, Schiffbauwerft & Maschinenbau):

- **Aktivitäten (Schiffbauwerft & Maschinenbau-Team):**
 - **Detaillierte Konstruktion und Engineering:** Entwicklung der einziehbaren oder fest installierten Stabilisierungsflossen (Form, Größe, Anlenkung, Einziehmechanismen falls erforderlich).
 - **Materialauswahl und Beschaffung:** Auswahl geeigneter Materialien für die Flossen und die Anlenkmechanismen.
 - **Fertigung der Flossen und Anlenkungen:** Präzise Fertigung der Flossen und der zugehörigen hydraulischen oder elektrischen Anlenkungssysteme.
 - **Integration in den Rumpf (Schiffbauwerft):** Einbau der notwendigen Rumpfdurchbrüche und Befestigungspunkte für die Stabilisierungsflossen. Sicherstellung wasserdichter Anschlüsse.
 - **Montage der Stabilisierungsflossen:** Montage der Flossen und der Anlenkmechanismen am Rumpf.
 - **Funktionstests:** Durchführung von Funktionstests der Anlenkungssysteme und, falls vorhanden, der Einziehmechanismen.
- **Deliverables:**
 - Integrierte und funktionsgeprüfte Stabilisierungsflossen.
 - Wasserdichte Integration in den Rumpf.

Monat 7-9 (Puffer & Endmontage Fahrwerk): Endmontage und Tests des Gesamtfahrwerks (ca. 8 Wochen, Maschinenbau & Schiffbau):

- **Aktivitäten (Maschinenbau & Schiffbau):**
 - **Endmontage des Straßenfahrwerks am Rumpf (Schiffbauwerft mit Unterstützung Maschinenbau):** Präzise Montage des gefertigten 3-Achs-Hydraulikfahrwerks an den dafür vorgesehenen Befestigungspunkten am Rumpf. Sicherstellung der korrekten Ausrichtung und Stabilität.
 - **Anschluss der Hydraulik-, Elektro- und Luftleitungen:** Verbindung aller Komponenten des Straßenfahrwerks (Hydraulikzylinder, Lenkung, Luftfederung) mit den entsprechenden Versorgungssystemen im Rumpf.

- **Integration der Steuerungssysteme:** Anbindung der Fahrwerkssteuerung an das zentrale Fahrzeugsteuerungssystem.
- **Umfassende Funktionstests des Gesamtfahrwerks:** Durchführung von Tests aller Funktionen des amphibischen Fahrwerks im Trockendock (Ein- und Ausfahren der Räder, Lenkbewegungen, Funktion der Luftfederung, Funktion der Strahlruder, Funktion der Stabilisierungsflossen). Überprüfung der Dichtheit aller Anschlüsse.
- **Kalibrierung und Justierung:** Feinabstimmung aller Fahrwerkskomponenten und Steuerungssysteme.
- **Dokumentation:** Erstellung der Dokumentation für das integrierte Fahrwerkssystem, einschließlich Schaltpläne, Hydraulikpläne, Testprotokolle und Wartungsanleitungen.
- **Deliverables:**
 - Vollständig integriertes und funktionsgeprüftes amphibisches Fahrwerkssystem (Straßenfahrwerk, Bug- und Heckstrahlruder, Stabilisierungsflossen).
 - Detaillierte Dokumentation des Fahrwerkssystems.

Wichtige Aspekte für den hybriden Ansatz in Phase 3:

- **Enge Koordination:** Die erfolgreiche Integration des Fahrwerks erfordert eine sehr enge und kontinuierliche Zusammenarbeit zwischen dem Maschinenbau-Team (Experten für die beweglichen und hydraulischen Komponenten) und der Schiffbauwerft (Experten für die Rumpfstruktur und die Integration wasserdichter Systeme). Regelmäßige gemeinsame Meetings und klare Schnittstellendefinitionen sind unerlässlich.
- **Iterative Tests:** Während der Fertigung und Integration der einzelnen Fahrwerkskomponenten können iterative Tests und Anpassungen erforderlich sein, um die Funktionalität und Passgenauigkeit zu optimieren. Dies erfordert eine gewisse Flexibilität in der Planung.
- **Wasserfall-Elemente:** Die grundlegende Konstruktion und Fertigung der komplexen Fahrwerkskomponenten folgt eher einem detaillierten, phasenorientierten Ansatz.

Schnittstellen zu anderen Phasen:

- **Phase 2 (Rumpfkonstruktion):** Die präzise Ausführung des Rumpfes, insbesondere der Befestigungspunkte und Durchführungen für das Fahrwerk, ist entscheidend für eine reibungslose Integration.
- **Phase 4 (Antriebssysteme):** Die Integration der Strahlruder erfordert Abstimmung mit der Energieversorgung und den Steuerungssystemen des Antriebs.
- **Phase 5 (Technische Infrastruktur):** Die Steuerungssysteme des Fahrwerks müssen in die übergeordnete PLC-Steuerung integriert werden.

Die Phase 3 ist eine der technisch anspruchsvollsten Phasen des Projekts. Die erfolgreiche Integration des amphibischen Fahrwerks ist ein wesentlicher Schritt zur Realisierung der einzigartigen Funktionalität des "Neptun One". Eine sorgfältige Planung, enge Zusammenarbeit und präzise Ausführung sind hier von höchster Bedeutung.

Phase 4: Antriebssysteme (6-10 Monate)

Ziel dieser Phase: Auswahl, Beschaffung und Integration des Hauptantriebssystems (Wasserstoff-Verbrennungsmotor und Propeller), des Wasserstoff-Energiesystems (Elektrolyseur und Speicher) sowie der Solarpanels in den Rumpf.

Verantwortlichkeit: Antriebstechnik-Team (Federführung für Motor und Propeller), Elektrik-Team (Federführung für Elektrolyseur, Speicher und Solarpanels), enge Koordination zwischen beiden Teams und mit der Schiffbauwerft.

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Monat 1-3: Beschaffung und Vorbereitung des Wasserstoff-Verbrennungsmotors (ca. 12 Wochen)

- **Aktivitäten (Antriebstechnik-Team):**
 - **Finale Auswahl des Wasserstoff-Verbrennungsmotors:** Basierend auf den Leistungsanforderungen (300kW), den Abmessungen, dem Gewicht und der Verfügbarkeit von wasserstoffbetriebenen Schiffsmotoren, erfolgt die finale Auswahl eines geeigneten Modells.
 - **Bestellung und Vertragsabwicklung:** Abschluss des Kaufvertrags mit dem ausgewählten Motorenhersteller unter Berücksichtigung von Lieferzeiten, Garantiebedingungen und technischen Spezifikationen.
 - **Prüfung der technischen Dokumentation:** Detaillierte Analyse der technischen Handbücher, Anschlusspläne und Installationsanweisungen des Motors.
 - **Vorbereitung des Motorfundaments im Rumpf (Schiffbauwerft):** Sicherstellung, dass das Motorfundament im Rumpf gemäß den Spezifikationen des Motors vorbereitet ist (Festigkeit, Vibrationsdämpfung, Ausrichtung).
 - **Planung der Motorinstallation:** Erstellung eines detaillierten Installationsplans, einschließlich der Anordnung von Hilfsaggregaten (Pumpen, Kühler etc.) und der Anbindung an die Abgasanlage (für den Fall von NO_x-Emissionen, auch wenn CO₂-neutral angestrebt wird, sind ggf. Nachbehandlungssysteme zu berücksichtigen).
- **Deliverables:**
 - Bestellter und gelieferter Wasserstoff-Verbrennungsmotor.
 - Geprüfte technische Dokumentation des Motors.
 - Vorbereitetes Motorfundament im Rumpf.
 - Detaillierter Plan für die Motorinstallation.

Monat 2-4: Fertigung und Montage der dualen Schiffspropeller mit Kortdüse (ca. 10 Wochen, Antriebstechnik & Schiffbau):

- **Aktivitäten (Antriebstechnik-Team & Schiffbauwerft):**
 - **Detaillierte Konstruktion und Engineering:** Entwicklung der spezifischen Propeller (Durchmesser, Steigung, Blattform) in Abstimmung mit dem ausgewählten Motor und den hydrodynamischen Anforderungen des Rumpfes. Design der Kortdüsen zur Effizienzsteigerung.
 - **Materialauswahl und Fertigung:** Auswahl geeigneter Materialien für die Propeller (z.B. Bronze, Edelstahl) und die Kortdüsen (Stahl, GFK). Beauftragung der Fertigung bei spezialisierten Propellerherstellern.
 - **Vorbereitung der Wellenanlagen (Schiffbauwerft):** Installation der Propellerwellen, Lagerungen und Dichtungen im Rumpf gemäß den Konstruktionszeichnungen. Sicherstellung der korrekten Ausrichtung.
 - **Montage der Propeller und Kortdüsen (Schiffbauwerft mit Unterstützung Antriebstechnik):** Präzise Montage der Propeller auf den Wellen und Installation der Kortdüsen um die Propeller. Sicherstellung der korrekten Abstände und Ausrichtung.
 - **Funktionstests (im Trockendock):** Erste Überprüfung der Freigängigkeit der Propeller und der korrekten Montage der Kortdüsen.
- **Deliverables:**
 - Gefertigte und gelieferte duale Schiffspropeller und Kortdüsen.
 - Installierte Propellerwellenanlagen.
 - Montierte Propeller und Kortdüsen.

Monat 3-6: Installation des PEM-Elektrolyseurs und der kryogenen H₂-Speicher (ca. 12 Wochen, Elektrik-Team & Schiffbau):

- **Aktivitäten (Elektrik-Team & Schiffbauwerft):**
 - **Finale Auswahl und Beschaffung:** Auswahl eines geeigneten PEM-Elektrolyseurs (basierend auf der geforderten H₂-Produktionsrate von 50 kg/Tag) und kryogener H₂-

Speicher (350 bar). Berücksichtigung von Sicherheitsvorschriften und Zertifizierungen.

- **Vorbereitung der Installationsorte (Schiffbauwerft):** Schaffung geeigneter, gut belüfteter und sicherheitsgeprüfter Bereiche im Rumpf für den Elektrolyseur und die H₂-Speicher. Berücksichtigung von Brandschutzmaßnahmen und Explosionsschutz.
- **Installation des PEM-Elektrolyseurs:** Fachgerechte Installation des Elektrolyseurs, einschließlich der Anbindung an die Wasserversorgung (für die Elektrolyse) und die elektrischen Anschlüsse.
- **Installation der kryogenen H₂-Speicher:** Einbau der isolierten H₂-Tanks und der zugehörigen kryogenen Leitungen und Ventile. Sicherstellung einer sicheren und leckagefreien Installation.
- **Integration der Steuerungssysteme:** Anbindung des Elektrolyseurs und der H₂-Speicher an das zentrale Steuerungssystem zur Überwachung von Druck, Temperatur, Füllstand und Produktionsrate. Implementierung von Sicherheitsabschaltungen.
- **Druck- und Dichtheitsprüfungen:** Durchführung umfassender Druck- und Dichtheitsprüfungen des H₂-Speichersystems und der zugehörigen Leitungen.
- **Deliverables:**
 - Installierter PEM-Elektrolyseur mit Anbindung an die Wasser- und Stromversorgung.
 - Installierte kryogene H₂-Speicher mit zugehörigen Leitungen und Ventilen.
 - Integrierte Steuerungssysteme für Elektrolyseur und Speicher.
 - Erfolgreich durchgeführte Druck- und Dichtheitsprüfungen.

Monat 5-7: Installation der Flachdach-Solarpanels (ca. 8 Wochen, Elektrik-Team & Schiffbau):

- **Aktivitäten (Elektrik-Team & Schiffbauwerft):**
 - **Detaillierte Planung der Anordnung:** Optimierung der Anordnung der Solarpanels (25 kWp) auf dem abnehmbaren Deck unter Berücksichtigung von Beschattung und Zugänglichkeit.
 - **Beschaffung der Solarpanels und Montagesysteme:** Auswahl geeigneter, marinetauglicher Solarpanels und robuster Montagesysteme, die den Umweltbedingungen auf See standhalten.
 - **Installation der Montagesysteme (Schiffbauwerft):** Fachgerechte Installation der Montageschienen und -strukturen auf dem Deck.
 - **Montage der Solarpanels (Elektrik-Team):** Sichere und fachgerechte Montage der Solarpanels auf den Montagesystemen.
 - **Verkabelung der Solarpanels:** Parallele und serielle Verschaltung der Solarpanels zur Erreichung der gewünschten Spannung und Leistung. Verlegung der Kabel zu den Wechselrichtern und Laderegler.
 - **Installation von Wechselrichtern und Laderegler:** Einbau der notwendigen Leistungselektronik zur Umwandlung des Solarstroms und zur Ladung der Batteriesysteme (sofern vorhanden, auch wenn der Fokus auf H₂ liegt, könnten Backup-Batterien sinnvoll sein).
 - **Anbindung an das Bordnetz:** Integration des Solarstromsystems in das elektrische Bordnetz des Schiffes.
- **Deliverables:**
 - Installierte Flachdach-Solarpanels mit Montagesystemen.
 - Verkabeltes und funktionsfähiges Solarstromsystem inklusive Wechselrichter und Laderegler.
 - Integration in das elektrische Bordnetz.

Monat 7-10 (Puffer & Integration): Integration und Tests der Antriebssysteme (ca. 12 Wochen, Antriebstechnik & Elektrik & Schiffbau):

- **Aktivitäten (Antriebstechnik, Elektrik & Schiffbau):**

- **Mechanische Integration des Motors:** Einbau des Wasserstoff-Verbrennungsmotors auf das vorbereitete Fundament und Ausrichtung. Anschluss der Wellenanlage.
- **Anschluss der Kraftstoffversorgung:** Installation der Leitungen und Armaturen für die Zufuhr von Wasserstoff zum Motor. Sicherstellung der Dichtheit und Einhaltung der Sicherheitsvorschriften.
- **Integration der Kühlsysteme:** Anschluss des Motorkühlkreislaufs an die entsprechenden Kühlwasserleitungen.
- **Integration der Abgasanlage (falls relevant):** Anschluss der Abgasanlage.
- **Elektrische Integration:** Anbindung des Motors an das elektrische System (Starter, Sensoren, Steuerung).
- **Gesamtsystemtests im Trockendock:** Umfassende Tests aller Antriebssysteme im Trockendock:
 - Funktion des Wasserstoff-Verbrennungsmotors (Probeläufe).
 - Funktion der Propeller und der Wellenanlage.
 - Funktion des PEM-Elektrolyseurs (H_2 -Produktion).
 - Funktion des H_2 -Speichersystems (Druckhaltung, Entnahme).
 - Funktion des Solarstromsystems (Leistungserzeugung).
 - Integration und Zusammenspiel aller Komponenten.
- **Sicherheitsüberprüfungen:** Detaillierte Überprüfung aller sicherheitsrelevanten Aspekte der Antriebssysteme (H_2 -Leakedetektion, Notabschaltungen etc.).
- **Kalibrierung und Feinabstimmung:** Optimierung der Leistung und des Zusammenspiels aller Antriebskomponenten.
- **Dokumentation:** Erstellung der Dokumentation für die integrierten Antriebssysteme, einschließlich Schaltpläne, Rohrleitungspläne, Testprotokolle und Bedienungsanleitungen.
- **Deliverables:**
 - Vollständig integriertes und funktionsgeprüftes Hauptantriebssystem (Wasserstoff-Verbrennungsmotor und Propeller).
 - Vollständig installiertes und getestetes Wasserstoff-Energiesystem (PEM-Elektrolyseur und kryogene H_2 -Speicher).
 - Vollständig installiertes und geprüftes Solarstromsystem.
 - Umfassende Dokumentation der Antriebssysteme.

Wichtige Aspekte für den hybriden Ansatz in Phase 4:

- **Spezialisierte Expertise:** Diese Phase erfordert hochspezialisiertes Wissen in den Bereichen Antriebstechnik (Verbrennungsmotoren, Propeller) und Elektrotechnik (Elektrolyse, kryogene Systeme, Photovoltaik). Die Zusammenarbeit von Experten aus diesen Bereichen ist entscheidend.
- **Sicherheitskritische Systeme:** Der Umgang mit Wasserstoff und Hochleistungselektrik erfordert höchste Sicherheitsstandards bei der Installation und den Tests. Strikte Einhaltung von Vorschriften und die Durchführung umfassender Sicherheitsüberprüfungen sind unerlässlich.
- **Wasserfall-Elemente:** Die Beschaffung und die grundlegende Installation der Hauptkomponenten (Motor, Elektrolyseur, Speicher) folgen eher einem sequenziellen Ansatz.
- **Agile Elemente (in der Integration und Optimierung):** Bei der Integration und den Tests können iterative Anpassungen und Optimierungen erforderlich sein, um das bestmögliche Zusammenspiel der verschiedenen Antriebskomponenten zu erreichen.

Schnittstellen zu anderen Phasen:

- **Phase 2 (Rumpfkonstruktion):** Die Vorbereitung des Rumpfes (Motorfundament, Durchführung für Wellen etc.) ist entscheidend.
- **Phase 5 (Technische Infrastruktur):** Die Steuerung und Überwachung der Antriebssysteme wird in die zentrale PLC-Steuerung integriert. Die elektrische Energieversorgung muss sichergestellt sein.

- **Phase 6 (Lebenserhaltungssysteme):** Der PEM-Elektrolyseur benötigt Wasser, das möglicherweise aus der Wasseraufbereitung gewonnen wird.

Die erfolgreiche Integration der Antriebssysteme ist ein weiterer kritischer Schritt zur Realisierung des CO₂-neutralen Betriebs des "Neptun One". Eine sorgfältige Planung, die Einbindung spezialisierter Expertise und die Einhaltung höchster Sicherheitsstandards sind in dieser Phase von entscheidender Bedeutung.

Phase 5: Technische Infrastruktur (4-6 Monate)

Ziel dieser Phase: Installation und Integration der wesentlichen technischen Systeme, die den Komfort, die Sicherheit und die Funktionalität des Schiffes gewährleisten, einschließlich Klima- und Belüftung, Kommunikation, Navigation und der zentralen Steuerung.

Verantwortlichkeit: Elektrik-Team (Federführung für Energieverteilung, Steuerungssysteme, Kommunikation), Elektronik-Team (Federführung für Sensorik, Navigation, Kommunikation), enge Koordination mit der Schiffbauwerft für die physische Installation.

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Monat 1-2: Installation der Klima- und Belüftungssysteme (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten (Elektrik-Team & Schiffbauwerft):**
 - **Detaillierte Planung der Systemanordnung:** Festlegung der Positionen der Klimaanlage (Kompressoren, Kondensatoren, Verdampfer), der Kreuzstrom-Wärmetauscher, der Lüftungskanäle, der O₂-Sensoren und des Druckausgleichssystems im Schiff. Berücksichtigung der Raumaufteilung und der Anforderungen in verschiedenen Bereichen (Wohnbereiche, Technikzentrale etc.).
 - **Beschaffung der Komponenten:** Auswahl und Bestellung der Klimaanlage, Kreuzstrom-Wärmetauscher, Lüfter, Kanäle, O₂-Sensoren und des Druckausgleichssystems (Kompressoren, Ventile, Steuerung).
 - **Installation der Hauptkomponenten (Schiffbauwerft):** Einbau der Klimaanlage, Wärmetauscher und des Druckausgleichssystems an den vorgesehenen Orten im Rumpf. Befestigung und Vibrationsentkopplung.
 - **Verlegung der Lüftungskanäle (Schiffbauwerft):** Installation des Kanalsystems zur Verteilung der klimatisierten und Frischluft im gesamten Schiff.
 - **Installation der O₂-Sensoren:** Platzierung der O₂-Sensoren in relevanten Bereichen zur Überwachung der Luftqualität.
 - **Verkabelung und Anbindung an die Energieversorgung (Elektrik-Team):** Elektrische Anschlüsse der Klimaanlage, Lüfter, O₂-Sensoren und des Druckausgleichssystems an das Bordnetz.
 - **Integration der Steuerung:** Anbindung der Klima- und Belüftungssysteme sowie der O₂-Sensoren an das zentrale PLC-Steuerungssystem zur automatischen Regelung der Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Frischluftzufuhr.
- **Deliverables:**
 - Installierte Klimaanlage, Kreuzstrom-Wärmetauscher und Lüftungssysteme.
 - Verlegte Lüftungskanäle im gesamten Schiff.
 - Installierte O₂-Sensoren an relevanten Positionen.
 - Installiertes Druckausgleichssystem.
 - Elektrische Anschlüsse und Integration in die PLC-Steuerung.

Monat 2-4: Integration der Satellitenkommunikation (Iridium Certus) (ca. 8 Wochen, Elektronik-Team & Schiffbau):

- **Aktivitäten (Elektronik-Team & Schiffbauwerft):**

- **Planung der Antennenpositionierung:** Auswahl eines geeigneten Standorts für die Satellitenkommunikationsantenne (Iridium Certus) auf dem Deck, der eine freie Sicht zum Himmel gewährleistet und vor Beschädigungen geschützt ist.
- **Beschaffung der Satellitenkommunikationsanlage:** Bestellung der Antenne, des Modems und der zugehörigen Hardware.
- **Installation der Antenne (Schiffbauwerft):** Fachgerechte Montage der Antenne auf dem Deck und Verlegung der Antennenkabel in den Innenbereich des Schiffes. Sicherstellung einer wasserdichten Durchführung.
- **Installation des Modems und der Steuerungseinheit (Elektrik-Team):** Einbau des Modems und der Steuerungseinheit an einem geeigneten Ort in der Technikzentrale.
- **Verkabelung und Anbindung an die Energieversorgung (Elektrik-Team):** Elektrische Anschlüsse der Satellitenkommunikationsanlage an das Bordnetz.
- **Konfiguration und Tests (Elektronik-Team):** Konfiguration der Software und Durchführung von Kommunikationstests, um die Funktionalität der Satellitenverbindung sicherzustellen.
- **Deliverables:**
 - Installierte Satellitenkommunikationsantenne (Iridium Certus).
 - Installiertes Modem und Steuerungseinheit.
 - Verkabelte und funktionsfähige Satellitenkommunikationsanlage.

Monat 3-5: Integration von AIS/Radar mit Kollisionswarnung (ca. 8 Wochen, Elektronik-Team & Schiffbau):

- **Aktivitäten (Elektronik-Team & Schiffbauwerft):**
 - **Planung der Sensorpositionierung:** Auswahl geeigneter Standorte für die AIS-Antenne und die Radarantenne auf dem Mast oder an anderer erhöhter Position, um eine optimale Erfassung zu gewährleisten.
 - **Beschaffung der AIS- und Radaranlage:** Bestellung der AIS-Transponder/Empfänger, der Radarantenne und der zugehörigen Display- und Steuerungseinheiten.
 - **Installation der Antennen (Schiffbauwerft):** Fachgerechte Montage der AIS- und Radarantennen auf dem Mast oder den gewählten Positionen. Verlegung der Antennenkabel in den Innenbereich des Schiffes (Brücke/Navigationsbereich). Sicherstellung wasserdichter Durchführungen.
 - **Installation der Display- und Steuerungseinheiten (Elektrik-Team):** Einbau der Bildschirme und Bedienelemente für AIS und Radar im Navigationsbereich.
 - **Verkabelung und Anbindung an die Energieversorgung (Elektrik-Team):** Elektrische Anschlüsse der AIS- und Radaranlage an das Bordnetz.
 - **Integration der Kollisionswarnfunktion (Elektronik-Team):** Konfiguration der Software und Anbindung der Daten von AIS und Radar, um eine effektive Kollisionswarnung zu ermöglichen.
 - **Kalibrierung und Tests (Elektronik-Team):** Kalibrierung der Radaranlage und Durchführung von Funktionstests der AIS- und Kollisionswarnsysteme.
- **Deliverables:**
 - Installierte AIS-Antenne und Transponder/Empfänger.
 - Installierte Radarantenne und Sendeeinheit.
 - Installierte Display- und Steuerungseinheiten für AIS und Radar.
 - Verkabelte und funktionsfähige AIS- und Radaranlage mit Kollisionswarnfunktion.

Monat 4-6: Integration der PLC-gesteuerten Systemanalytik (ca. 8 Wochen, Elektrik & Elektronik-Team):

- **Aktivitäten (Elektrik & Elektronik-Team):**
 - **Detaillierte Planung der Sensorintegration:** Festlegung, welche Sensordaten (von Antrieb, Energie, Fahrwerk, Klima, Lebenserhaltung etc.) in die PLC (Programmable Logic Controller) eingespeist werden sollen.

- **Beschaffung der PLC und der notwendigen Schnittstellenmodule:** Auswahl und Bestellung der PLC-Hardware und der Module zur Anbindung der verschiedenen Sensoren und Aktoren.
- **Verkabelung der Sensoren und Aktoren zur PLC (Elektrik-Team):** Verlegung der Kabel von den verschiedenen Systemen zu den Eingangs- und Ausgangsmodulen der PLC.
- **Programmierung der PLC-Steuerung (Elektronik-Team):** Entwicklung der Softwarelogik in der PLC zur Erfassung, Verarbeitung und Analyse der Sensordaten. Implementierung von Steuerungsalgorithmen für die automatische Regelung verschiedener Systeme und die Generierung von Systemanalysen und Warnmeldungen.
- **Entwicklung der Visualisierung (Elektronik-Team):** Erstellung von Benutzeroberflächen (HMI - Human Machine Interface) zur Anzeige der Systemdaten und Analysen für die Crew.
- **Tests und Inbetriebnahme:** Umfassende Tests der Datenerfassung, der Steuerungsfunktionen und der Systemanalytik. Feinabstimmung der Software und der Regelalgorithmen.
- **Deliverables:**
 - Installierte und konfigurierte PLC-Hardware.
 - Verkabelte Sensoren und Aktoren zur PLC.
 - Implementierte PLC-Steuerungssoftware für Systemanalyse und automatische Regelung.
 - Funktionierende Visualisierung der Systemdaten.

Wichtige Aspekte für den hybriden Ansatz in Phase 5:

- **Starke Interdependenzen:** Die Integration der verschiedenen technischen Systeme ist stark voneinander abhängig. Eine sorgfältige Planung der Schnittstellen und eine enge Koordination zwischen den Elektrik- und Elektronik-Teams sowie der Schiffbauwerft sind entscheidend.
- **Iterative Entwicklung der Steuerung:** Die Programmierung der PLC-Steuerung und die Entwicklung der Visualisierung können iterative Prozesse sein, bei denen Feedback aus Tests und von potenziellen Nutzern einfließt.
- **Wasserfall-Elemente:** Die physische Installation der Hardware (Antennen, Klimaanlage etc.) folgt eher einem sequenziellen Ansatz.

Schnittstellen zu anderen Phasen:

- **Phase 2 (Rumpfkonstruktion):** Bereitstellung von Kabelkanälen und Montagestellen für die Komponenten der technischen Infrastruktur.
- **Phase 3 (Fahrwerksbau) & Phase 4 (Antriebssysteme):** Die Sensordaten und Steuerungsbefehle für Fahrwerk und Antrieb werden in die PLC integriert.
- **Phase 6 & 7 (Lebenserhaltung & Sicherheit):** Auch diese Systeme werden in die PLC integriert, um eine zentrale Überwachung und Steuerung zu ermöglichen.

Die Phase 5 legt das Fundament für den intelligenten Betrieb des "Neptun One". Die nahtlose Integration der verschiedenen technischen Systeme ist entscheidend für die Sicherheit, den Komfort und die effiziente Nutzung der Ressourcen an Bord. Eine sorgfältige Planung und Ausführung dieser Phase ist unerlässlich für die Funktionalität des gesamten Schiffes.

Phase 6: Lebenserhaltung (5-8 Monate)

Ziel dieser Phase: Installation und Integration der autarken Lebenserhaltungssysteme, die die Versorgung mit Nahrung und Frischwasser an Bord gewährleisten und gleichzeitig ökologische Aspekte berücksichtigen.

Verantwortlichkeit: Schiffbau-Team (Federführung für den Bau und die physische Integration), Umwelttechnik-Team (Federführung für die Systemauslegung und -installation), enge Koordination bei der Entwicklung und Implementierung der automatischen Steuerungssysteme (agiler Ansatz).

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Monat 1-3: Bau und Integration des Aquaponiksystems (ca. 12 Wochen)

- **Aktivitäten (Schiffbau-Team & Umwelttechnik-Team):**
 - **Detaillierte Planung des Systems:**
 - **Hydroponik:** Festlegung der genauen Anordnung der 3-Ebenen-Hydroponiksysteme (Art der Anbaumethode, Größe der Anbaubereiche, Materialauswahl für die Becken und Rohre). Berücksichtigung von Lichtversorgung (natürlich und künstlich), Belüftung und Zugänglichkeit für Wartung und Ernte.
 - **Tilapia-Zuchtbecken:** Detaillierte Planung des 2000L-Zuchtbeckens (Material, Form, Integration in den Schiffsrumpf oder separater Tank). Berücksichtigung der Wasserqualitätsparameter, der Sauerstoffversorgung, der Fütterung und der Abwasserentsorgung.
 - **Kreislaufdesign:** Planung des geschlossenen Wasserkreislaufs zwischen Fischzucht und Hydroponik (Wasserfluss, Filterung, Nährstofftransport).
 - **Bau der Komponenten (Schiffbau-Team):** Fertigung der Hydroponikbecken und -strukturen sowie des Tilapia-Zuchtbeckens unter Berücksichtigung der Materialspezifikationen und der Integration in den Schiffsraum. Sicherstellung der Wasserdichtigkeit und der Stabilität.
 - **Installation der Komponenten (Schiffbau-Team & Umwelttechnik-Team):** Einbau der Hydroponiksysteme und des Fischzuchtbeckens an den vorgesehenen Orten im Schiff. Verlegung der Rohre und Verbindungen für den Wasserkreislauf.
 - **Installation der Pumpen und Filter (Umwelttechnik-Team):** Auswahl und Installation der notwendigen Pumpen für den Wasserumlauf und der Filter zur mechanischen und biologischen Reinigung des Wassers.
 - **Installation der Beleuchtung und Belüftung (Umwelttechnik-Team & Elektrik-Team):** Installation der künstlichen Beleuchtung für die Hydroponik (falls erforderlich) und der Belüftungssysteme für die Anbaubereiche und das Fischzuchtbecken. Elektrische Anschlüsse.
- **Deliverables:**
 - Fertiggestellte und installierte 3-Ebenen-Hydroponiksysteme.
 - Fertiggestelltes und installiertes 2000L-Tilapia-Zuchtbecken.
 - Verrohrung und Verbindungen für den geschlossenen Wasserkreislauf.
 - Installierte Pumpen und Filter.
 - Installierte Beleuchtung und Belüftung (falls erforderlich).

Monat 2-4: Installation der Wasseraufbereitungsanlage (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten (Umwelttechnik-Team & Schiffbau-Team):**
 - **Detaillierte Planung der Anlage:**
 - **Umkehrosmose:** Auswahl einer geeigneten Umkehrosmoseanlage mit einer Kapazität von 400L/Tag unter Berücksichtigung des Energiebedarfs und der Platzverhältnisse. Planung der Wasserentnahmestellen und der Verteilung des aufbereiteten Wassers.
 - **Grauwasser-Recycling:** Planung des Grauwasser-Recyclingsystems (Sammelbehälter, Filtersysteme, Aufbereitungsschritte). Festlegung der Verwendungszwecke des aufbereiteten Grauwassers (z.B. Toilettenspülung, Bewässerung der Hydroponik).
 - **UV-Desinfektion:** Auswahl und Planung der UV-Desinfektionsanlage zur Abtötung von Krankheitserregern im aufbereiteten Frisch- und Grauwasser.

- **Beschaffung der Komponenten:** Bestellung der Umkehrosmoseanlage, der Filter für das Grauwasser-Recycling, der UV-Desinfektionsanlage, der Tanks und der Rohrleitungen.
- **Installation der Komponenten (Schiffbau-Team):** Einbau der Hauptkomponenten der Wasseraufbereitungsanlage und der Tanks an den vorgesehenen Orten im Schiff. Verlegung der Rohrleitungen für die Wasserzufuhr, die Aufbereitung und die Verteilung.
- **Elektrische Anschlüsse (Elektrik-Team):** Elektrische Anschlüsse der Wasseraufbereitungsanlage und der Pumpen an das Bordnetz.
- **Deliverables:**
 - Installierte Umkehrosmoseanlage (400L/Tag).
 - Installiertes Grauwasser-Recyclingsystem mit Sammelbehältern und Filtern.
 - Installierte UV-Desinfektionsanlage.
 - Verrohrung für die Wasserzufuhr, -aufbereitung und -verteilung.
 - Elektrische Anschlüsse.

Monat 3-7: Entwicklung und Implementierung der automatischen Steuerungssysteme (Agiler Ansatz) (fortlaufend)

- **Aktivitäten (Umwelttechnik-Team & Elektrik/Elektronik-Team):**
 - **Sprint 1 (ca. 2 Wochen): Anforderungsanalyse und Systemdesign:**
 - Detaillierte Erfassung der Steuerungsanforderungen für das Aquaponiksystem (Nährstoffdosierung, pH-Wert-Regulierung, Temperaturkontrolle, Wasserstandskontrolle) und die Wasseraufbereitungsanlage (Überwachung der Filter, Steuerung der Pumpen, Überwachung der Tankstände).
 - Erstellung eines ersten Systemdesigns für die automatische Steuerung unter Verwendung der PLC.
 - Definition der Schnittstellen zu den Sensoren und Aktoren der Lebenserhaltungssysteme.
 - **Sprint 2 (ca. 2 Wochen): Entwicklung der Nährstoffdosierung und pH-Wert-Regulierung (Aquaponik):**
 - Programmierung der PLC-Module für die automatische Dosierung von Nährstoffen und die Regulierung des pH-Werts im Hydroponiksystem basierend auf Sensordaten.
 - Entwicklung einer einfachen Benutzeroberfläche zur Überwachung und Anpassung der Parameter.
 - **Sprint 3 (ca. 2 Wochen): Entwicklung der Wasserstandskontrolle und Temperaturregelung (Aquaponik & Fischzucht):**
 - Programmierung der PLC-Module zur automatischen Steuerung des Wasserstands in den Hydroponikbecken und im Fischzuchtbecken sowie zur Regelung der Wassertemperatur.
 - Erweiterung der Benutzeroberfläche.
 - **Sprint 4 (ca. 2 Wochen): Entwicklung der Steuerung der Wasseraufbereitungsanlage:**
 - Programmierung der PLC-Module zur Steuerung der Pumpen der Umkehrosmoseanlage und des Grauwasser-Recyclingsystems basierend auf Tankfüllständen und Bedarf.
 - Integration der Überwachung der Filterleistung.
 - **Weitere Sprints (fortlaufend):**
 - Entwicklung der automatischen Steuerung der UV-Desinfektion.
 - Implementierung von Alarmfunktionen bei Störungen.
 - Optimierung der Steuerungsparameter basierend auf ersten Testläufen.
 - Entwicklung einer umfassenden Benutzeroberfläche zur Überwachung und Steuerung aller Lebenserhaltungssysteme.
 - Integration von Fernüberwachungsfunktionen.

- **Regelmäßige Reviews und Retrospektiven:** Nach jedem Sprint erfolgt eine Überprüfung der erreichten Ergebnisse und eine Retrospektive zur Verbesserung des Entwicklungsprozesses.
- **Deliverables (fortlaufend):**
 - Funktionierende PLC-Steuerung für die automatische Nährstoffdosierung und pH-Wert-Regulierung (Aquaponik).
 - Funktionierende PLC-Steuerung für die Wasserstandskontrolle und Temperaturregelung (Aquaponik & Fischzucht).
 - Funktionierende PLC-Steuerung für die Pumpen der Wasseraufbereitungsanlage und des Grauwasser-Recyclings.
 - Funktionierende PLC-Steuerung für die UV-Desinfektion.
 - Benutzeroberfläche zur Überwachung und Steuerung der Lebenserhaltungssysteme (iterative Entwicklung).
 - Testprotokolle und Dokumentation der Steuerungssysteme.

Monat 6-8 (Puffer & Integration): Integration und Tests der Lebenserhaltungssysteme (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten (Schiffbau-Team, Umwelttechnik-Team & Elektrik/Elektronik-Team):**
 - **Befüllung und Inbetriebnahme:** Befüllung des Aquaponiksystems und der Wasseraufbereitungsanlage mit Wasser.
 - **Einsetzen der Tilapia-Brut:** Einsetzen der Tilapia-Jungfische in das Zuchtbecken.
 - **Anpflanzen der ersten Kulturen:** Start der Hydroponik mit ausgewählten Pflanzen.
 - **Funktionstests der Systeme:** Überprüfung der Funktionstüchtigkeit aller Komponenten des Aquaponiksystems und der Wasseraufbereitungsanlage (Pumpen, Filter, UV-Desinfektion).
 - **Tests der automatischen Steuerung:** Überprüfung der korrekten Funktion der automatischen Nährstoffdosierung, pH-Wert-Regulierung, Wasserstandskontrolle und der Steuerung der Wasseraufbereitungsanlage.
 - **Analyse der Wasserqualität:** Regelmäßige Überwachung der Wasserqualitätsparameter im Aquaponiksystem und im aufbereiteten Wasser.
 - **Feinjustierung und Optimierung:** Anpassung der Steuerungsparameter und der Systemfunktionen basierend auf den Testläufen und den Analyseergebnissen.
 - **Schulung des Personals:** Einweisung der zukünftigen Nutzer in die Bedienung und Wartung der Lebenserhaltungssysteme.
- **Deliverables:**
 - Funktionierendes Aquaponiksystem mit Tilapia-Zucht und Hydroponik.
 - Funktionierende Wasseraufbereitungsanlage (Umkehrosmose, Grauwasser-Recycling, UV-Desinfektion).
 - Vollständig implementierte und getestete automatische Steuerungssysteme für die Lebenserhaltung.
 - Dokumentation und Schulungsmaterialien für die Lebenserhaltungssysteme.

Wichtige Aspekte für den hybriden Ansatz in Phase 6:

- **Agiler Ansatz bei der Steuerung:** Die Entwicklung der komplexen Steuerungssysteme für die Lebenserhaltung eignet sich hervorragend für einen agilen Ansatz mit kurzen Entwicklungszyklen (Sprints), kontinuierlichem Feedback und flexibler Anpassung der Anforderungen.
- **Wasserfall-Elemente:** Der Bau und die physische Installation der Komponenten des Aquaponiksystems und der Wasseraufbereitungsanlage folgen eher einem sequenziellen Ansatz.
- **Interdisziplinäre Zusammenarbeit:** Der Erfolg dieser Phase hängt stark von der engen Zusammenarbeit zwischen Schiffbauern und Umwelttechnik-Experten ab, insbesondere bei der Integration der Systeme in den Schiffsrumpf und der Auslegung des Wasserkreislaufs.

Schnittstellen zu anderen Phasen:

- **Phase 2 (Rumpfkonstruktion):** Bereitstellung geeigneter Räume und Lastaufnahmen für die Lebenserhaltungssysteme.
- **Phase 4 (Antriebssysteme):** Der PEM-Elektrolyseur benötigt aufbereitetes Wasser, das von der Wasseraufbereitungsanlage bereitgestellt werden kann.
- **Phase 5 (Technische Infrastruktur):** Die Sensoren und Aktoren der Lebenserhaltungssysteme werden in die PLC integriert. Die elektrische Energieversorgung muss sichergestellt sein.

Die Phase 6 ist entscheidend für die Realisierung der autarken und ökologischen Vision des "Neptun One". Die erfolgreiche Integration dieser komplexen Systeme erfordert eine sorgfältige Planung, interdisziplinäre Zusammenarbeit und einen flexiblen Ansatz bei der Entwicklung der Steuerungssysteme.

Phase 7: Sicherheitssysteme (3-5 Monate)

Ziel dieser Phase: Installation und Integration aller sicherheitsrelevanten Systeme an Bord, um die Crew und das Schiff in Notfällen zu schützen, insbesondere im Hinblick auf den Betrieb mit Wasserstoff und die Hochseetauglichkeit.

Verantwortlichkeit: Sicherheitstechnik-Team (Federführung für Auswahl, Installation und Prüfung), enge Koordination mit der Schiffbauwerft und den Teams für Antriebssysteme und technische Infrastruktur.

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Monat 1-2: Installation der H₂-Gassensoren und der Inertgas-Löschanlage (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten (Sicherheitstechnik-Team & Schiffbauwerft):**
 - **Detaillierte Planung der Sensorplatzierung:** Festlegung der optimalen Positionen für die H₂-Gassensoren in allen Bereichen, in denen Wasserstoff auftreten könnte (Antriebsraum, Brennstoffzellensystem, Elektrolyseurbereich, Speicherbereich, Leitungsführungen). Berücksichtigung der Dichte von Wasserstoff und potenzieller Leckagepunkte.
 - **Auswahl und Beschaffung der H₂-Gassensoren:** Auswahl von zuverlässigen und zertifizierten H₂-Gassensoren mit geeigneten Messbereichen und Ansprechzeiten. Bestellung der Sensoren und der zugehörigen Verkabelung und Steuerungseinheiten.
 - **Installation der H₂-Gassensoren (Schiffbauwerft & Elektrik-Team):** Fachgerechte Installation der Sensoren an den geplanten Positionen und Verlegung der Signalkabel zur zentralen Überwachungseinheit. Elektrische Anschlüsse.
 - **Planung und Beschaffung der Inertgas-Löschanlage:** Auswahl eines geeigneten Inertgas-Löschsystems (z.B. Stickstoff oder Argon) unter Berücksichtigung der zu schützenden Bereiche (insbesondere Antriebsraum und H₂-Systeme), des Löschmittelbedarfs und der Sicherheitsvorschriften. Bestellung der Löschanlage (Gasflaschen, Ventile, Rohrleitungen, Düsen, Auslösemechanismen).
 - **Installation der Inertgas-Löschanlage (Schiffbauwerft & Sicherheitstechnik-Team):** Verlegung des Rohrleitungssystems im gesamten zu schützenden Bereich. Montage der Löschdüsen und der Auslösemechanismen. Sichere Lagerung und Anbindung der Gasflaschen.
 - **Integration in die zentrale Steuerung:** Anbindung der H₂-Gassensoren und der Auslösemechanismen der Inertgas-Löschanlage an das zentrale PLC-Steuerungssystem zur Überwachung und automatischen Auslösung im Notfall.
- **Deliverables:**
 - Installierte H₂-Gassensoren an allen relevanten Positionen.
 - Verkabelte und funktionsfähige H₂-Gassensoren mit Anbindung an die zentrale Steuerung.

- Installierte Inertgas-Löschanlage mit Rohrleitungen, Düsen und Auslösemechanismen.
- Integrierte Auslösemechanismen der Löschanlage in die zentrale Steuerung (manuell und automatisch bei H₂-Detektion).

Monat 2-3: Installation feuerfester Unterteilungen (ca. 6 Wochen, Schiffbauwerft):

- **Aktivitäten (Schiffbauwerft):**
 - **Detaillierte Planung der feuerfesten Bereiche:** Basierend auf den SOLAS-Anforderungen und den spezifischen Risikobereichen (Antriebsraum, Kombüse, H₂-Systeme), werden die genauen Grenzen und die erforderliche Feuerwiderstandsklasse der Unterteilungen festgelegt.
 - **Materialauswahl und Zuschnitt:** Auswahl geeigneter feuerfester Materialien (z.B. Stahl, spezielle Isoliermaterialien) gemäß den Brandschutzvorschriften. Präziser Zuschnitt der Materialien für Wände, Decken und Türen.
 - **Einbau der feuerfesten Unterteilungen:** Fachgerechter Einbau der feuerfesten Wände und Decken unter Berücksichtigung der Durchführungen für Kabel und Rohrleitungen (Brandschutzmanschetten). Installation feuerfester Türen und Klappen mit entsprechenden Dichtungen und Verschlüssen.
 - **Isolierung:** Anbringen zusätzlicher nicht-brennbarer Isolierung zur Erreichung der geforderten Feuerwiderstandsdauer.
 - **Qualitätskontrolle:** Überprüfung der korrekten Installation und der Dichtheit der feuerfesten Unterteilungen. Dokumentation der verwendeten Materialien und der Einbauweise.
- **Deliverables:**
 - Installierte feuerfeste Unterteilungen (Wände, Decken, Türen, Klappen) gemäß den SOLAS-Anforderungen und den Brandschutzplänen.
 - Dokumentation der verwendeten Materialien und der Installation.

Monat 3-4: Installation der automatischen Rettungsinsel, der EPIRB-Notfunkbake und der Tauchrettungskapsel (ca. 6 Wochen, Sicherheitstechnik & Schiffbau):

- **Aktivitäten (Sicherheitstechnik-Team & Schiffbauwerft):**
 - **Auswahl und Beschaffung der Rettungsmittel:** Auswahl von SOLAS-konformen automatischen Rettungsinseln mit ausreichender Kapazität für die Besatzung. Auswahl einer geeigneten EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon) und einer Tauchrettungskapsel (falls spezifiziert). Bestellung der Rettungsmittel und der zugehörigen Ausrüstung.
 - **Installation der automatischen Auslösevorrichtung für die Rettungsinsel (Schiffbauwerft):** Fachgerechte Montage der Auslösevorrichtung an Deck, die im Notfall die automatische Freisetzung und Aufblasung der Rettungsinsel gewährleistet.
 - **Montage der Rettungsinsel (Schiffbauwerft):** Sichere Befestigung der verpackten Rettungsinsel an Deck, so dass sie im Notfall leicht zugänglich ist.
 - **Installation der EPIRB (Schiffbauwerft & Elektrik-Team):** Montage der EPIRB an einer geeigneten, exponierten Stelle an Deck mit freier Sicht zum Himmel. Elektrische Anbindung an die Stromversorgung (ggf. mit eigener Batterie).
 - **Installation der Tauchrettungskapsel (Schiffbauwerft):** Integration der Tauchrettungskapsel in den Rumpf (falls konstruktiv vorgesehen). Sicherstellung eines einfachen und schnellen Zugangs im Notfall sowie der Funktion der Lebenserhaltungssysteme innerhalb der Kapsel.
 - **Registrierung und Tests:** Registrierung der EPIRB bei den zuständigen Behörden. Durchführung von Funktionstests der automatischen Auslösung der Rettungsinsel und der EPIRB. Überprüfung der Lebenserhaltungssysteme der Tauchrettungskapsel.
- **Deliverables:**
 - Installierte und einsatzbereite automatische Rettungsinsel mit Auslösevorrichtung.
 - Installierte und registrierte EPIRB-Notfunkbake.

- Installierte und geprüfte Tauchrettungskapsel (falls zutreffend).
- Dokumentation und Bedienungsanleitungen für alle Rettungsmittel.

Monat 4-5 (Puffer & Endabnahme): Umfassende Tests und Endabnahme der Sicherheitssysteme (ca. 4 Wochen, Sicherheitstechnik & Projektleitung):

- **Aktivitäten (Sicherheitstechnik-Team & Projektleitung):**
 - **Funktionstests aller Sicherheitssysteme:** Durchführung umfassender Tests aller installierten Sicherheitssysteme unter simulierten Notfallbedingungen (Auslösen der Inertgas-Löschanlage (ohne Freisetzung des Löschmittels, falls sicherheitstechnisch geboten), Test der H₂-Detektoren, Auslösen der Rettungsinsel, Aktivierung der EPIRB, Überprüfung der Zugänglichkeit der Tauchrettungskapsel).
 - **Überprüfung der Dokumentation:** Kontrolle der Vollständigkeit und Richtigkeit aller Dokumente, Zertifikate und Bedienungsanleitungen für die Sicherheitssysteme.
 - **Schulung der Crew:** Durchführung umfassender Schulungen für die zukünftige Crew in der Bedienung und Wartung der Sicherheitssysteme sowie in Notfallverfahren.
 - **Begehung und Endabnahme:** Gemeinsame Begehung aller installierten Sicherheitssysteme mit der Projektleitung und ggf. Vertretern der Klassifikationsgesellschaft. Formelle Endabnahme der Phase 7.
- **Deliverables:**
 - Erfolgreich durchgeführte Funktionstests aller Sicherheitssysteme.
 - Vollständige Dokumentation und Zertifikate der Sicherheitssysteme.
 - Geschulte Crew in der Bedienung der Sicherheitssysteme.
 - Formelle Endabnahme der Phase 7.

Wichtige Aspekte für den hybriden Ansatz in Phase 7:

- **Strikte Einhaltung von Standards:** Die Installation und Prüfung der Sicherheitssysteme müssen streng nach den relevanten Vorschriften (SOLAS, nationale Gesetze, Klassifikationsgesellschaft) erfolgen. Hier ist ein sehr strukturierter und dokumentierter Ansatz erforderlich (Wasserfall).
- **Integration mit anderen Systemen:** Die Sicherheitssysteme müssen nahtlos in die anderen technischen Systeme integriert sein (z.B. Anbindung der H₂-Sensoren an die PLC zur automatischen Auslösung der Löschanlage).
- **Bedeutung von Tests und Schulungen:** Umfassende Tests unter realistischen Bedingungen und gründliche Schulungen der Crew sind unerlässlich, um die Wirksamkeit der Sicherheitssysteme im Notfall zu gewährleisten.

Schnittstellen zu anderen Phasen:

- **Phase 2 (Rumpfkonstruktion):** Bereitstellung der notwendigen Strukturen und Durchführungen für die Installation der Sicherheitssysteme (z.B. feuerfeste Wände).
- **Phase 4 (Antriebssysteme):** Integration der H₂-Gassensoren und der Löschanlage im Bereich des Wasserstoffantriebs.
- **Phase 5 (Technische Infrastruktur):** Anbindung der Sicherheitssysteme (Sensoren, Auslösemechanismen) an die zentrale PLC-Steuerung und die Energieversorgung.

Die Phase 7 ist von entscheidender Bedeutung für die Sicherheit von Crew und Schiff. Eine sorgfältige Planung, fachgerechte Installation und umfassende Tests gewährleisten, dass das "Neptun One" auch in Notfallsituationen bestmöglich geschützt ist. Die Einhaltung höchster Sicherheitsstandards hat in dieser Phase oberste Priorität.

Phase 8: Innenausbau (6-9 Monate)

Ziel dieser Phase: Gestaltung und Fertigstellung des Innenraums des Schiffes, einschließlich der Kabinen, Nasszellen, Kombüse und Wohnbereiche, unter Berücksichtigung von Leichtbauweise, Funktionalität, Ästhetik und den spezifischen Anforderungen für den maritimen Einsatz.

Verantwortlichkeit: Innenausbau-Team (Federführung für Design und Montage), Schreiner (Fertigung der Holzmodule), enge Koordination mit den Teams für Elektrik, Sanitär und der Projektleitung.

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Monat 1-2: Design und Fertigungsplanung der Holzmodule (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten (Innenausbau-Team & Schreiner):**
 - **Detailliertes Design des Innenaubaus:** Finalisierung des Layouts der Kabinen, Nasszellen, Kombüse und Wohnbereiche basierend auf den übergeordneten Plänen und unter Berücksichtigung der Raumformen des Rumpfes. Erstellung detaillierter 3D-Modelle und Ansichten des Innenraums.
 - **Planung der modularen Möblierung:** Entwicklung des Konzepts für die modulare Möblierung (Funktionalität, Flexibilität, Befestigungssysteme für den maritimen Einsatz). Festlegung der Abmessungen, Materialien und Oberflächen der einzelnen Module.
 - **Konstruktion der Leichtbau-Holzmodule:** Detaillierte Konstruktionszeichnungen für die einzelnen Möbelmodule unter Berücksichtigung der Leichtbauweise (Materialauswahl, Sandwichkonstruktionen etc.) und der CNC-Fertigung.
 - **Erstellung von CNC-Fertigungsdaten:** Programmierung der CNC-Maschinen für die präzise Fertigung der einzelnen Holzteile der Module.
 - **Materialauswahl und Beschaffung:** Auswahl geeigneter lokaler Laubholzarten für den Innenausbau (unter Berücksichtigung von Gewicht, Festigkeit und Ästhetik) sowie anderer Materialien (Beschläge, Oberflächenbehandlungen etc.). Bestellung der Materialien.
- **Deliverables:**
 - Finalisiertes Design des Innenraums (3D-Modelle und Ansichten).
 - Detaillierte Konstruktionszeichnungen der modularen Möbel.
 - CNC-Fertigungsdaten für alle Holzteile der Module.
 - Materialauswahl und Beschaffungsliste.

Monat 2-4: Fertigung der Leichtbau-Holzmodule (CNC-gefräst) (ca. 10 Wochen, Schreiner):

- **Aktivitäten (Schreiner):**
 - **Vorbereitung der CNC-Maschinen:** Einrichtung und Kalibrierung der CNC-Fräsmaschinen.
 - **Fertigung der Holzteile:** Präzise Fertigung aller Holzteile der Möbelmodule gemäß den CNC-Daten.
 - **Oberflächenbehandlung:** Schleifen, Furnieren, Lackieren oder Ölen der gefrästen Holzteile gemäß den Designvorgaben.
 - **Vormontage der Module:** Zusammenbau der einzelnen Holzteile zu ersten Modulen in der Werkstatt.
 - **Qualitätskontrolle:** Überprüfung der Maßhaltigkeit, Oberflächenqualität und Stabilität der gefertigten Module.
- **Deliverables:**
 - Gefertigte und oberflächenbehandelte Leichtbau-Holzmodule.
 - Vormontierte Möbelmodule (sofern sinnvoll für den Transport).

Monat 3-5: Verlegung der Natursteinböden (ca. 8 Wochen, Innenausbau-Team mit Steinmetz):

- **Aktivitäten (Innenausbau-Team & Steinmetz):**
 - **Vorbereitung der Unterböden:** Sicherstellung ebener und stabiler Untergründe in den Bereichen, in denen Natursteinböden verlegt werden sollen (Kabinen, Nasszellen, ggf. Wohnbereiche).
 - **Zuschnitt der Natursteinplatten:** Präziser Zuschnitt der Granit- oder Basaltplatten gemäß den Raumgeometrien.
 - **Verlegung der Natursteinböden:** Fachgerechte Verlegung der Natursteinplatten mit geeigneten Klebern und Fugenmörteln unter Berücksichtigung der maritimen Beanspruchung (Bewegungen des Schiffes).
 - **Versiegelung und Reinigung:** Oberflächenbehandlung der Natursteinböden zum Schutz und zur einfachen Reinigung.
- **Deliverables:**
 - Verlegte und versiegelte Natursteinböden in den Designierten Bereichen.

Monat 4-7: Installation der Kabinen, Nasszellen und der Kombüse (iterativ & flexibel) (ca. 12 Wochen, Innenausbau-Team mit Sanitär- und Elektroinstallateuren):

- **Aktivitäten (Innenausbau-Team, Sanitär- & Elektroinstallateure - Agiler Ansatz):**
 - **Sprint 1 (ca. 2 Wochen): Installation der Grundstrukturen in den Kabinen:**
 - Einbau von Trennwänden (Leichtbauweise).
 - Vorbereitung für die Aufnahme der modularen Betten und Schränke.
 - Verlegung erster Kabel für Beleuchtung und Steckdosen.
 - **Sprint 2 (ca. 2 Wochen): Installation der Nasszellen (Grundausstattung):**
 - Einbau der Duschwannen oder -bereiche.
 - Installation der Toiletten und Waschbecken (Rohinstallation Sanitär).
 - Verlegung erster Elektroinstallationen für Beleuchtung und Spiegel.
 - **Sprint 3 (ca. 2 Wochen): Installation der Kombüse (Grundausstattung):**
 - Einbau von Unterschränken (ggf. erste modulare Elemente).
 - Vorbereitung für den Einbau von Spüle, Herd und anderen Geräten (Rohinstallation Sanitär und Elektro).
 - **Sprint 4 und folgende Sprints (fortlaufend): Flexible und iterative Montage der modularen Möblierung in Kabinen und Wohnbereichen:**
 - Auslieferung und Einbringung der gefertigten Möbelmodule an Bord.
 - Iterative Montage und Anpassung der Module in den Kabinen und Wohnbereichen in enger Abstimmung mit dem Designplan und ggf. mit Feedback von potenziellen Nutzern (falls möglich).
 - Flexible Anpassung der Anordnung und Funktionalität der Module während der Montage.
 - **Parallele Installationen:** Gleichzeitig mit der Montage der modularen Möbel erfolgen die Installation der Sanitär-Endgeräte (Armaturen, Duschtüren etc.), der Küchengeräte (Induktionsherd, Spüle etc.) und der finalen Elektroinstallationen (Beleuchtung, Steckdosen, Schalter).
- **Deliverables (iterativ):**
 - Grundausgestattete Kabinen mit Trennwänden und vorbereiteten Anschlüssen.
 - Grundausgestattete Nasszellen mit Rohinstallationen.
 - Grundausgestattete Kombüse mit Rohinstallationen und ersten Schränken.
 - Iterativ montierte und angepasste modulare Möblierung in Kabinen und Wohnbereichen.
 - Fertig installierte Sanitär- und Elektroendgeräte in allen Bereichen.

Monat 7-9 (Puffer & Endfinish): Endmontage, Qualitätskontrolle und Übergabe (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten (Innenausbau-Team, Schreiner, Sanitär- & Elektroinstallateure):**
 - **Feinabstimmung der modularen Möblierung:** Letzte Anpassungen und Ausrichtungen der Möbelmodule. Sicherstellung der sicheren Befestigung für den maritimen Einsatz.

- **Installation von Details und Accessoires:** Anbringen von Beleuchtungselementen, Vorhängen, Spiegeln, Halterungen und anderen Ausstattungsdetails.
- **Endreinigung:** Gründliche Reinigung aller Innenräume.
- **Umfassende Qualitätskontrolle:** Überprüfung aller ausgeführten Arbeiten hinsichtlich Designvorgaben, Funktionalität und Verarbeitung.
- **Abnahme durch die Projektleitung:** Formelle Abnahme des Innenausbau nach erfolgreicher Qualitätskontrolle.
- **Deliverables:**
 - Vollständig ausgebauter Innenraum mit installierten Kabinen, Nasszellen und Kombüse.
 - Fertig montierte und funktionsfähige modulare Möblierung in allen Bereichen.
 - Gereinigter und abnahmebereiter Innenraum.

Wichtige Aspekte für den hybriden Ansatz in Phase 8:

- **Agiler Ansatz bei der Möblierung:** Die modulare Bauweise der Möbel ermöglicht einen flexiblen und iterativen Montageprozess. Feedback von potenziellen Nutzern oder neue Erkenntnisse können während der Montage in begrenztem Umfang berücksichtigt werden.
- **Wasserfall-Elemente:** Die grundlegenden Installationen (Wände, Sanitär-Rohinstallation, Elektro-Rohinstallation, Bodenbeläge) folgen eher einem sequenziellen Ansatz, da sie die Basis für die modulare Möblierung bilden.
- **Enge Koordination:** Eine enge Abstimmung zwischen dem Innenausbau-Team, den Schreibern sowie den Sanitär- und Elektroinstallateuren ist entscheidend für einen reibungslosen Ablauf und die Integration aller Gewerke.

Schnittstellen zu anderen Phasen:

- **Phase 2 (Rumpfkonstruktion):** Die Form und die Abmessungen des Rumpfes bilden die Grundlage für das Innenausbau-Design.
- **Phase 5 (Technische Infrastruktur):** Die Installation der Klima- und Belüftungssysteme muss in den Innenausbau integriert werden.
- **Phase 6 (Lebenserhaltungssysteme):** Die Integration der Aquaponik (falls Teile davon im Innenraum liegen) und der Wasseraufbereitung muss berücksichtigt werden.
- **Phase 7 (Sicherheitssysteme):** Die Installation von Brandschutzmaßnahmen im Innenraum (feuerfeste Materialien, Rauchmelder etc.) ist relevant.

Die Phase 8 verleiht dem "Neptun One" seine Wohnbarkeit und seinen Charakter. Die Kombination aus hochwertigen Materialien, funktionalem Design und der Flexibilität der modularen Möblierung trägt maßgeblich zum Gesamterlebnis an Bord bei. Ein gut geplanter und ausgeführter Innenausbau ist entscheidend für den Komfort und die Zufriedenheit der Nutzer.

Phase 9: Integration & Tests (6-10 Monate)

Ziel dieser Phase: Zusammenführung aller gebauten und installierten Systeme des "Neptun One" und Durchführung umfassender Tests in verschiedenen Umgebungen (Trockendock, Wasser, Land), um die Funktionalität, Sicherheit und Leistungsfähigkeit des gesamten Schiffes nachzuweisen.

Verantwortlichkeit: Projektteam (Gesamtkoordination), Testingenieure (Planung und Durchführung der Tests, Erstellung von Testprotokollen), Beteiligung aller Fachbereiche (Schiffbau, Maschinenbau, Elektrik, Elektronik, Innenausbau, Sicherheitstechnik).

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Monat 1-2: Umfassende Integration aller Systeme (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten (Gesamtes Projektteam):**
 - **Finale mechanische Verbindungen:** Sicherstellung aller mechanischen Verbindungen zwischen den Systemen (z.B. Anbindung des Fahrwerks an den Rumpf, Verbindung von Antriebswelle und Motor).
 - **Finale elektrische Verbindungen:** Abschluss aller elektrischen Verkabelungen und Anschlüsse zwischen den Systemen (Energieversorgung, Steuerungssignale, Datenleitungen).
 - **Anschluss von Fluidleitungen:** Verbindung aller Hydraulik-, Wasser-, Treibstoff- und Luftleitungen zwischen den Systemen (z.B. Hydraulik für Fahrwerk und Strahlruder, Kühlwasser für Motor, Wasserstoffleitungen).
 - **Softwareintegration:** Integration der Softwarekomponenten aller Steuerungssysteme (PLC, Motorsteuerung, Fahrwerkssteuerung, Navigationssysteme etc.). Sicherstellung der korrekten Datenkommunikation und des Zusammenspiels.
 - **Überprüfung der Systemkonfiguration:** Detaillierte Überprüfung der Konfiguration aller Systeme gemäß den Spezifikationen und Konstruktionszeichnungen.
 - **Erstellung eines detaillierten Testplans:** Ausarbeitung eines umfassenden Testplans, der alle Testbereiche (Trockendock, Wasser, Land), die Testverfahren, die Messkriterien und die Verantwortlichkeiten festlegt.
- **Deliverables:**
 - Vollständig integriertes Schiff mit allen verbundenen mechanischen, elektrischen und Fluid-Systemen.
 - Integrierte Softwarekomponenten aller Steuerungssysteme.
 - Detaillierter Testplan (Trockendock, Wasser, Land).

Monat 2-3: Funktionstests im Trockendock (ca. 6 Wochen)

- **Aktivitäten (Projektteam & Testingenieure):**
 - **Überprüfung der Energieversorgung:** Test der Haupt- und Notstromversorgung, der Funktion der Solarpanels und der Energieverteilung.
 - **Funktionstests der Antriebsanlage:** Probeläufe des Wasserstoff-Verbrennungsmotors, Überprüfung der Propellerfunktion und der Steuerung. Test des PEM-Elektrolyseurs und des H₂-Speichersystems (ohne Freisetzung großer Mengen H₂ in geschlossenen Räumen).
 - **Funktionstests des amphibischen Fahrwerks:** Aus- und Einfahren der Räder, Funktion der elektrischen Lenkung und der Luftfederung im statischen Zustand. Test der Ein- und Ausfahrbewegungen der Bug- und Heckstrahlruder sowie der Stabilisierungsflossen.
 - **Funktionstests der technischen Infrastruktur:** Überprüfung der Klima- und Belüftungssysteme, der Satellitenkommunikation, von AIS/Radar und der PLC-Steuerung (Sensordaten, Ansteuerung von Aktoren).
 - **Funktionstests der Lebenserhaltungssysteme:** Überprüfung der Pumpen und Filter des Aquaponiksystems, der Wasseraufbereitungsanlage und der automatischen Steuerung.
 - **Funktionstests der Sicherheitssysteme:** Test der H₂-Gassensoren, der Auslösemechanismen der Inertgas-Löschanlage (ohne Freisetzung), der Funktion der automatischen Rettungsinsel (Auslösung), der EPIRB und (falls möglich im Trockendock) der Tauchrettungskapsel.
 - **Dichtheitsprüfungen:** Überprüfung aller wasserführenden Systeme und der Rumpfdurchführungen auf Dichtheit.
- **Deliverables:**
 - Abgeschlossene Funktionstests aller Systeme im Trockendock gemäß Testplan.
 - Detaillierte Testprotokolle mit Messergebnissen und Abweichungen.
 - Identifizierung und Behebung von Mängeln und Fehlfunktionen.

Monat 3-4: Erste Schwimmtests (ca. 4 Wochen)

- **Aktivitäten (Projektteam & Testingenieure):**
 - **Vorbereitung für den Stapellauf:** Sicherstellung der Betriebsbereitschaft der wesentlichen Systeme für die ersten Wasserversuche.
 - **Stapellauf:** Vorsichtiges Zuwasserlassen des Schiffes.
 - **Überprüfung der Schwimmstabilität und des Trims:** Beobachtung des Schwimmverhaltens des Schiffes, Überprüfung des Tiefgangs und der Gewichtsverteilung.
 - **Erste Tests der Antriebsanlage im Wasser:** Langsame Fahrt mit dem Hauptantrieb, Überprüfung der Manövrierfähigkeit bei niedriger Geschwindigkeit.
 - **Erste Tests der Strahlruder:** Überprüfung der Funktion und Wirkung der Bug- und Heckstrahlruder beim Manövrieren im Hafenbereich.
 - **Überprüfung der Dichtheit unter Last:** Inspektion des Rumpfes und aller Durchführungen auf Dichtheit im Wasser.
- **Deliverables:**
 - Erfolgreicher Stapellauf.
 - Erste Einschätzung der Schwimmstabilität und des Trims.
 - Funktionstests des Hauptantriebs und der Strahlruder bei niedriger Geschwindigkeit.
 - Überprüfung der Rumpfdichtheit im Wasser.
 - Testprotokolle der ersten Schwimmtests.

Monat 4-6: Tests des amphibischen Fahrwerks (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten (Projektteam & Testingenieure):**
 - **Vorbereitung des Testgeländes:** Auswahl eines geeigneten Geländes für die Landtests (befestigte Fläche, ggf. Übergangsbereich Wasser/Land).
 - **Tests des Aus- und Einfahrens des Fahrwerks im Wasser:** Überprüfung der korrekten Funktion und Dichtheit des Fahrwerksmechanismus beim Übergang vom Wasser- zum Landmodus und umgekehrt.
 - **Langsame Landfahrt:** Erste Fahrversuche an Land bei niedriger Geschwindigkeit, Überprüfung der Lenkung und der Bremsen.
 - **Tests der Luftfederung:** Überprüfung der Funktion des Gewichtsausgleichs und der Anpassung an unterschiedliche Lastzustände.
 - **Tests des Umschaltprozesses Land/Wasser:** Mehrfache Durchführung des automatisierten Umschaltprozesses und Überprüfung der Zeit (<30 Min) und der korrekten Funktion aller beteiligten Systeme.
- **Deliverables:**
 - Erfolgreiche Tests des Aus- und Einfahrens des Fahrwerks im Wasser.
 - Funktionstests der Lenkung und Bremsen bei langsamer Fahrt an Land.
 - Funktionstests der Luftfederung.
 - Erfolgreiche Durchführung des automatisierten Umschaltprozesses.
 - Testprotokolle der Fahrwerkstests.

Monat 5-7: Kalibrierung der Steuerungssysteme (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten (Projektteam & Testingenieure):**
 - **Kalibrierung der Antriebssteuerung:** Feinabstimmung der Motorleistungsregelung, der Propelleransteuerung und der Interaktion mit dem Energiemanagementsystem.
 - **Kalibrierung der Fahrwerkssteuerung:** Optimierung der Lenkreaktion, der Bremskraftverteilung und der Anpassung der Luftfederung an unterschiedliche Fahrbedingungen.
 - **Kalibrierung der Navigationssysteme:** Abgleich von GPS, Kompass, AIS und Radar für eine präzise Positionsbestimmung und Navigation.
 - **Kalibrierung der automatischen Trimmung:** Feinabstimmung des Systems zur automatischen Anpassung der Segelstellung.
 - **Kalibrierung der Lebenserhaltungssysteme:** Optimierung der Steuerungsparameter für Aquaponik und Wasseraufbereitung.

- **Kalibrierung der Sicherheitssysteme:** Überprüfung der Ansprechzeiten und Empfindlichkeiten der Sensoren und Auslösemechanismen.
- **Deliverables:**
 - Kalibrierte Steuerungssysteme für alle relevanten Bereiche.
 - Optimierte Leistung und Ansprechverhalten der Systeme.
 - Dokumentation der Kalibrierungsparameter.

Monat 7-9: Seetests (Stabilität, Manövrierfähigkeit) (ca. 8 Wochen)

- **Aktivitäten (Projektteam & Testingenieure):**
 - **Tests bei unterschiedlichen Seegangsbedingungen:** Erprobung der Stabilität und des Seeverhaltens des Schiffes bei verschiedenen Wellenhöhen und Frequenzen.
 - **Manövrierfähigkeitstests:** Durchführung von Wendemanövern, Anlegen und Ablegen unter verschiedenen Wind- und Strömungsbedingungen. Test der Reaktion auf Ruderbefehle und den Einsatz der Strahlruder.
 - **Leistungstests unter Segel:** Erprobung der Segelleistung bei verschiedenen Windstärken und -winkeln, Test der automatischen Trimmung.
 - **Leistungstests unter Motor:** Messung der Geschwindigkeit und des Treibstoffverbrauchs (Wasserstoff) bei verschiedenen Lastzuständen. Überprüfung der Reichweite.
 - **Notfallmanöver:** Durchführung simulierter Notfallsituationen (z.B. Ausfall des Hauptantriebs, Ruderausfall) und Erprobung der Notfallsysteme und -verfahren.
- **Deliverables:**
 - Nachweis der Stabilität und des sicheren Seeverhaltens unter verschiedenen Bedingungen.
 - Bewertung der Manövrierfähigkeit unter verschiedenen Bedingungen.
 - Messung der Segel- und Motorleistung.
 - Erprobung von Notfallmanövern.
 - Detaillierte Testprotokolle der Seetests.

Monat 8-10: Landtests (Fahrverhalten, Bremsen etc.) (ca. 6 Wochen)

- **Aktivitäten (Projektteam & Testingenieure):**
 - **Fahrttests auf verschiedenen Straßentypen:** Erprobung des Fahrverhaltens auf geraden Strecken, in Kurven und bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten (bis zur Straßenzulassungsgrenze).
 - **Bremstests:** Durchführung von Bremsmanövern aus verschiedenen Geschwindigkeiten, Überprüfung der Bremsleistung und des Ansprechverhaltens.
 - **Lenkungstests:** Überprüfung der Lenkpräzision und des Lenkkraftbedarfs.
 - **Tests der Federung:** Beurteilung des Fahrkomforts und des Lastenausgleichs durch die Luftfederung.
 - **Tests der Beleuchtung und Signalanlage:** Überprüfung der Funktion aller für die Straßenzulassung relevanten Beleuchtungs- und Signaleinrichtungen.
- **Deliverables:**
 - Bewertung des Fahrverhaltens auf verschiedenen Straßentypen.
 - Messergebnisse der Bremstests.
 - Beurteilung der Lenkung und Federung.
 - Funktionstest der Beleuchtung und Signalanlage.
 - Testprotokolle der Landtests.

Wichtige Aspekte für den hybriden Ansatz in Phase 9:

- **Umfassende Systemintegration:** Diese Phase erfordert die nahtlose Integration aller zuvor einzeln getesteten Systeme.

- **Testen in realen Umgebungen:** Die Tests in verschiedenen Umgebungen (Trockendock, Wasser, Land) sind unerlässlich, um die Funktionalität unter realen Betriebsbedingungen nachzuweisen.
- **Iterative Fehlerbehebung:** Während der umfangreichen Tests können Fehler und Mängel auftreten, die eine iterative Fehlerbehebung und Anpassung der Systeme erfordern.
- **Dokumentation:** Eine detaillierte Dokumentation aller Testverfahren, Ergebnisse und behobenen Mängel ist entscheidend für die spätere Genehmigung und den Betrieb des Schiffes.

Schnittstellen zu anderen Phasen:

- **Alle vorherigen Phasen:** Die Qualität der Arbeit in allen vorherigen Phasen hat direkten Einfluss auf den Erfolg der Integrations- und Testphase.
- **Phase 10 (Genehmigungen & Übergabe):** Die Ergebnisse der Tests sind wesentliche Nachweise für die Erlangung der Straßenzulassung und der Klassifizierung als Hochseeyacht.

Die Phase 9 ist die kritische Phase, in der sich zeigt, ob das innovative Konzept des "Neptun One" in der Realität funktioniert. Eine sorgfältige Planung, die Einbindung erfahrener Testingenieure und eine enge Zusammenarbeit des gesamten Projektteams sind unerlässlich, um alle Funktionen umfassend zu prüfen und die Leistungsfähigkeit und Sicherheit des amphibischen Segelschiffs nachzuweisen.

Phase 10: Genehmigungen & Übergabe (3-6 Monate)

Ziel dieser Phase: Erlangung aller erforderlichen Genehmigungen für den Betrieb des "Neptun One" auf Straße und See, Erstellung der finalen Dokumentation und die formelle Übergabe des Schiffes an den Auftraggeber oder Nutzer.

Verantwortlichkeit: Projektleitung (Gesamtkoordination, Schnittstelle zum Auftraggeber), Rechtsteam (Begleitung der Genehmigungsprozesse), Unterstützung der Fachbereiche (Bereitstellung von Dokumentationen und Nachweisen).

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Monat 1-3: Durchführung der Einzelabnahme durch den TÜV (ca. 8-12 Wochen)

- **Aktivitäten (Projektleitung, relevante Fachbereiche):**
 - **Vorbereitung der Dokumente für den TÜV:** Zusammenstellung aller relevanten technischen Dokumentationen, Testprotokolle (insbesondere aus den Landtests), Materialzertifikate, Konstruktionszeichnungen und Nachweise für die Einhaltung der StVZO-Anforderungen (Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung).
 - **Terminierung und Koordination der Einzelabnahme:** Vereinbarung von Terminen mit dem TÜV (oder einer benannten Prüfstelle) für die Begutachtung des Schiffes. Koordination der Vorbereitung des Schiffes für die Prüfung (Zugänglichkeit aller relevanten Bereiche).
 - **Durchführung der Einzelabnahme:** Begleitung der TÜV-Prüfer bei der detaillierten Inspektion des Schiffes, insbesondere der straßenrelevanten Komponenten (Fahrwerk, Lenkung, Bremsen, Beleuchtung, Signalanlage, Abmessungen, Gewicht). Beantwortung von Fragen und Bereitstellung zusätzlicher Informationen.
 - **Bearbeitung von Mängellisten:** Falls bei der Prüfung Mängel festgestellt werden, müssen diese umgehend behoben und die Korrekturen dem TÜV nachgewiesen werden.
 - **Erlangung des Gutachtens für die Einzelbetriebserlaubnis:** Nach erfolgreicher Prüfung und Behebung aller Mängel erstellt der TÜV das Gutachten für die Einzelbetriebserlaubnis gemäß §21 StVZO.

- **Beantragung der Einzelbetriebserlaubnis:** Einreichung des TÜV-Gutachtens bei der zuständigen Zulassungsbehörde zur Erteilung der Einzelbetriebserlaubnis für das "Neptun One".
- **Deliverables:**
 - Vollständige Dokumentation für die TÜV-Einzelabnahme.
 - Durchführung der Einzelabnahme durch den TÜV.
 - Bearbeitete und nachgewiesene Mängellisten (falls erforderlich).
 - Gutachten für die Einzelbetriebserlaubnis gemäß §21 StVZO.
 - Erteilte Einzelbetriebserlaubnis durch die zuständige Zulassungsbehörde.

Monat 2-4: Begleitung des Klassifizierungsprozesses (ca. 8-12 Wochen)

- **Aktivitäten (Projektleitung, Rechtsteam, relevante Fachbereiche):**
 - **Vorbereitung der Dokumente für die Klassifikationsgesellschaft:** Zusammenstellung aller relevanten technischen Dokumentationen, Testprotokolle (insbesondere aus den Seetests), Materialzertifikate, Konstruktionszeichnungen und Nachweise für die Einhaltung der Regeln der ausgewählten Klassifikationsgesellschaft (z.B. DNV, Lloyd's Register) und der SOLAS-Konvention.
 - **Koordination der Begutachtungen und Surveys:** Vereinbarung von Terminen mit den Gutachtern der Klassifikationsgesellschaft für verschiedene Surveys während des Bauprozesses und der Endabnahme. Begleitung der Gutachter bei den Inspektionen des Schiffes (Rumpf, Struktur, Maschinenanlage, Sicherheitseinrichtungen etc.).
 - **Bearbeitung von Auflagen und Empfehlungen:** Falls die Klassifikationsgesellschaft Auflagen oder Empfehlungen ausspricht, müssen diese erfüllt und nachgewiesen werden.
 - **Erlangung der Klassifikationszertifikate:** Nach erfolgreichen Surveys und Erfüllung aller Anforderungen stellt die Klassifikationsgesellschaft die entsprechenden Klassifikationszertifikate für das "Neptun One" aus, die die Hochseetauglichkeit bestätigen.
- **Deliverables:**
 - Vollständige Dokumentation für die Klassifikationsgesellschaft.
 - Durchführung der Begutachtungen und Surveys.
 - Bearbeitete und nachgewiesene Auflagen und Empfehlungen.
 - Erlangte Klassifikationszertifikate (z.B. Hull Certificate, Machinery Certificate, Safety Certificates).

Monat 3-5: Finale Dokumentation (ca. 4-8 Wochen)

- **Aktivitäten (Projektleitung, alle Fachbereiche):**
 - **Zusammenstellung der gesamten technischen Dokumentation:** Archivierung aller Konstruktionszeichnungen (as-built), Schaltpläne, Hydraulikpläne, Datenblätter der Komponenten, Materialzertifikate, Testprotokolle aller Phasen, Genehmigungsdokumente und Klassifikationszertifikate.
 - **Erstellung der Bedienungsanleitungen und Wartungspläne:** Ausführliche Anleitungen für die Bedienung aller Systeme des Schiffes sowie detaillierte Wartungspläne und -intervalle.
 - **Erstellung von Schulungsmaterialien:** Unterlagen und Präsentationen für die Einweisung des Auftraggebers/Nutzers in die Bedienung und Wartung des "Neptun One".
 - **Erstellung der Konformitätserklärung:** Zusammenstellung aller relevanten Normen und Richtlinien, die bei der Konstruktion und dem Bau des Schiffes berücksichtigt wurden, und Erstellung einer Konformitätserklärung.
 - **Übergabe der Dokumentation:** Zusammenstellung aller Dokumente in strukturierter Form (digital und ggf. in Papierform) für die Übergabe an den Auftraggeber/Nutzer.
- **Deliverables:**

- Umfassende technische Dokumentation (digital und ggf. in Papierform).
- Detaillierte Bedienungsanleitungen für alle Systeme.
- Detaillierte Wartungspläne und -intervalle.
- Schulungsmaterialien für den Auftraggeber/Nutzer.
- Konformitätserklärung.

Monat 4-6: Übergabe an den Auftraggeber/Nutzer (ca. 2-4 Wochen)

- **Aktivitäten (Projektleitung, alle relevanten Fachbereiche):**
 - **Terminierung und Vorbereitung der Übergabe:** Festlegung des Übergabetermins und Vorbereitung des Schiffes für die Übergabe (Endreinigung, letzte Überprüfungen).
 - **Durchführung der Einweisung und Schulung:** Umfassende Einweisung des Auftraggebers/Nutzers und des назначенного Personals in die Bedienung aller Systeme des Schiffes (Antrieb, Fahrwerk, Lebenserhaltung, Sicherheit etc.) anhand der erstellten Schulungsmaterialien.
 - **Probefahrten und Demonstrationen:** Durchführung von Probefahrten auf Wasser und an Land, um die Funktionalität aller Systeme unter realen Bedingungen zu demonstrieren.
 - **Formelle Übergabe:** Unterzeichnung des Übergabeprotokolls und der zugehörigen Dokumente (z.B. Kaufvertrag, Garantiebedingungen). Übergabe der Schlüssel und der finalen Dokumentation.
 - **After-Sales-Support:** Vereinbarung von Modalitäten für den After-Sales-Support und die Beantwortung von Fragen nach der Übergabe.
- **Deliverables:**
 - Erfolgreich durchgeführte Einweisung und Schulung des Auftraggebers/Nutzers.
 - Durchgeführte Probefahrten und Demonstrationen.
 - Unterzeichnetes Übergabeprotokoll.
 - Übergabe der Schlüssel und der finalen Dokumentation.
 - Vereinbarungen zum After-Sales-Support.

Wichtige Aspekte für den hybriden Ansatz in Phase 10:

- **Sequenzielle Genehmigungsprozesse:** Die Erlangung der Genehmigungen (TÜV und Klassifikation) folgt einem stark sequenziellen und formalen Prozess (Wasserfall).
- **Agile Elemente (in der Dokumentation und Schulung):** Bei der Erstellung der Bedienungsanleitungen und Schulungsmaterialien kann ein agiler Ansatz hilfreich sein, um iterativ Feedback vom Auftraggeber/Nutzer einzuholen und die Materialien entsprechend anzupassen.
- **Hohe Formalität:** Die Übergabe ist ein formeller Akt, der eine sorgfältige Vorbereitung und Dokumentation erfordert (Wasserfall).

Schnittstellen zu anderen Phasen:

- **Alle vorherigen Phasen:** Die erfolgreiche Durchführung aller vorherigen Phasen und die Erstellung der entsprechenden Dokumentationen sind die Grundlage für die Erlangung der Genehmigungen.
- **Phase 9 (Integration & Tests):** Die Testprotokolle aus Phase 9 sind wesentliche Nachweise für die Genehmigungsbehörden und die Klassifikationsgesellschaft.

Die Phase 10 bildet den erfolgreichen Abschluss des Projekts "Amphibisches Segelschiff". Die Erlangung der erforderlichen Genehmigungen und die reibungslose Übergabe an den Auftraggeber/Nutzer sind entscheidend für die Zufriedenheit aller Beteiligten und den zukünftigen Erfolg des "Neptun One". Eine sorgfältige Vorbereitung und Durchführung dieser Phase sind unerlässlich.

Zulassungsvorschriften für das amphibische Segelschiff "Neptun One"

1. Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

- **Anwendungsbereich:**
 - Fahrwerksmechanik (hydraulisches 3-Achs-System)
 - Antriebskomponenten (Wasserstoffmotor, Propeller)
 - Automatisierte Transformatonssysteme
- **Konformitätsanforderungen:**
 - Risikobeurteilung nach EN ISO 12100
 - CE-Kennzeichnung mit technischer Dokumentation
 - Schutz gegen unbeabsichtigtes Ausfahren des Fahrwerks
 - Not-Aus-Systeme für alle beweglichen Teile

2. Sportbootrichtlinie (2013/53/EU)

- **Kategorie A (Hochsee):**
 - Stabilitätsnachweis für Wellen >4m
 - Selbstlenzende Decks
 - Rettungsinsel für alle Passagiere
- **Besondere Anforderungen:**
 - Wasserdichte Schotte
 - Doppelte Steuerungssysteme
 - CE-Kennzeichnung im Cockpitbereich

3. Marine Equipment Directive (MED)

- **Zertifizierungspflichtige Ausrüstung:**
 - Navigationslichter (EN 14744)
 - Brandschutzsysteme (SOLAS-konform)
 - Satellitenkommunikationssysteme
 - Rettungsmittel (EPIRB, Rettungsinseln)

4. SOLAS-Vorschriften (für Schiffe >24m)

- **Kapitel II-1:**
 - Maschinenraum-Feuerlöschsystem
 - Wasserdichte Unterteilung
 - Bilgenalarmanlage
- **Kapitel V:**
 - ECDIS-Pflicht
 - AIS Klasse A
 - Voyage Data Recorder

5. Straßenzulassung (EU-Fahrzeugtypengenehmigung)

- **ECE-Regelungen:**
 - Bremsen (R13)
 - Beleuchtung (R48)
 - Spiegelanordnung (R46)
- **Nationale Besonderheiten:**
 - Einzelabnahme durch TÜV/KÜS
 - Sondergenehmigung für Amphibienfahrzeuge

6. Wasserstoff-Spezifikationen

- **EG 79/2009 (Wasserstofffahrzeuge):**
 - Crash-Tests für Tanks
 - H₂-Sensoren in allen Räumen
 - Belüftungssysteme für Gasansammlungen
- **ADR/RID für Transport:**
 - Druckbehälterzulassung
 - Notentleerungssysteme

7. Umweltvorschriften

- **EU-Ökodesign-Richtlinie:**
 - Lärmemissionen <75 dB(A)
 - Abgasnorm Euro VI für Verbrennungsteile
- **Ballastwasser-Management:**
 - IMO D-2 Standard
 - UV-Desinfektionssystem

8. Klassifikationsgesellschaften

- **Optionen:**
 - DNV GL "Comfort Class"
 - Lloyd's Register "Integrated Bridge System"
 - RINA "Green Plus" für H₂-Antriebe
- **Besonderheiten:**
 - Stabilitätsberechnungen für beide Betriebsmodi
 - Materialgutachten für GFK-Holz-Verbund

9. Nationale Besonderheiten (Deutschland)

- **Bundeswasserstraßengesetz:**
 - Sondergenehmigung für amphibischen Betrieb
 - Nachtfahrverbote auf bestimmten Strecken
- **Binnenschifffahrtsstraßen-Ordnung:**
 - Separate Lichterführung für Amphibienbetrieb
 - Pflichtschifferzeugnis für Fahrer

10. Empfohlener Zulassungsfahrplan

Phase	Maßnahme	Dauer
1	Konstruktionsprüfung durch Klassifikationsgesellschaft	6 Monate
2	Prototyp-Tests (Land/Wasser)	12 Monate
3	MED-Zertifizierung kritischer Systeme	4 Monate
4	Straßenzulassungsverfahren	8 Monate
5	SOLAS-Finalaudit	3 Monate

Hinweis: Die parallele Beantragung von See- und Straßenzulassung wird empfohlen, da sich einige Tests (z.B. Crash-Tests) für beide Systeme nutzen lassen. Die geschätzten Kosten für das komplette Zulassungsverfahren belaufen sich auf 1,8-2,3 Mio. €.

Detaillierte Beschreibung der Zulassungsvorschriften für das Amphibische Segelschiff "Neptun One"

Die Zulassung des "Neptun One", eines einzigartigen amphibischen Segelschiffs, erfordert die Einhaltung einer Vielzahl von nationalen und internationalen Vorschriften, Richtlinien und Standards für verschiedene Betriebsbereiche (Maschinen, Sportboot, Marineausrüstung, Seeschifffahrt, Straßenverkehr, Wasserstofftechnologie und Umwelt). Die folgende detaillierte Beschreibung fasst die relevanten Anforderungen zusammen:

1. Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

- **Anwendungsbereich:** Diese Richtlinie betrifft die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für Maschinen. Im Fall des "Neptun One" fallen darunter:
 - **Fahrwerksmechanik (hydraulisches 3-Achs-System):** Das Design, die Konstruktion und der Betrieb des hydraulischen Fahrwerks müssen den Sicherheitsanforderungen für bewegliche Maschinen entsprechen.
 - **Antriebskomponenten (Wasserstoffmotor, Propeller):** Der Wasserstoffverbrennungsmotor und die Propelleranlage gelten als Maschinen im Sinne dieser Richtlinie.
 - **Automatisierte Transformationssysteme:** Die Mechanismen und Steuerungen, die den Übergang zwischen Land- und Wasserbetrieb ermöglichen, fallen ebenfalls unter diese Richtlinie.
- **Konformitätsanforderungen:** Um die CE-Kennzeichnung zu erhalten und die Konformität mit der Maschinenrichtlinie nachzuweisen, sind folgende Schritte erforderlich:
 - **Risikobeurteilung nach EN ISO 12100:** Eine umfassende Risikobeurteilung muss durchgeführt werden, um alle potenziellen Gefahren während des Betriebs, der Wartung und des Transports der genannten Maschinen zu identifizieren und geeignete Schutzmaßnahmen festzulegen.
 - **CE-Kennzeichnung mit technischer Dokumentation:** Nach erfolgreicher Risikobeurteilung und Umsetzung der Schutzmaßnahmen muss das Schiff mit der CE-Kennzeichnung versehen werden. Eine detaillierte technische Dokumentation, einschließlich der Risikobeurteilung, der Konstruktionszeichnungen, der Bedienungsanleitungen und der Konformitätserklärung, muss erstellt und aufbewahrt werden.
 - **Schutz gegen unbeabsichtigtes Ausfahren des Fahrwerks:** Es müssen konstruktive und/oder sicherheitstechnische Maßnahmen vorhanden sein, die ein unbeabsichtigtes Ausfahren des Fahrwerks während des Wasserbetriebs zuverlässig verhindern.
 - **Not-Aus-Systeme für alle beweglichen Teile:** Gut zugängliche und eindeutig gekennzeichnete Not-Aus-Systeme müssen für alle gefährlichen beweglichen Teile (z.B. Fahrwerksmechanismen, Propeller bei Wartungsarbeiten) installiert sein.

2. Sportbootrichtlinie (2013/53/EU)

- **Kategorie A (Hochsee):** Da das "Neptun One" für den Hochseebetrieb ausgelegt ist, muss es die Anforderungen der Kategorie A erfüllen, die für Boote gelten, die für Fahrten ausgelegt sind, bei denen Windstärke 8 (Beaufort-Skala) und signifikante Wellenhöhen von über 4 Metern auftreten können.
- **Konformitätsanforderungen für Kategorie A:**
 - **Stabilitätsnachweis für Wellen >4m:** Umfassende Stabilitätsberechnungen und ggf. Krängungsversuche müssen nachweisen, dass das Schiff unter den genannten extremen Bedingungen sicher und stabil bleibt.
 - **Selbstlenzende Decks:** Alle Decks, von denen Wasser in den Rumpf gelangen könnte, müssen so konstruiert sein, dass eingedrungenes Wasser selbstständig ablaufen kann.

- **Rettungsinsel für alle Passagiere:** Es muss eine oder mehrere Rettungsinseln an Bord vorhanden sein, deren Gesamtkapazität ausreicht, um alle an Bord befindlichen Personen aufzunehmen.
- **Besondere Anforderungen für das "Neptun One":**
 - **Wasserdichte Schotte:** Zur Erhöhung der Sicherheit im Falle einer Beschädigung des Rumpfes müssen wasserdichte Schotte installiert sein, die das Eindringen von Wasser auf bestimmte Bereiche begrenzen.
 - **Doppelte Steuerungssysteme:** Für den Fall eines Ausfalls des primären Steuerungssystems muss ein unabhängiges, sekundäres Steuerungssystem vorhanden sein, um die Manövrierfähigkeit des Schiffes zu gewährleisten. Dies könnte sowohl für den Wasser- als auch für den Landbetrieb relevant sein.
 - **CE-Kennzeichnung im Cockpitbereich:** Im Cockpitbereich muss die CE-Kennzeichnung des Sportboots deutlich sichtbar angebracht sein.

3. Marine Equipment Directive (MED)

- **Zertifizierungspflichtige Ausrüstung:** Bestimmte Ausrüstungsgegenstände, die an Bord von Seeschiffen verwendet werden, unterliegen der MED und müssen eine spezielle Zertifizierung (Wheelmark) aufweisen, die ihre Konformität mit internationalen Standards belegt. Für das "Neptun One" sind potenziell folgende Ausrüstungen betroffen:
 - **Navigationslichter (EN 14744):** Die Positionslichter und Signalleuchten des Schiffes müssen den Anforderungen der EN 14744 entsprechen und MED-zertifiziert sein.
 - **Brandschutzsysteme (SOLAS-konform):** Alle fest installierten und tragbaren Feuerlöscheinrichtungen müssen SOLAS-konform sein und die MED-Zertifizierung tragen.
 - **Satellitenkommunikationssysteme:** Bestimmte Satellitenkommunikationsgeräte, insbesondere solche, die für Seenotfälle relevant sind, können unter die MED fallen.
 - **Rettungsmittel (EPIRB, Rettungsinseln):** Die EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon) und die Rettungsinseln müssen MED-zertifiziert sein.

4. SOLAS-Vorschriften (International Convention for the Safety of Life at Sea) für Schiffe >24m

- Da das "Neptun One" potenziell eine Länge von über 24 Metern erreichen kann, könnten bestimmte Kapitel der SOLAS-Konvention relevant werden, insbesondere in Bezug auf die Sicherheit von großen Yachten.
- **Kapitel II-1 (Bau - Struktur, Unterteilung und Stabilität, Maschinen- und Elektroanlagen):**
 - **Maschinenraum-Feuerlöschsystem:** Ein fest installiertes Feuerlöschsystem für den Maschinenraum (z.B. CO2, Inertgas) kann erforderlich sein.
 - **Wasserdichte Unterteilung:** Die Anforderungen an die Anzahl und Anordnung der wasserdichten Schotte können strenger sein als unter der Sportbootrichtlinie.
 - **Bilgenalarmanlage:** Ein System zur rechtzeitigen Erkennung von Wassereintrich in den Bilgen und zur Alarmierung der Crew kann vorgeschrieben sein.
- **Kapitel V (Sicherheit der Navigation):**
 - **ECDIS-Pflicht (Electronic Chart Display and Information System):** Ein elektronisches Seekartensystem mit entsprechenden Backups kann für Schiffe dieser Größe vorgeschrieben sein.
 - **AIS Klasse A (Automatic Identification System):** Ein AIS-Transponder der Klasse A, der detailliertere Informationen über das Schiff aussendet, kann erforderlich sein.
 - **Voyage Data Recorder (VDR):** Ein Fahrtenschreiber zur Aufzeichnung von Navigationsdaten und Kommunikation auf der Brücke kann für bestimmte Schiffstypen über 24m vorgeschrieben sein.

5. Straßenzulassung (EU-Fahrzeugtypengenehmigung)

- Die Straßenzulassung für ein so ungewöhnliches Fahrzeug wie das "Neptun One" wird eine besondere Herausforderung darstellen. Da es sich nicht um ein typisches Kraftfahrzeug handelt, ist wahrscheinlich keine EU-Fahrzeugtypengenehmigung im herkömmlichen Sinne möglich.
- **ECE-Regelungen (Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa):** Bestimmte ECE-Regelungen für Kraftfahrzeuge und deren Ausrüstung könnten als Referenz für die Einzelabnahme herangezogen werden:
 - **Bremsen (R13):** Die Bremsanlage muss den Anforderungen an die Bremsleistung und -sicherheit entsprechen.
 - **Beleuchtung (R48):** Die Installation und Funktion der Außenbeleuchtung (Scheinwerfer, Rückleuchten, Blinker etc.) muss den Vorschriften entsprechen.
 - **Spiegelanordnung (R46):** Die Anzahl und Anordnung der Rückspiegel muss ausreichend sein, um ein sicheres Sichtfeld zu gewährleisten.
- **Nationale Besonderheiten (Deutschland):**
 - **Einzelabnahme durch TÜV/KÜS:** Aufgrund der Einzigartigkeit des Fahrzeugs wird eine Einzelabnahme gemäß §21 StVZO durch eine technische Prüfstelle (TÜV oder KÜS) erforderlich sein. Hierbei werden die Verkehrssicherheit und die Einhaltung der relevanten Vorschriften im Detail geprüft.
 - **Sondergenehmigung für Amphibienfahrzeuge:** Es ist sehr wahrscheinlich, dass für den Betrieb auf öffentlichen Straßen eine spezielle Sondergenehmigung von der zuständigen Verkehrsbehörde eingeholt werden muss, die die besonderen Eigenschaften und Betriebsbedingungen des Amphibienfahrzeugs berücksichtigt.

6. Wasserstoff-Spezifikationen

- Der Betrieb mit Wasserstoff als Treibstoff erfordert die Einhaltung spezifischer Sicherheitsvorschriften.
- **EG 79/2009 (Wasserstofffahrzeuge):** Obwohl diese Verordnung primär für straßengebundene Wasserstofffahrzeuge gilt, können ihre Anforderungen als guter Standard für die sicherheitstechnische Auslegung des Wasserstoffsystems an Bord dienen:
 - **Crash-Tests für Tanks:** Die Wasserstofftanks müssen so konstruiert sein, dass sie auch bei Unfällen (sowohl an Land als auch potenziell auf See) ihre Integrität bewahren.
 - **H₂-Sensoren in allen Räumen:** In allen Bereichen, in denen Wasserstoff austreten könnte, müssen H₂-Gassensoren installiert sein, die bei Leckagen frühzeitig warnen.
 - **Belüftungssysteme für Gasansammlungen:** Es müssen effektive Belüftungssysteme vorhanden sein, um die Ansammlung von Wasserstoff in geschlossenen Räumen zu verhindern.
- **ADR/RID für Transport (falls relevant für die Befüllung der Tanks):** Das Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) und auf der Schiene (RID) ¹ regelt den sicheren Transport von Wasserstoff. Obwohl das Schiff selbst kein Transportmittel im Sinne dieser Vorschriften ist, könnten die Anforderungen an Druckbehälter und Notentleerungssysteme für die Betankung relevant sein.
 - **Druckbehälterzulassung:** Die Wasserstofftanks müssen über eine gültige Zulassung für den Betrieb unter hohem Druck verfügen.
 - **Notentleerungssysteme:** Es müssen sichere Notentleerungssysteme vorhanden sein, um den Wasserstoff im Notfall kontrolliert ablassen zu können.

[1. www.munitionsmanufaktur.de](http://www.munitionsmanufaktur.de)

www.munitionsmanufaktur.de

7. Umweltvorschriften

- Auch Umweltaspekte spielen bei der Zulassung eine Rolle.
- **EU-Ökodesign-Richtlinie:** Obwohl diese Richtlinie primär Produkte im Binnenmarkt betrifft, können ihre Grundsätze für die Konstruktion des "Neptun One" relevant sein:
 - **Lärmemissionen <75 dB(A):** Die Geräuschemissionen des Schiffes im Betrieb (sowohl an Land als auch auf See) sollten möglichst gering sein und idealerweise den genannten Grenzwert nicht überschreiten.
 - **Abgasnorm Euro VI für Verbrennungsteile:** Obwohl der primäre Antrieb Wasserstoff ist, könnten Hilfsaggregate oder der Wasserstoffmotor selbst (bei potenziellen NO_x-Emissionen) den Anforderungen der Euro VI Abgasnorm ähneln müssen.
- **Ballastwasser-Management:** Für Schiffe dieser Größe, die international verkehren, kann die IMO-Konvention zum Ballastwasser-Management relevant werden.
 - **IMO D-2 Standard:** Das Ballastwasser muss so behandelt werden, dass die Einbringung invasiver Arten in neue Ökosysteme verhindert wird.
 - **UV-Desinfektionssystem:** Der Einsatz eines UV-Desinfektionssystems zur Ballastwasserbehandlung könnte eine Option sein.

8. Klassifikationsgesellschaften (Optionen)

- Die Zusammenarbeit mit einer anerkannten Klassifikationsgesellschaft ist ratsam, um die Einhaltung internationaler Standards für Seeschiffe zu gewährleisten und die Zulassungsprozesse zu erleichtern.
- **Optionen und deren Schwerpunkte:**
 - **DNV GL "Comfort Class":** Fokus auf Komfortaspekte für Passagiere und Crew (z.B. Lärm, Vibrationen).
 - **Lloyd's Register "Integrated Bridge System":** Fokus auf die Integration der Navigations- und Steuerungssysteme.
 - **RINA "Green Plus" für H₂-Antriebe:** Spezifische Expertise im Bereich umweltfreundlicher Antriebe, einschließlich Wasserstoff.
- **Besonderheiten für das "Neptun One":**
 - **Stabilitätsberechnungen für beide Betriebsmodi:** Die Klassifikationsgesellschaft wird detaillierte Stabilitätsberechnungen sowohl für den Wasser- als auch für den Landbetrieb fordern, da sich die Gewichtsverteilung und die hydrostatischen Eigenschaften deutlich unterscheiden.
 - **Materialgutachten für GFK-Holz-Verbund:** Die verwendeten Verbundmaterialien (GFK und Holz) müssen umfassende Materialgutachten und Festigkeitsnachweise vorlegen.

9. Nationale Besonderheiten (Deutschland)

- Für den Betrieb in Deutschland sind zusätzlich nationale Gesetze und Verordnungen zu beachten.
- **Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG):**
 - **Sondergenehmigung für amphibischen Betrieb:** Es ist wahrscheinlich, dass für den Betrieb auf Bundeswasserstraßen eine spezielle Sondergenehmigung erforderlich ist, die die besonderen Eigenschaften des Amphibienfahrzeugs berücksichtigt.
 - **Nachtfahrverbote auf bestimmten Strecken:** Auf bestimmten Binnenwasserstraßen können Nachtfahrverbote gelten, die auch für das "Neptun One" relevant sein könnten.
- **Binnenschiffahrtsstraßen-Ordnung (BinSchStrO):**

- **Separate Lichterführung für Amphibienbetrieb:** Es könnten spezielle Regeln für die Lichterführung gelten, wenn sich das Schiff im amphibischen Übergangsmodus oder an Land in der Nähe von Wasserstraßen befindet.
- **Pflichtschifferzeugnis für Fahrer:** Für das Führen des Schiffes auf Binnenwasserstraßen kann ein bestimmtes Schifferzeugnis erforderlich sein.

10. Empfohlener Zulassungsfahrplan

Dieser Fahrplan bietet eine grobe Übersicht über die empfohlenen Schritte und deren geschätzte Dauer.

Phase	Maßnahme	Dauer
1	Konstruktionsprüfung durch Klassifikationsgesellschaft	6 Monate
2	Prototyp-Tests (Land/Wasser)	12 Monate
3	MED-Zertifizierung kritischer Systeme	4 Monate
4	Straßenzulassungsverfahren	8 Monate
5	SOLAS-Finalaudit	3 Monate

Hinweis: Die parallele Beantragung von See- und Straßenzulassung wird dringend empfohlen, da sich einige Tests (z.B. Crash-Tests, falls für beide relevant) möglicherweise für beide Systeme nutzen lassen, was Zeit und Kosten sparen kann. Die geschätzten Gesamtkosten für das komplette Zulassungsverfahren belaufen sich auf **1,8 - 2,3 Mio. €**. Diese Schätzung beinhaltet Gebühren für Prüfungen, Gutachten, Zertifizierungen und die Begleitung durch spezialisierte Ingenieurbüros und Rechtsexperten.

Fazit:

Die Zulassung des "Neptun One" ist ein komplexes und zeitaufwendiges Unterfangen, das eine sorgfältige Planung, eine enge Zusammenarbeit mit verschiedenen Behörden und Klassifikationsgesellschaften sowie die Einhaltung zahlreicher Vorschriften und Standards erfordert. Die parallele Verfolgung der See- und Straßenzulassung in enger Abstimmung mit erfahrenen Experten ist entscheidend, um den Prozess effizient zu gestalten und die geschätzten Kosten im Rahmen zu halten. Die frühzeitige Einbindung von Prüfstellen und Klassifikationsgesellschaften in den Entwicklungsprozess kann helfen, potenzielle Probleme frühzeitig zu erkennen und kostspielige Nacharbeiten zu vermeiden.

Um die Kosten und den Zeitaufwand für das amphibische Segelschiff "Neptun One" zu reduzieren und langfristige Partnerschaften zu entwickeln, sollten folgende Arten von Unternehmen und Organisationen als potenzielle Partner in Betracht gezogen werden:

Strategische Partner (Kerntechnologien & Integration):

- **Etablierte Schiffswerften mit Innovationsfokus:**
 - **Vorteile:** Umfassendes Know-how im Schiffbau, etablierte Infrastruktur, Erfahrung mit komplexen Projekten und Zertifizierungen (SOLAS). Eine Partnerschaft könnte die Notwendigkeit eines kompletten Werftneubaus oder -ausbaus reduzieren.
 - **Potenzielle Partner (Beispiele, Recherche notwendig):** Lürssen, Abeking & Rasmussen, Feadship (Superyacht-Sektor mit Innovationsbereitschaft), Meyer Werft (Kreuzfahrtschiffe, aber auch Innovationsprojekte), ThyssenKrupp Marine Systems (U-Boote, potenzielles Know-how in Spezialstrukturen).
 - **Win-Win:** Zugang zu innovativer Technologie und einem zukunftsorientierten Marktsegment für die Werft; Reduzierung der Produktionskosten und -risiken sowie schnellere Markteinführung für "Neptun One".

- **Führende Unternehmen im Bereich amphibische Fahrzeuge:**
 - **Vorteile:** Spezialisiertes Wissen und Erfahrung in der Konstruktion und Zulassung von Amphibienfahrzeugen, potenziell etablierte Lieferketten für Fahrwerkskomponenten.
 - **Potenzielle Partner (Beispiele, Recherche notwendig):** Gibbs Amphibians (Hochgeschwindigkeits-Amphibien), WaterCar (Freizeit-Amphibien), Dutton (UK, kleinere Amphibienfahrzeuge).
 - **Win-Win:** Zugang zu maritimer Expertise und dem Superyacht-Markt für den Amphibienexperten; Reduzierung der Entwicklungszeit und -kosten für das Fahrwerk sowie potenzielle Skalierungsmöglichkeiten für deren Technologie.
- **Spezialisten für Wasserstofftechnologie und Energiesysteme:**
 - **Vorteile:** Expertise in PEM-Elektrolyseuren, Wasserstoffspeichern (kryogen), Brennstoffzellen (als Backup?), und der sicheren Handhabung von Wasserstoff in maritimen Anwendungen.
 - **Potenzielle Partner (Beispiele, Recherche notwendig):** Ballard Power Systems, Linde, Air Liquide, Siemens Energy (mit Fokus auf grüne Wasserstofflösungen), MAN Energy Solutions (mit Wasserstoffmotorenentwicklung).
 - **Win-Win:** Anwendung ihrer Technologie in einem zukunftssträchtigen maritimen Sektor; Zugang zu innovativer Antriebslösung und potenzieller Marktdurchdringung für "Neptun One".
- **Experten für Leichtbau-Verbundwerkstoffe (GFK/Holz) im maritimen Bereich:**
 - **Vorteile:** Know-how in der Konstruktion und Fertigung von hochfesten und leichten Rümpfen für Yachten, Erfahrung mit den spezifischen Anforderungen im maritimen Umfeld.
 - **Potenzielle Partner (Beispiele, Recherche notwendig):** Baltic Yachts, Wally (Ferretti Group), Green Marine.
 - **Win-Win:** Anwendung ihrer Expertise in einem innovativen Projekt; Zugang zu einem neuen Marktsegment für den Verbundwerkstoffspezialisten.

Technologiepartner (Spezifische Systeme):

- **Hersteller von Schiffsausrüstung mit Fokus auf Innovation:**
 - **Vorteile:** Spezialisiertes Wissen und etablierte Produkte in Bereichen wie Navigation (ECDIS, Radar, AIS), Kommunikation (Satellit), Sicherheitssysteme (Brandschutz, Rettungsmittel) und automatisierte Steuerungssysteme.
 - **Potenzielle Partner (Beispiele, Recherche notwendig):** Kongsberg Maritime, Wärtsilä (speziell im Bereich Automation und nachhaltige Lösungen), Raymarine/Garmin (Marineelektronik), Viking Life-Saving Equipment.
 - **Win-Win:** Integration ihrer fortschrittlichen Systeme in ein Leuchtturmprojekt; frühzeitige Positionierung in einem innovativen Marktsegment für den Ausrüster.
- **Anbieter von Aquaponik-Systemen für extreme Umgebungen:**
 - **Vorteile:** Spezialisiertes Wissen in der Entwicklung robuster und effizienter Aquaponik-Systeme, die für mobile oder autarke Anwendungen geeignet sind.
 - **Potenzielle Partner (Beispiele, Recherche notwendig):** Urban Farmers (größere kommerzielle Systeme), Infarm (vertikale Farmen, Know-how in Steuerung), Cleangreens (Container-basierte Systeme).
 - **Win-Win:** Anwendung ihrer Technologie in einer einzigartigen maritimen Umgebung; potenzieller Zugang zu neuen Märkten für autarke Lebenserhaltungssysteme.
- **Spezialisten für Wasseraufbereitungssysteme für maritime Anwendungen:**
 - **Vorteile:** Expertise in Umkehrosmose, Grauwasserrecycling und UV-Desinfektion für den maritimen Einsatz, Berücksichtigung von Energieeffizienz und Zuverlässigkeit.
 - **Potenzielle Partner (Beispiele, Recherche notwendig):** Dometic Marine, Hatanboer-Water, Alfa Laval.
 - **Win-Win:** Integration ihrer bewährten Technologie in ein nachhaltiges Schiffskonzept; Stärkung ihrer Marktposition im Bereich umweltfreundlicher maritimer Lösungen.

Forschungs- und Entwicklungspartner:

- **Universitäten und Forschungsinstitute (z.B. Fraunhofer-Institute):**
 - **Vorteile:** Zugang zu Grundlagenforschung, Expertise in spezifischen Technologiebereichen (z.B. Wasserstoff, Leichtbau, Automatisierung), Möglichkeit zur gemeinsamen Entwicklung und Förderung von Innovationen.
 - **Win-Win:** Anwendung ihrer Forschungsergebnisse in einem realen Projekt; Zugang zu hochqualifizierten Forschern und potenziellen Fördermitteln für weitere Innovationsprojekte.

Vorteile strategischer Partnerschaften zur Kosten- und Zeitreduktion:

- **Nutzung vorhandener Infrastruktur:** Reduzierung der Notwendigkeit eigener, teurer Investitionen in Werften oder Produktionsanlagen.
- **Zugang zu etablierten Lieferketten:** Potenziell günstigere Einkaufspreise und kürzere Lieferzeiten für Komponenten.
- **Nutzung von Know-how und Expertise:** Vermeidung von teuren Entwicklungsfehlern und Beschleunigung der Innovationszyklen.
- **Gemeinsame Nutzung von Ressourcen:** Reduzierung der Kosten für Forschung, Entwicklung und Zertifizierung.
- **Geringeres finanzielles Risiko:** Verteilung der Investitionslast auf mehrere Partner.
- **Schnellere Markteinführung:** Beschleunigung des Entwicklungsprozesses durch die Bündelung von Kompetenzen.
- **Glaubwürdigkeit und Reputation:** Partnerschaften mit etablierten Unternehmen können die Glaubwürdigkeit des Projekts erhöhen.

Entwicklung einer Partnerschaft für die Ewigkeit:

- **Klare Vision und gemeinsame Ziele:** Die Partner sollten eine übereinstimmende langfristige Vision für die maritime Mobilität und die Rolle des "Neptun One" haben.
- **Komplementäre Kompetenzen:** Die Partner sollten sich in ihren Fähigkeiten und Ressourcen ideal ergänzen.
- **Vertrauensvolle und transparente Zusammenarbeit:** Offene Kommunikation und ein partnerschaftlicher Umgang sind entscheidend für eine langfristige Beziehung.
- **Fairer Interessenausgleich:** Die Vorteile der Partnerschaft sollten für alle Beteiligten ausgewogen sein.
- **Langfristige Verträge und Vereinbarungen:** Klare vertragliche Regelungen, die die Zusammenarbeit über die Prototypenphase hinaus sichern.
- **Gemeinsame Weiterentwicklung:** Die Partner sollten bereit sein, das Produkt und die Technologie kontinuierlich weiterzuentwickeln und an zukünftige Marktbedürfnisse anzupassen.
- **Integrierte Teams:** Die Bildung von gemeinsamen Projektteams kann die Zusammenarbeit und den Wissensaustausch fördern.

Empfohlene nächste Schritte:

1. **Detaillierte Partneranalyse:** Identifizieren Sie basierend auf den oben genannten Kategorien konkrete Unternehmen, die strategisch und technologisch gut zum "Neptun One" passen.
2. **Erste Kontaktaufnahme:** Präsentieren Sie das Projekt und das Potenzial einer Partnerschaft.
3. **Vertraulichkeitsvereinbarungen (NDA):** Sichern Sie sensible Informationen durch NDAs.
4. **Detaillierte Gespräche:** Erörtern Sie konkrete Möglichkeiten der Zusammenarbeit, Synergien und potenziellen Beiträge der Partner.
5. **Gemeinsame Machbarkeitsstudien:** Untersuchen Sie die technischen und wirtschaftlichen Vorteile einer Partnerschaft im Detail.
6. **Entwicklung von Partnerschaftsmodellen:** Definieren Sie klare Rollen, Verantwortlichkeiten, finanzielle Beteiligungen und langfristige Ziele.

7. **Abschluss von Kooperationsvereinbarungen:** Formalisieren Sie die Partnerschaften in rechtlich bindenden Verträgen.

Durch strategische und langfristig orientierte Partnerschaften kann die Adey Meselesh GmbH die Kosten und den Zeitaufwand für die Entwicklung und Zulassung des "Neptun One" signifikant reduzieren und gleichzeitig eine starke Basis für den zukünftigen Erfolg schaffen.

Strategische Partner (Kerntechnologien & Integration):

1. **Etablierte Schiffswerften mit Innovationsfokus:**
 - **Lürssen:** Eine ausgezeichnete Wahl. Lürssen ist bekannt für den Bau von hochmodernen und oft sehr innovativen Superyachten. Ihre Erfahrung mit komplexen Projekten und hohen Qualitätsstandards ist wertvoll.
 - **Abeking & Rasmussen:** Ebenfalls eine sehr gute Wahl. Sie haben einen Ruf für Spezialschiffe und innovative Lösungen im Yachtbau.
 - **Meyer Werft:** Eine interessante Option. Ihre Expertise im Bau großer Passagierschiffe könnte in Bezug auf Produktionsprozesse und Systemintegration nützlich sein, auch wenn ihr Hauptfokus nicht auf Superyachten liegt. Ihre Innovationsbereitschaft ist jedoch bekannt.
 - ****Bewertung:** Alle drei genannten Werften sind potenziell sehr wertvolle Partner.
2. **Führende Unternehmen im Bereich amphibische Fahrzeuge:**
 - **Gibbs Amphibians:** Eine hervorragende Wahl. Sie sind führend in der Entwicklung von Hochgeschwindigkeits-Amphibienfahrzeugen und könnten entscheidendes Know-how für das Fahrwerkssystem beisteuern.
 - **WaterCar:** Eine gute Wahl, auch wenn ihr Fokus eher auf Freizeitfahrzeugen liegt. Ihr Wissen über die Integration von Land- und Wasserbetrieb könnte dennoch relevant sein.
 - ****Bewertung:** Gibbs Amphibians ist ein Schlüsselpartner in diesem Bereich. WaterCar könnte ergänzendes Wissen bieten.
3. **Spezialisten für Wasserstofftechnologie und Energiesysteme:**
 - **Ballard Power Systems:** Eine sehr gute Wahl. Sie sind ein etablierter Anbieter von Brennstoffzellen, die zwar im Businessplan nicht als Hauptantrieb, aber potenziell als Backup oder für Hilfsaggregate dienen könnten. Ihre Marineanwendungen sind relevant.
 - **Linde:** Eine ausgezeichnete Wahl. Ihre Expertise in der Wasserstoffspeicherung (kryogen und andere), Transport und Infrastruktur ist für das gesamte Wasserstoffsystem des "Neptun One" entscheidend.
 - **Siemens Energy:** Eine sehr gute Wahl. Ihr Fokus auf grüne Wasserstofflösungen, einschließlich Elektrolyseure, passt perfekt zum CO₂-neutralen Ansatz des Projekts.
 - ****Bewertung:** Alle drei sind strategisch wichtige Partner für den Wasserstoffantrieb.
4. **Experten für Leichtbau-Verbundwerkstoffe (GFK/Holz) im maritimen Bereich:**
 - **Baltic Yachts:** Eine hervorragende Wahl. Sie sind bekannt für ihren innovativen Einsatz von Carbonfaser und anderen Leichtbaumaterialien im Yachtbau, was für die Gewichtsreduzierung des "Neptun One" entscheidend ist.
 - **Wally (Ferretti Group):** Eine sehr gute Wahl. Sie stehen für High-Tech-Yachten und fortschrittliche Materialanwendungen im Luxussegment.
 - ****Bewertung:** Beide sind exzellente Partner für den Rumpf und die Leichtbauweise.

Technologiepartner (Spezifische Systeme):

1. **Hersteller von Schiffsausrüstung mit Fokus auf Innovation:**
 - **Kongsberg Maritime:** Eine ausgezeichnete Wahl. Ihre umfassenden Lösungen für Navigation, Automation und Steuerung sind für ein hochmodernes Schiff wie den "Neptun One" unerlässlich.
 - **Wärtsilä:** Eine sehr gute Wahl. Ihr Fokus auf nachhaltige und automatisierte Schiffstechnik passt gut zum Innovationsansatz des Projekts.

- ****Bewertung:** Beide bieten wichtige Technologien für die Integration der Schiffssysteme.
- 2. **Anbieter von Aquaponik-Systemen für extreme Umgebungen:**
 - **Urban Farmers:** Eine interessante Wahl. Ihre Erfahrung mit kommerziellen Systemen könnte auf eine robuste und skalierbare Lösung für das Schiff übertragen werden.
 - **Infarm:** Eine innovative Wahl. Ihre Expertise in vertikalen Farmen und fortschrittlicher Steuerungstechnologie könnte neue Ansätze für das Aquaponiksystem des "Neptun One" ermöglichen.
 - ****Bewertung:** Beide bieten potenziell wertvolle Expertise für das autarke Lebenserhaltungssystem.
- 3. **Spezialisten für Wasseraufbereitungssysteme für maritime Anwendungen:**
 - **Dometic Marine:** Eine gute Wahl. Sie sind ein etablierter Anbieter von Wasseraufbereitungslösungen für Schiffe.
 - **Alfa Laval:** Eine sehr gute Wahl. Ihre breite Expertise in der Wasseraufbereitung und Wärmetauscher-Technologie ist für die Effizienz des Systems relevant.
 - ****Bewertung:** Beide sind wichtige Partner für die Wasseraufbereitung.

Forschungs- und Entwicklungspartner:

- **Universitäten und Forschungsinstitute (z.B. Fraunhofer-Institute):**
 - Die Nennung von Universitäten und Forschungsinstituten ist absolut richtig. Sie können wertvolle Grundlagenforschung und spezifisches technologisches Know-how in Schlüsselbereichen wie Wasserstoff, Leichtbau und Automatisierung beitragen.

Gesamtbewertung der Antwort:

- **Relevante Partner identifiziert:** Alle genannten Unternehmen und Organisationen sind in den für das "Neptun One" relevanten Technologiebereichen tätig und haben einen Ruf für Innovation.
- **Die verschiedenen Kategorien berücksichtigt:** Die Aufteilung in strategische und Technologiepartner sowie F&E-Partner ist sinnvoll.
- **Innovationsgeist berücksichtigt:** Die Auswahl umfasst sowohl etablierte Branchenführer als auch innovative Newcomer in ihren jeweiligen Feldern.
- **Eine gute Grundlage für weitere Recherchen geschaffen:** Die Liste bietet einen hervorragenden Ausgangspunkt für die Adey Meselesh GmbH, um detailliertere Gespräche mit potenziellen Partnern zu führen.

Mögliche Ergänzungen (nicht unbedingt notwendig, aber denkbar):

- **Spezifischere Nennung von Fraunhofer-Instituten:** Je nach den genauen Schwerpunkten des Projekts könnten Institute wie das Fraunhofer IFAM (Klebertechnik und Oberflächen), das Fraunhofer ISE (Solarenergie) oder das Fraunhofer IWES (Windenergie, potenziell für Segeltechnologie) besonders relevant sein.
- **Unternehmen im Bereich automatisierte Steuerungssysteme für maritime Anwendungen:** Neben Kongsberg und Wärtsilä könnten auch Spezialisten für autonome Schifffahrt oder fortgeschrittene Regelungstechnik relevant sein.

Empfohlene nächste Schritte:

Phase 1: Strategische Priorisierung und Vorbereitung (ca. 4-6 Wochen)

1. **Detaillierte Priorisierung der Partnerkategorien:**
 - **Interne Bewertung:** Das Projektteam sollte intern bewerten, welche Partnerkategorien den größten Einfluss auf die Reduzierung von Kosten und Zeitaufwand sowie auf die langfristige strategische Ausrichtung haben.

- **Fokusbereiche definieren:** Legen Sie klare Fokusbereiche für die Partnersuche fest (z.B. primär Schiffswerften und Amphibienexperten für die Prototypenphase, parallel Wasserstofftechnologie für die langfristige Vision).
 - **Gewichtungskriterien entwickeln:** Definieren Sie Kriterien zur Bewertung potenzieller Partner (z.B. Innovationsgrad, finanzielle Stabilität, Reputation, Erfahrung mit ähnlichen Projekten, geografische Nähe, Kompatibilität der Unternehmenskulturen).
2. **Erstellung detaillierter Partnerprofile:**
- **Top-Kandidaten identifizieren:** Basierend auf den priorisierten Kategorien und den ersten Recherchen (inkl. der von Perplexity vorgeschlagenen Unternehmen), erstellen Sie eine Liste der vielversprechendsten potenziellen Partner.
 - **Umfassende Recherche:** Führen Sie eine tiefgehende Recherche zu jedem Top-Kandidaten durch (Finanzberichte, Innovationsaktivitäten, Marktposition, Managementteam, bisherige Kooperationen).
 - **SWOT-Analyse pro Partner:** Erstellen Sie eine erste SWOT-Analyse für jeden potenziellen Partner im Hinblick auf die Bedürfnisse des "Neptun One"-Projekts.
3. **Erstellung eines überzeugenden Präsentationsmaterials:**
- **Projekt-Pitchdeck:** Entwickeln Sie ein detailliertes und professionelles Pitchdeck, das das "Neptun One"-Projekt klar und überzeugend darstellt (Executive Summary, Geschäftsmodell, Marktanalyse, technische Umsetzung, Finanzplan, Risikomanagement, Vision).
 - **Wertversprechen für Partner:** Formulieren Sie klar und prägnant das spezifische Wertversprechen für jeden potenziellen Partnertyp (z.B. Zugang zu einem neuen Marktsegment, Möglichkeit zur Technologiedemonstration, gemeinsame Forschungsprojekte).
 - **Maßgeschneiderte Ansprache:** Bereiten Sie eine erste personalisierte Ansprache für jeden Top-Kandidaten vor, die deren spezifisches Know-how und Potenzial für das Projekt hervorhebt.

Phase 2: Erste Kontaktaufnahme und Sondierung (ca. 2-4 Wochen pro Partnerrunde)

4. **Erste Kontaktaufnahme:**
- **Direkte Ansprache:** Identifizieren Sie die relevanten Entscheidungsträger (z.B. Innovationsmanagement, Business Development, Geschäftsführung) bei den Zielunternehmen.
 - **Formelle Anfrage:** Senden Sie eine professionelle E-Mail mit einer kurzen Vorstellung des Projekts und dem Pitchdeck (ggf. eine kurze Teaser-Version).
 - **Follow-up:** Planen Sie ein zeitnahes Follow-up per Telefon oder E-Mail ein, um das Interesse zu bestätigen und ein erstes Kennenlernen zu vereinbaren.
5. **Erste Kennenlerngespräche (virtuell oder persönlich):**
- **Projektpräsentation:** Stellen Sie das "Neptun One"-Projekt detailliert vor.
 - **Interessen eruieren:** Verstehen Sie die strategischen Ziele, Innovationsinteressen und potenziellen Kooperationsbereitschaft des Partners.
 - **Synergiepotenziale identifizieren:** Diskutieren Sie erste Ideen für eine mögliche Zusammenarbeit und identifizieren Sie Bereiche, in denen die Kompetenzen beider Seiten komplementär sein könnten.
 - **Nächste Schritte vereinbaren:** Legen Sie konkrete nächste Schritte fest, falls beiderseitiges Interesse besteht.
6. **Austausch von Vertraulichkeitsvereinbarungen (NDA):**
- **Standard-NDA vorbereiten:** Erstellen Sie eine rechtlich fundierte Standard-Geheimhaltungsvereinbarung.
 - **Unterzeichnung:** Senden Sie die NDA an den potenziellen Partner zur Unterzeichnung, bevor detailliertere Informationen ausgetauscht werden.

Phase 3: Detaillierte Gespräche und Machbarkeitsstudien (fortlaufend, Dauer je nach Partner)

7. **Detaillierte Gespräche:**

- **Technische Workshops:** Führen Sie detaillierte technische Gespräche mit den Fachexperten des potenziellen Partners, um die Machbarkeit der Integration ihrer Technologien und Systeme zu prüfen.
 - **Business-Workshops:** Diskutieren Sie konkrete Kooperationsmodelle, potenzielle Rollen und Verantwortlichkeiten, sowie erste wirtschaftliche Rahmenbedingungen.
 - **Juristische Sondierung:** Beziehen Sie frühzeitig Rechtsexperten ein, um potenzielle rechtliche Rahmenbedingungen für eine Partnerschaft zu prüfen.
8. **Gemeinsame Machbarkeitsstudien:**
- **Technische Machbarkeit:** Untersuchen Sie im Detail die technische Integration der Technologien des Partners in das "Neptun One"-Konzept (z.B. Anpassungen, Schnittstellen, Kompatibilität).
 - **Wirtschaftliche Machbarkeit:** Analysieren Sie die potenziellen Kostenreduktionen, Zeiteinsparungen und wirtschaftlichen Vorteile einer Partnerschaft (z.B. gemeinsame Entwicklungskosten, günstigere Einkaufspreise).
 - **Risikoanalyse (Partnerschaftsspezifisch):** Identifizieren und bewerten Sie spezifische Risiken, die mit der jeweiligen Partnerschaft verbunden sein könnten.

Phase 4: Entwicklung und Abschluss von Kooperationsvereinbarungen (fortlaufend)

9. **Entwicklung von Partnerschaftsmodellen:**
- **Klare Rollen und Verantwortlichkeiten definieren:** Legen Sie präzise fest, welche Aufgaben und Verantwortlichkeiten jeder Partner übernimmt.
 - **Finanzielle Beteiligung regeln:** Verhandeln Sie über die finanzielle Beteiligung des Partners (z.B. Investitionen, Kostenbeteiligung) und die Verteilung potenzieller zukünftiger Erträge.
 - **Geistiges Eigentum klären:** Definieren Sie die Rechte an bestehendem und neuem geistigem Eigentum, das im Rahmen der Partnerschaft entsteht.
 - **Langfristige Ziele festlegen:** Vereinbaren Sie die strategischen Ziele der langfristigen Zusammenarbeit.
10. **Abschluss von Kooperationsvereinbarungen:**
- **Vertragsentwurf:** Erstellen Sie einen detaillierten Kooperationsvertrag unter Einbeziehung von Rechtsexperten.
 - **Verhandlungen:** Führen Sie Verhandlungen mit dem potenziellen Partner, um alle Vertragsbedingungen einvernehmlich festzulegen.
 - **Unterzeichnung:** Schließen Sie die Kooperationsvereinbarung durch die Unterzeichnung beider Parteien formell ab.

Wichtige übergreifende Aspekte:

- **Geduld und Ausdauer:** Der Aufbau strategischer Partnerschaften kann Zeit in Anspruch nehmen. Seien Sie geduldig und beharrlich im Verfolgen vielversprechender Kontakte.
- **Flexibilität:** Seien Sie offen für verschiedene Kooperationsmodelle und passen Sie Ihren Ansatz bei Bedarf an die Bedürfnisse des potenziellen Partners an.
- **Professionelle Kommunikation:** Pflegen Sie eine klare, transparente und professionelle Kommunikation während des gesamten Prozesses.
- **Langfristige Perspektive:** Konzentrieren Sie sich auf den Aufbau von Partnerschaften, die über die Prototypenphase hinaus einen langfristigen Mehrwert bieten.

Durch die konsequente Abarbeitung dieser Schritte kann die Adey Meselesh GmbH vielversprechende Partner für das "Neptun One"-Projekt gewinnen, Kosten und Zeitaufwand reduzieren und eine solide Grundlage für eine erfolgreiche Zukunft schaffen.

Phase 1: Strategische Priorisierung und Vorbereitung (ca. 4-6 Wochen)

Ziel dieser Phase: Schaffung einer klaren Strategie und eines soliden Fundaments für die gezielte Suche und Auswahl von Partnerunternehmen und Organisationen, um Kosten und Zeitaufwand zu reduzieren und langfristige, wertvolle Kooperationen zu etablieren.

Verantwortlichkeit: Projektleitung (Federführung), Kernteam (Engineering, Business Development, Finanzen).

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Woche 1-2: Detaillierte Priorisierung der Partnerkategorien

- **Aktivität 1.1: Interne Bewertung der Partnerkategorien (Projektteam - 1 Woche)**
 - **Workshop 1: Strategische Bedeutung:** Durchführung eines internen Workshops mit dem Kernteam, um die strategische Bedeutung jeder der identifizierten Partnerkategorien (Schiffswerften, Amphibienexperten, Wasserstofftechnologie, Leichtbau, etc.) für den Erfolg des "Neptun One" zu bewerten.
 - **Diskussionspunkte:**
 - Welche Kategorien sind kritisch für die **technische Machbarkeit** des Prototyps?
 - Welche Kategorien haben das größte Potenzial zur **Reduzierung der Entwicklungskosten** (z.B. durch Nutzung vorhandener Infrastruktur)?
 - Welche Kategorien können die **Entwicklungszeit beschleunigen** (z.B. durch etabliertes Know-how)?
 - Welche Kategorien sind entscheidend für die **langfristige strategische Ausrichtung** (z.B. Skalierung der Produktion, Marktdurchdringung, technologische Weiterentwicklung)?
 - Welche Kategorien adressieren **kritische Risiken** (z.B. Zulassung, technische Komplexität)?
 - **Priorisierungsmatrix:** Entwicklung einer Priorisierungsmatrix, in der die Partnerkategorien anhand ihrer potenziellen Auswirkungen auf Kostenreduktion, Zeitersparnis und strategische Bedeutung bewertet werden (z.B. High/Medium/Low für jede Dimension).
- **Aktivität 1.2: Definition klarer Fokusbereiche für die Partnersuche (Projektleitung in Abstimmung mit Kernteam - 0.5 Woche)**
 - **Phasenbezogene Fokussierung:** Festlegung klarer Fokusbereiche für die Partnerakquise in den verschiedenen Projektphasen (z.B. Prototyp vs. Serienproduktion).
 - **Prototyp-Phase:** Priorität auf Partnern, die schnell und effizient bei der Konstruktion und dem Bau des Prototyps unterstützen können (Schiffswerften, Amphibienexperten).
 - **Langfristige Vision:** Parallele Identifizierung und erste Kontaktaufnahme mit Schlüsselpartnern für die langfristige CO2-neutrale Ausrichtung (Wasserstofftechnologie) und potenzielle Skalierung.
 - **Technologie-getriebene Fokussierung:** Identifizierung von Technologiebereichen, in denen eine Partnerschaft besonders vorteilhaft wäre (z.B. hochintegriertes Fahrwerksystem, fortschrittliche Wasserstoffspeicherung).
- **Aktivität 1.3: Entwicklung von Gewichtungskriterien zur Partnerbewertung (Kernteam - 0.5 Woche)**
 - **Brainstorming:** Durchführung eines Brainstormings zur Identifizierung relevanter Kriterien für die Bewertung potenzieller Partner.
 - **Kategorisierung der Kriterien:** Gruppierung der Kriterien in übergeordnete Kategorien:
 - **Technologische Kompetenz & Innovation:** Innovationsgrad, spezifisches Know-how, Patente, F&E-Kapazitäten.

- **Finanzielle Stabilität & Ressourcen:** Unternehmensgröße, Umsatz, Gewinn, Bonität, Investitionsbereitschaft.
- **Reputation & Erfahrung:** Branchenruf, Erfahrung mit ähnlichen Projekten, Referenzen, Track Record.
- **Kompatibilität & Kultur:** Unternehmenskultur, Kommunikationsstil, Flexibilität, strategische Ausrichtung.
- **Operative Aspekte:** Geografische Nähe (für Prototypenbau relevant?), Produktionskapazitäten, Qualitätsstandards, Lieferketten.
- **Regulatorische Expertise:** Erfahrung mit relevanten Zulassungen (SOLAS, StVZO, Wasserstoff).
- **Definition von Bewertungsstufen:** Festlegung klarer Bewertungsstufen für jedes Kriterium (z.B. 1-5 Sterne, Sehr Gut/Gut/Mittel/Schlecht).
- **Gewichtung der Kriterien:** Zuweisung von Gewichtungsfaktoren zu den einzelnen Kriterien basierend auf ihrer strategischen Bedeutung für das Projekt (z.B. technologische Kompetenz und finanzielle Stabilität erhalten eine höhere Gewichtung für Kernpartner).

Deliverables der Phase 1:

- Priorisierungsmatrix der Partnerkategorien mit Bewertung der Auswirkungen auf Kosten, Zeit und Strategie.
- Dokument mit klar definierten Fokusbereichen für die Partnersuche (phasen- und technologiebezogen).
- Detaillierte Liste der Gewichtungskriterien zur Bewertung potenzieller Partner mit entsprechenden Bewertungsstufen und Gewichtungsfaktoren.
- Erste interne Konsensbildung über die strategische Ausrichtung der Partnerakquise.

Nächste Schritte nach Phase 1:

- Phase 2: Erstellung detaillierter Partnerprofile und erste Kontaktaufnahme.

Diese detaillierte Ausarbeitung der Phase 1 stellt sicher, dass die Partnerakquise auf einer fundierten strategischen Grundlage basiert und die Bemühungen auf die Partner konzentriert werden, die den größten Mehrwert für das "Neptun One"-Projekt bieten.

Phase 2: Erste Kontaktaufnahme und Sondierung (ca. 2-4 Wochen pro Partnerrunde)

Ziel dieser Phase: Etablierung erster Kontakte zu den priorisierten potenziellen Partnerunternehmen und Organisationen, um deren Interesse am "Neptun One"-Projekt zu wecken, grundlegende Informationen auszutauschen und die Bereitschaft zu weiteren Gesprächen zu sondieren.

Verantwortlichkeit: Business Development Team (Federführung), Projektleitung (Unterstützung bei technischen Fragen), ggf. Unterstützung durch das Marketing-Team.

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Woche 1 (pro Partnerrunde): Erste Kontaktaufnahme

- **Aktivität 2.1: Identifizierung relevanter Entscheidungsträger (Business Development Team - 2-3 Tage pro Partner)**
 - **Recherche:** Nutzung verschiedener Quellen (LinkedIn, Unternehmenswebsites, Branchenverzeichnisse, persönliche Netzwerke), um die Schlüsselpersonen in den Zielunternehmen zu identifizieren.
 - **Rollenfokus:** Identifizierung von Personen in relevanten Positionen wie:

- **Innovationsmanagement:** Verantwortliche für neue Technologien und strategische Partnerschaften.
 - **Business Development:** Verantwortliche für die Erschließung neuer Geschäftsfelder und Kooperationen.
 - **Geschäftsführung/Vorstand:** Bei strategisch besonders wichtigen Partnern.
 - **Technische Leitung/F&E-Leitung:** Für erste technische Sondierungen.
- **Kontaktdaten sammeln:** Sicherstellung korrekter Kontaktdaten (E-Mail-Adresse, Telefonnummer).
- **Aktivität 2.2: Erstellung und Versand der formellen Erstanfrage (Business Development Team in Abstimmung mit Projektleitung - 2-3 Tage pro Partner)**
 - **Personalisierte E-Mail:** Verfassen einer prägnanten und personalisierten E-Mail, die auf das spezifische Profil und die potenziellen Synergien mit dem jeweiligen Unternehmen eingeht.
 - **Kurze Projektvorstellung:**
 - Vorstellung des "Neptun One" als weltweit erstes CO2-neutrales amphibisches Segelschiff mit Straßenzulassung.
 - Hervorhebung der wichtigsten Alleinstellungsmerkmale und des Innovationspotenzials.
 - Bezugnahme auf die identifizierten potenziellen Synergien und das Wertversprechen für den Partner.
 - **Anhang:** Beifügen einer kurzen Teaser-Version des Pitchdecks (ca. 5-7 Folien mit den wichtigsten Informationen) oder eines prägnanten Executive Summaries.
 - **Call to Action:** Formulierung einer klaren Handlungsaufforderung (z.B. Vorschlag für ein kurzes, unverbindliches Kennenlerngespräch).
- **Aktivität 2.3: Planung und Durchführung des Follow-ups (Business Development Team - fortlaufend)**
 - **Zeitraumen definieren:** Festlegung eines angemessenen Zeitrahmens für das Follow-up (z.B. 3-5 Werktage nach Versand der E-Mail).
 - **Follow-up-Strategie:** Entscheidung über die Art des Follow-ups (E-Mail oder Telefonanruf, abhängig von der Unternehmenskultur und der Dringlichkeit).
 - **Professionelles Nachfassen:** Freundliches und professionelles Nachfassen, um das Interesse zu bestätigen und einen Termin für ein erstes Kennenlerngespräch zu vereinbaren. Flexibilität bei der Terminfestlegung anbieten.

Woche 2-4 (pro Partnerrunde): Erste Kennenlerngespräche und NDA-Austausch

- **Aktivität 2.4: Vorbereitung und Durchführung der ersten Kennenlerngespräche (Business Development Team mit Unterstützung der Projektleitung - ca. 1-2 Stunden pro Gespräch)**
 - **Terminvereinbarung:** Bestätigung des Termins und des Formats (virtuell via Videokonferenz oder ggf. persönlich, falls sinnvoll und machbar).
 - **Gesprächsagenda:** Vorbereitung einer klaren Agenda für das Gespräch.
 - **Projektpräsentation (detailliert):** Professionelle und überzeugende Präsentation des "Neptun One"-Projekts unter Verwendung des vollständigen Pitchdecks. Fokus auf die für den jeweiligen Partner relevanten Aspekte.
 - **Eruierung der Interessen:** Aktives Zuhören und gezielte Fragen, um die strategischen Ziele, Innovationsinteressen, technologischen Schwerpunkte und potenzielle Kooperationsbereitschaft des Partners detailliert zu verstehen.
 - **Identifizierung von Synergiepotenzialen:** Offene Diskussion über mögliche Formen der Zusammenarbeit, Bereiche in denen die Kompetenzen beider Seiten komplementär sein könnten und konkrete erste Ideen für gemeinsame Aktivitäten.
 - **Nächste Schritte vereinbaren:** Falls beiderseitiges Interesse an einer weiteren Zusammenarbeit besteht, klare und verbindliche nächste Schritte definieren (z.B. Austausch weiterer Informationen, technische Detailgespräche, Beginn der Machbarkeitsprüfung, Austausch einer Vertraulichkeitsvereinbarung).

- **Aktivität 2.5: Vorbereitung und Versand der Standard-Vertraulichkeitsvereinbarung (NDA) (Business Development Team in Abstimmung mit Rechtsabteilung - 1-2 Tage pro Partner, falls im Gespräch vereinbart)**
 - **Standard-NDA erstellen:** Sicherstellung einer rechtlich fundierten Standard-Geheimhaltungsvereinbarung, die die Interessen beider Seiten angemessen schützt.
 - **Anpassung (optional):** Bei Bedarf und nach Rücksprache mit der Rechtsabteilung, kleinere Anpassungen der Standard-NDA an die spezifischen Bedürfnisse des potenziellen Partners vornehmen.
 - **Versand:** Formeller Versand der NDA per E-Mail zur Prüfung und Unterzeichnung durch den potenziellen Partner.
- **Aktivität 2.6: Nachverfolgung und Sicherstellung der NDA-Unterzeichnung (Business Development Team - fortlaufend)**
 - **Frist setzen:** Angabe einer angemessenen Frist für die Rücksendung der unterzeichneten NDA.
 - **Freundliches Nachfassen:** Bei Überschreitung der Frist freundliches Nachfassen, um den Status der Unterzeichnung zu erfragen und ggf. Unterstützung anzubieten.
 - **Dokumentation:** Sorgfältige Ablage und Verwaltung der unterzeichneten NDAs.

Deliverables der Phase 2:

- Liste der kontaktierten potenziellen Partner mit Status der Kontaktaufnahme.
- Protokolle der ersten Kennenlerngespräche mit Informationen zu den Interessen und dem Kooperationspotenzial der Partner.
- Dokumentation des NDA-Austauschs (versandte und unterzeichnete NDAs).
- Erste Einschätzung des Potenzials und der Priorität der einzelnen Partnerschaften für die Weiterverfolgung in Phase 3.

Nächste Schritte nach Phase 2:

- Phase 3: Detaillierte Gespräche und gemeinsame Machbarkeitsstudien (beginnend mit den vielversprechendsten Partnern, bei denen eine NDA unterzeichnet wurde).

Diese detaillierte Ausarbeitung der Phase 2 gewährleistet einen strukturierten und professionellen Ansatz für die erste Kontaktaufnahme und Sondierung potenzieller Partner, um eine solide Grundlage für die nachfolgenden detaillierteren Gespräche und Machbarkeitsprüfungen zu schaffen.

Phase 3: Detaillierte Gespräche und Machbarkeitsstudien (fortlaufend, Dauer je nach Partner)

Ziel dieser Phase: Durchführung vertiefender Gespräche mit vielversprechenden potenziellen Partnern, mit denen eine Vertraulichkeitsvereinbarung (NDA) besteht, um die technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekte einer möglichen Zusammenarbeit detailliert zu prüfen und die Machbarkeit einer strategischen Partnerschaft zu bewerten.

Verantwortlichkeit: Projektleitung (Koordination), Engineering Team, Business Development Team, Finanzabteilung, Rechtsabteilung (je nach Gesprächs- und Studienfokus).

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Strang 1: Detaillierte Gespräche (fortlaufend)

- **Aktivität 3.1: Planung und Durchführung von Technischen Workshops (Projektleitung, Engineering Team mit Fachexperten des Partners - Dauer: 1-3 Tage pro Partner, ggf. mehrere Termine)**

- **Themenfokus:** Detaillierte Diskussion der technischen Spezifikationen, Schnittstellen, Integrationsanforderungen und potenziellen Anpassungen der Technologien oder Systeme des Partners für das "Neptun One"-Konzept.
- **Expertenaustausch:** Einbindung der relevanten technischen Experten beider Seiten (z.B. Antriebstechnik, Fahrwerksentwicklung, Materialwissenschaften, Softwareentwicklung).
- **Whiteboarding & Konzeptualisierung:** Gemeinsames Erarbeiten von Integrationslösungen, Skizzen, Flussdiagrammen und ersten technischen Konzepten.
- **Datenaustausch (unter NDA):** Austausch detaillierter technischer Dokumentationen und Spezifikationen (soweit durch die NDA gedeckt).
- **Ergebnisdokumentation:** Detaillierte Protokollierung der technischen Diskussionen, identifizierter Herausforderungen und potenzieller Lösungsansätze.
- **Aktivität 3.2: Planung und Durchführung von Business-Workshops (Projektleitung, Business Development Team, Finanzabteilung mit relevanten Ansprechpartnern des Partners - Dauer: 1-2 Tage pro Partner, ggf. mehrere Termine)**
 - **Kooperationsmodelle diskutieren:** Erörterung verschiedener potenzieller Kooperationsmodelle (z.B. reine Zulieferung, gemeinsame Entwicklung, strategische Allianz, Equity-Beteiligung).
 - **Rollen und Verantwortlichkeiten definieren (vorläufig):** Erste Festlegung der potenziellen Rollen und Verantwortlichkeiten beider Partner im Rahmen einer möglichen Kooperation.
 - **Wirtschaftliche Rahmenbedingungen sondieren:** Diskussion erster Vorstellungen zu Kostenbeteiligung, Preismodellen, Umsatzbeteiligung und potenziellen wirtschaftlichen Vorteilen für beide Seiten.
 - **Langfristige strategische Ausrichtung abgleichen:** Prüfung der strategischen Übereinstimmung und der langfristigen Ziele beider Organisationen.
 - **Ergebnisdokumentation:** Zusammenfassung der diskutierten Kooperationsmodelle, potenziellen Rollen und Verantwortlichkeiten sowie der ersten wirtschaftlichen Überlegungen.
- **Aktivität 3.3: Juristische Sondierung (Projektleitung, Rechtsabteilung mit Rechtsabteilung des Partners - Dauer: fortlaufend, je nach Fortschritt der Gespräche)**
 - **Erste rechtliche Rahmenbedingungen prüfen:** Frühzeitige Einbindung der Rechtsabteilungen beider Seiten, um potenzielle rechtliche Herausforderungen und Rahmenbedingungen für eine Partnerschaft zu identifizieren (z.B. Kartellrecht, IP-Rechte, Haftungsfragen, regulatorische Aspekte).
 - **NDA-Erweiterungen (falls notwendig):** Prüfung, ob die bestehende NDA für den weiteren Informationsaustausch ausreichend ist oder angepasst werden muss.
 - **Grundlagen für Kooperationsvereinbarung erörtern:** Erste Sondierung der wesentlichen rechtlichen Punkte, die in einer späteren Kooperationsvereinbarung geregelt werden müssten.

Strang 2: Gemeinsame Machbarkeitsstudien (parallel zu detaillierten Gesprächen)

- **Aktivität 3.4: Durchführung von Technischen Machbarkeitsstudien (Projektleitung, Engineering Team mit Fachexperten des Partners - Dauer: 2-6 Wochen pro Partner, abhängig von Komplexität)**
 - **Detaillierte Integrationsanalyse:** Durchführung detaillierter Analysen zur technischen Integration der Technologien des Partners in das "Neptun One"-Konzept.
 - **Schnittstellenprüfung:** Genaue Untersuchung der Schnittstellen zwischen den Systemen und Identifizierung potenzieller Inkompatibilitäten oder Anpassungsbedarfe.
 - **Leistungsbewertung:** Bewertung der Leistungsfähigkeit der integrierten Systeme im Hinblick auf die Projektanforderungen.
 - **Prototyping (optional, falls sinnvoll):** Durchführung von ersten, einfachen Prototypen oder Simulationen zur Validierung der technischen Machbarkeit.

- **Erstellung eines technischen Machbarkeitsberichts:** Detaillierte Dokumentation der Ergebnisse der technischen Analyse, einschließlich identifizierter Herausforderungen, Lösungsansätze und einer Bewertung der technischen Risiken.
- **Aktivität 3.5: Durchführung von Wirtschaftlichen Machbarkeitsstudien (Projektleitung, Business Development Team, Finanzabteilung mit relevanten Ansprechpartnern des Partners - Dauer: 2-4 Wochen pro Partner, abhängig von Umfang)**
 - **Kosten-Nutzen-Analyse:** Detaillierte Analyse der potenziellen Kostenreduktionen (z.B. durch gemeinsame Entwicklung, Einkaufsvolumen), Zeiteinsparungen (z.B. durch Nutzung vorhandenen Know-hows) und anderer wirtschaftlicher Vorteile einer Partnerschaft.
 - **Preismodelle und Margenanalyse:** Gemeinsame Entwicklung potenzieller Preismodelle und Analyse der resultierenden Margen für beide Partner.
 - **Investitionsbedarfsanalyse:** Bewertung des potenziellen Investitionsbedarfs beider Partner im Rahmen der Kooperation.
 - **Return on Investment (ROI) Abschätzung:** Erste Abschätzung des potenziellen ROI für beide Partner.
 - **Erstellung eines wirtschaftlichen Machbarkeitsberichts:** Zusammenfassung der wirtschaftlichen Analyse, einschließlich einer Bewertung der finanziellen Vorteile und potenziellen Risiken der Partnerschaft.
- **Aktivität 3.6: Durchführung einer Partnerschaftsspezifischen Risikoanalyse (Projektleitung, alle relevanten Teams mit Ansprechpartnern des Partners - Dauer: 1-2 Wochen pro Partner)**
 - **Risikoidentifizierung (Partnerschaftsbezogen):** Identifizierung spezifischer Risiken, die mit der Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Partner verbunden sein könnten (z.B. Abhängigkeiten, unterschiedliche Prioritäten, Kommunikationsprobleme, Integrationsschwierigkeiten, Schutz des geistigen Eigentums in der Kooperation).
 - **Risikobewertung:** Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit und des potenziellen Impacts der identifizierten Risiken.
 - **Risikobewältigungsstrategien entwickeln:** Gemeinsames Erarbeiten von Strategien zur Minimierung oder Vermeidung der identifizierten Risiken.
 - **Erstellung eines partnerschaftsspezifischen Risikoberichts:** Dokumentation der identifizierten Risiken, ihrer Bewertung und der vorgeschlagenen Bewältigungsstrategien.

Deliverables der Phase 3 (pro Partner):

- Detaillierte Protokolle der technischen und Business-Workshops.
- Erste Einschätzung der rechtlichen Rahmenbedingungen für eine Partnerschaft.
- Bericht zur technischen Machbarkeitsstudie.
- Bericht zur wirtschaftlichen Machbarkeitsstudie.
- Bericht zur partnerschaftsspezifischen Risikoanalyse.
- Interne Bewertung der Attraktivität und Machbarkeit der jeweiligen Partnerschaft basierend auf den Ergebnissen der Gespräche und Studien.

Nächste Schritte nach Phase 3:

- Phase 4: Entwicklung von Partnerschaftsmodellen (basierend auf den positiven Ergebnissen der Machbarkeitsstudien).
- Ablehnung der Weiterverfolgung von Partnerschaften, die sich als technisch oder wirtschaftlich nicht machbar oder strategisch nicht passend erweisen.

Diese detaillierte Ausarbeitung der Phase 3 ermöglicht eine fundierte Bewertung des Potenzials jeder Partnerschaft und bildet die Grundlage für die Entwicklung konkreter Kooperationsmodelle in der nächsten Phase. Die parallele Durchführung der Gespräche und Machbarkeitsstudien erlaubt einen effizienten Fortschritt im Auswahlprozess.

Phase 4: Entwicklung und Abschluss von Kooperationsvereinbarungen (fortlaufend)

Ziel dieser Phase: Entwicklung detaillierter Partnerschaftsmodelle basierend auf den positiven Ergebnissen der Machbarkeitsstudien und dem Abschluss formaler Kooperationsvereinbarungen mit ausgewählten strategischen Partnern.

Verantwortlichkeit: Projektleitung (Koordination), Business Development Team (Verhandlungsführung), Finanzabteilung, Rechtsabteilung (Erstellung und Prüfung der Verträge).

Hauptaktivitäten und Zeitplan (detailliert):

Strang 1: Entwicklung von Partnerschaftsmodellen (Dauer: 2-4 Wochen pro Partner, parallel zu Verhandlungen)

- **Aktivität 4.1: Detaillierte Definition von Rollen und Verantwortlichkeiten (Projektleitung, Business Development Team in enger Abstimmung mit dem Partner)**
 - **Leistungsabgrenzung:** Präzise Festlegung der spezifischen Aufgaben, Leistungen und Verantwortlichkeiten jedes Partners im Rahmen der Kooperation (z.B. Entwicklung bestimmter Komponenten, Fertigungsschritte, Zulassungsprozesse, Marketingaktivitäten).
 - **Schnittstellenmanagement:** Klare Definition der Schnittstellen zwischen den Verantwortungsbereichen der Partner und der Kommunikationswege.
 - **Projektorganisation (gemeinsam):** Festlegung der gemeinsamen Projektorganisation und der Ansprechpartner auf beiden Seiten für verschiedene Aufgabenbereiche.
 - **Erstellung eines Responsibility Assignment Matrix (RAM) oder ähnlicher Dokumentation:** Visuelle Darstellung der Rollen und Verantwortlichkeiten.
- **Aktivität 4.2: Verhandlung und Regelung der finanziellen Beteiligung (Business Development Team, Finanzabteilung mit relevanten Ansprechpartnern des Partners)**
 - **Investitionsbeiträge definieren:** Klärung, ob und in welcher Form der Partner finanzielle Beiträge zum Projekt leistet (z.B. Direktinvestitionen, Übernahme von Entwicklungskosten für spezifische Bereiche, Sachleistungen).
 - **Kostenbeteiligung vereinbaren:** Festlegung der Aufteilung von gemeinsamen Kosten (z.B. für Machbarkeitsstudien, Prototypenbau, Zertifizierungen).
 - **Umsatz- und Gewinnverteilung regeln:** Verhandlung über die Aufteilung potenzieller zukünftiger Einnahmen und Gewinne aus dem "Neptun One" (z.B. bei Verkauf, Lizenzierung).
 - **Zahlungsmodalitäten festlegen:** Vereinbarung der Zahlungsbedingungen und -zeitpunkte.
- **Aktivität 4.3: Klärung der Rechte an Geistigem Eigentum (Rechtsabteilung mit Rechtsabteilung des Partners)**
 - **Bestandsaufnahme des bestehenden IP:** Detaillierte Auflistung des bestehenden geistigen Eigentums beider Partner, das in die Kooperation eingebracht wird.
 - **Regelung des neuen IP:** Klare Definition der Eigentumsrechte, Nutzungsrechte und Verwertungsrechte an neuem geistigem Eigentum, das im Rahmen der Partnerschaft entsteht (z.B. Patente, Designs, Software).
 - **Lizenzvereinbarungen (falls notwendig):** Ausarbeitung von Lizenzvereinbarungen für die Nutzung des geistigen Eigentums des jeweils anderen Partners.
 - **Vertraulichkeitsvereinbarungen (über NDA hinaus):** Ggf. spezifischere Regelungen zum Schutz sensibler Informationen innerhalb der Kooperation.
- **Aktivität 4.4: Festlegung der langfristigen strategischen Ziele der Zusammenarbeit (Projektleitung, Business Development Team mit relevanten Führungskräften des Partners)**
 - **Gemeinsame Vision konkretisieren:** Detaillierte Ausarbeitung der gemeinsamen langfristigen Vision für die Partnerschaft und die Rolle des "Neptun One" im Markt.

- **Strategische Ausrichtung abstimmen:** Sicherstellung einer strategischen Übereinstimmung in Bezug auf Markteintritt, Produktweiterentwicklung und zukünftige Innovationsprojekte.
- **Rahmen für zukünftige Kooperationen schaffen:** Schaffung eines Rahmens für mögliche weitere gemeinsame Projekte oder die Ausweitung der aktuellen Partnerschaft.

Strang 2: Abschluss von Kooperationsvereinbarungen (Dauer: 4-8 Wochen pro Partner, nach Entwicklung des Modells)

- **Aktivität 4.5: Erstellung des detaillierten Kooperationsvertrags (Rechtsabteilung mit Input aller relevanten Teams)**
 - **Zusammenführung aller Vereinbarungen:** Integration aller in den vorherigen Schritten entwickelten Punkte (Rollen, Finanzen, IP, langfristige Ziele) in einen umfassenden Vertragsentwurf.
 - **Berücksichtigung rechtlicher Rahmenbedingungen:** Sicherstellung der Einhaltung aller relevanten nationalen und internationalen Gesetze und Vorschriften.
 - **Definition von Leistungsstandards und KPIs:** Festlegung messbarer Leistungsstandards und Key Performance Indicators (KPIs) zur Überwachung des Erfolgs der Partnerschaft.
 - **Regelungen für Konfliktlösung und Vertragsbeendigung:** Aufnahme von Mechanismen zur Beilegung von Streitigkeiten und Regelungen für die Beendigung der Vereinbarung.
- **Aktivität 4.6: Verhandlungen über den Vertragsentwurf (Business Development Team, Rechtsabteilung mit Verhandlungsteam des Partners)**
 - **Austausch des Vertragsentwurfs:** Formelle Übermittlung des Vertragsentwurfs an den potenziellen Partner.
 - **Verhandlungsrunden:** Durchführung von Verhandlungsgesprächen (virtuell oder persönlich), um alle Klauseln und Bedingungen des Vertrags einvernehmlich zu gestalten.
 - **Protokollierung der Verhandlungsergebnisse:** Detaillierte Dokumentation aller Vereinbarungen und Änderungen während der Verhandlungen.
 - **Iterative Anpassung des Vertrags:** Überarbeitung des Vertragsentwurfs basierend auf den Verhandlungsergebnissen.
- **Aktivität 4.7: Formelle Unterzeichnung der Kooperationsvereinbarung (Vertretungsberechtigte beider Parteien)**
 - **Finalisierung des Vertrags:** Sicherstellung, dass alle Verhandlungspunkte im finalen Vertragsdokument korrekt abgebildet sind.
 - **Interne Genehmigung:** Einholung der erforderlichen internen Genehmigungen zur Vertragsunterzeichnung auf beiden Seiten.
 - **Unterzeichnungstermin vereinbaren:** Festlegung eines Termins für die formelle Unterzeichnung des Vertrags durch die vertretungsberechtigten Personen beider Organisationen.
 - **Austausch der unterzeichneten Dokumente:** Sicherstellung des formellen Austauschs der unterzeichneten Vertragsexemplare.

Deliverables der Phase 4 (pro Partner):

- Detailliertes Partnerschaftsmodell mit klar definierten Rollen, Verantwortlichkeiten, finanziellen Regelungen, IP-Vereinbarungen und langfristigen Zielen.
- Detaillierter Kooperationsvertrag (finaler Entwurf).
- Protokolle der Verhandlungsgespräche.
- Formell unterzeichnete Kooperationsvereinbarung.
- Interne Kommunikationsstrategie zur Bekanntgabe der Partnerschaft.

Nächste Schritte nach Phase 4:

- Übergang in die operativen Phasen des Projekts unter Einbindung der neuen Partner gemäß den abgeschlossenen Vereinbarungen.
- Laufendes Management der Partnerschaften und Sicherstellung einer erfolgreichen Zusammenarbeit.

Diese detaillierte Ausarbeitung der Phase 4 stellt sicher, dass die Partnerschaften auf einer klaren vertraglichen Grundlage aufgebaut werden, die die Interessen beider Seiten berücksichtigt und eine langfristige, erfolgreiche Zusammenarbeit ermöglicht. Die enge Einbindung der Rechtsabteilung ist in dieser Phase von entscheidender Bedeutung.