



MOBILE LANDSTROMVERSORGUNG

Technologische Möglichkeiten und Voraussetzungen

Eine Studie von
Hanseatic Transport Consultancy und MKO Marine Consulting

NOW
NOW-GMBH.DE



MOBILE LANDSTROMVERSORGUNG

Technologische Möglichkeiten und Voraussetzungen

Eine Studie von
Hanseatic Transport Consultancy und MKO Marine Consulting

NOW
NOW-GMBH.DE

Ausgangssituation

Relevanz (mobiler) Landstromlösungen

- Bereitstellung von Landstromlösungen gewinnt im Kontext der Klimadiskussion weiter an Bedeutung
- Aktuell von weltweit etwa 150 landstromfähigen Liegeplätzen bildet kein flächendeckendes Angebot
- IMO-Vorschriften und EU-weite Gesetzgebung befördern Trend zu mehr Landstrom
- Stationäre Landstromlösungen
 - bedeuten hohe Investitionskosten
 - benötigen lange Vorlaufzeiten
 - erfordern eine hohe Auslastung
 - sind örtlich nicht flexibel



Überblick und Abgrenzung mobiler Landstromlösungen

- Bislang existieren nur wenige „echte“ Anwendungsbeispiele für mobile Landstromlösungen
- Viele Technologieoptionen befinden sich aktuell noch in Entwicklungs- oder Pilotphasen
- Grundsätzlich lassen sich zwei Hauptkategorien definieren
 - Mobile Landstromlösungen ohne eigene Energieerzeugung:
Energie wird über stationäre Landstrom- bzw. Trafoanlage bereit gestellt (Direktstrom oder Batterie)
 - Mobile Landstromlösungen mit eigener Energieerzeugung
Energie wird z. B. mittels H₂ oder klimaneutraler Kraftstoffe vor Ort generiert
- Folgende Technologieoptionen wurden im Zuge der vorliegenden Studie betrachtet:



Direktstrom



Batterie



Wasserstoff



Alt. Kraftstoffe

Ausgangssituation

Beispiele für mobile Landstromlösungen (Auswahl)



Igus, e-chain reel



Wabtec, Shoreconnect



eCap Marine, Battery PowerPac



eCap Marine, H2PowerPac



eCap Marine, Power Barge

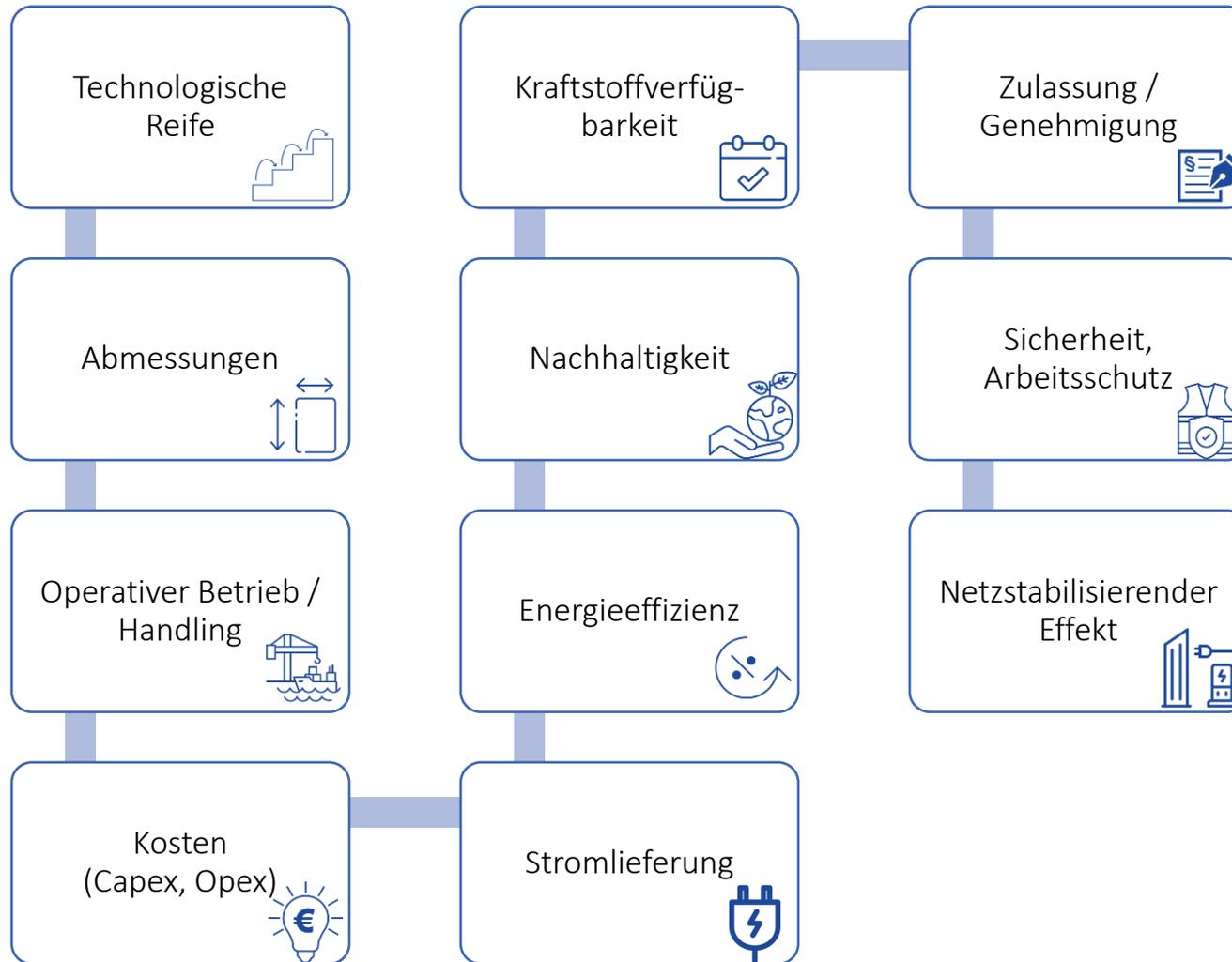


eCap Marine, LNG PowerPac

Quelle: Igus, Wabtec, eCap Marine, Hamburg Port Authority

Ausgangssituation

Kriterien zur Bewertung der Technologieoptionen



Vergleich der Technologieoptionen nach ausgewählten Kriterien

Technologische Reife

Reifegrad auf Basis des Technology Readiness Level (TRL)



Direktstrom



Batterie

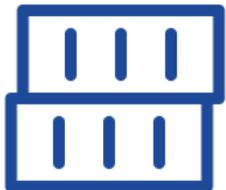


Wasserstoff



Alt. Kraftstoffe

Abmessungen



ISO-Container Standardmaße
(z. B. Generator, Gearbox, Batterie,
Umrichter, Trafo, Tank)



Schwimmende
Einheit

Bewertung

Vergleich der Technologieoptionen nach ausgewählten Kriterien

Operativer Betrieb / Handling



Operative Herausforderungen (Auswahl)

- Gewicht
- Feuer-/Explosionsgefahr
- Abstellung
- Betankung

Kosten



CAPEX

0,7-1,5 Mio.

Direktstrom

1,5 Mio.

zzgl. Support

Batterie

2,0 Mio.

zzgl. Tank

Wasserstoff

1,5 Mio.

zzgl. Tank

Alt. Kraftstoffe



OPEX

einstellige %
der CAPEX

Häufige
Batteriewechsel

aufwändige
Abstellung und
Betankung

aufwändige
Abstellung und
Betankung

Bewertung

Vergleich der Technologieoptionen nach ausgewählten Kriterien

Stromlieferung



bis 16,7 MW

Direktstrom

bis 1,7 MWh

Batterie

500 KW

Wasserstoff

1,3 MW

Alt. Kraftstoffe



∞

3,2 Stunden

1,6 Stunden

15,2 Stunden

- Stunden

>30 Stunden

>20 Stunden

bei 0,5 MW
bei 1,0 MW

Energieeffizienz

94 %

Direktstrom

99 %

Batterie

50-60 %

Wasserstoff

41 %

Alt. Kraftstoffe

Bewertung

Vergleich der Technologieoptionen nach ausgewählten Kriterien

Kraftstoffverfügbarkeit / Nachhaltigkeit

hohe Verfügbarkeit von Strom aus regenerativen Energien

Direktstrom 

Batterie 

Nachhaltigkeit nur bei „grüner“ Erzeugung
Verfügbarkeit derzeit limitiert

Wasserstoff 

Alt. Kraftstoffe 

Zulassung / Genehmigung / Sicherheit

Direktstrom

- IEC 80005, VDE Normen
- Klassifikationsgesellschaft
- Regelungen für mobile Maschinen
- Schaltbefähigung

Batterie

- Normen für Batteriespeicher
- Schaltbefähigung
- Sicheres Handling

Wasserstoff

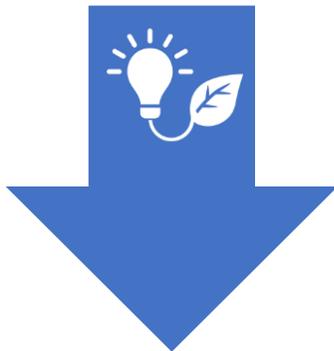
- BImSchG
- Gefahrgutregelungen
- z. T. regulatorisches Neuland!

Alt. Kraftstoffe

Vorüberlegungen zum Vergleich der Technologieoptionen



Energiebedarfe?
Kosten Bordstrom?
Landstrompflicht?



Leistung?
Kosten (mobiler) Landstrom?

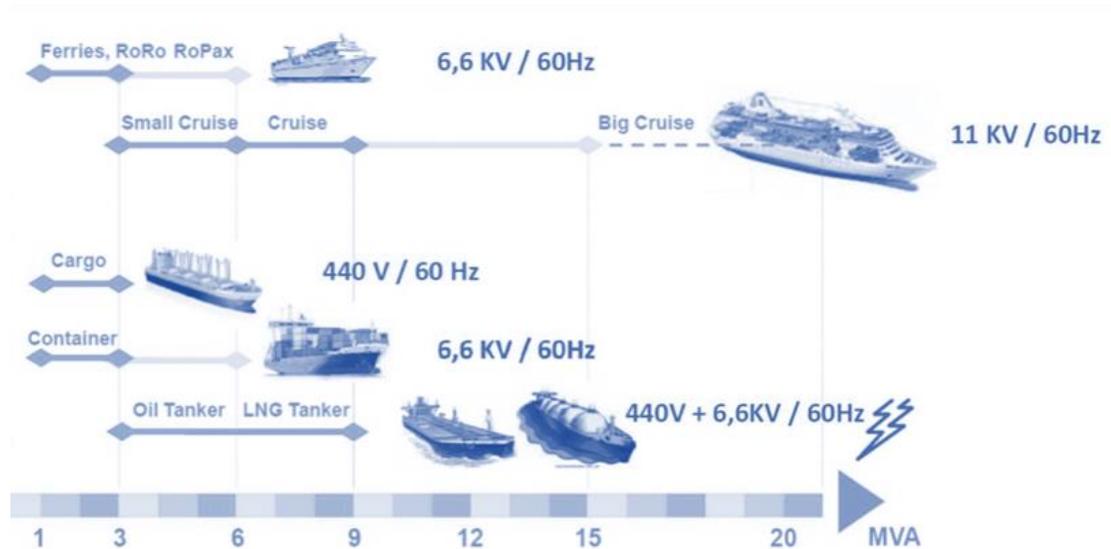


Herausforderungen:

- > Kalkulationsgrundlage (kaum Erfahrungswerte)
- > Energiepreise (insbesondere für „neue“ Energieträger)

Wirtschaftlichkeit

Überlegungen zum Energiebedarf



Referenzwerte (MoLa AG)

Kreuzfahrtschiff (250 m)	8,0
Kreuzfahrtschiff (175 m)	6,0
Containerschiff (< 2.000 TEU)	1,3
Containerschiff (> 10.000 TEU)	3,5
RoRo-Schiff (40.000 BRT)	2,2
Bulker (Handymax)	2,5



Leistungsdaten bekannter mobiler Landstromlösungen

bis 16,7 MW

Direktstrom

bis 1,7 MWh

Batterie

500 KW

Wasserstoff

1,3 MW

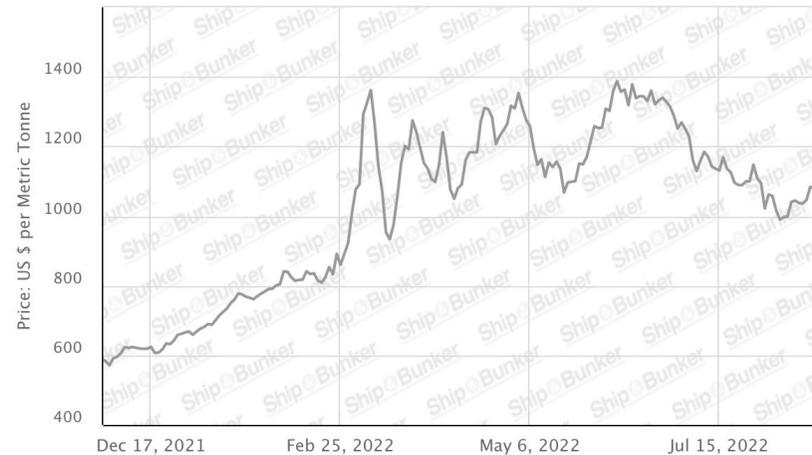
Alt. Kraftstoffe

Wirtschaftlichkeit

Referenz „Bordstrom“

Kosten zur Produktion von Bordstrom

- > Brennstoffkosten (LSMGO)
- > Kosten für Schmieröle
- > Wartungskosten (pauschal)
- > Geschätzter Energiebedarf sowie dazugehörige Brennstoffverbräuche



„Reine“ Bordstromkosten schwanken abhängig von Schiffsgröße und Brennstoffkosten zwischen 12 und 17 Cent je KWh, hinzu kommen 2-3 Cent je KWh für Schmieröl und Wartung.

In Summe ergeben sich somit Bordstromkosten von **ca. 15-20 Cent je KWh**.

Quantifizierung der Stromlieferkosten

Quantifizierung der Stromlieferkosten für die Technologieoptionen erfolgt auf Grundlage eines einheitlichen Berechnungsschemas und berücksichtigt u. a. folgende Kostenbestandteile:

	Direktstrom	Batterie	Wasserstoff	Alt. Kraftstoffe
Investitionskosten	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆
Terminalkosten	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆
Personalkosten	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆
Energiebereitstellung (Logistik)	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆
Wartungskosten	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆
Energieeinstandskosten	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆

Quantifizierung der Stromlieferkosten

Stromlieferkosten für die Technologieoptionen auf Basis der Eingangsparameter:

	Cruise 250m	Cruise 175m	Container < 2.000 TEU	Container > 10.000 TEU	RoRo (40.000 BRT)	Bulker (Handymax)
Energiebedarf (MW)	8,0	6,0	1,3	3,5	2,2	2,5
Liegezeit (Stunden)	9	9	6	32	55	40
Anläufe pro Jahr	15	15	160	110	100	110
Stromlieferkosten (Euro je kWh)						
TO Direktstrom	0,49	0,52	0,50	0,41	0,41	0,42
TO Batterie	-	-	0,46	-	-	-
TO Wasserstoff	-	-	-	-	-	-
TO Alt. Kraftstoffe	-	-	0,83	-	-	-



Mobile Landstromlösungen sind bei Energiebedarfen von > 1,5 MW i. d. R. technisch nicht geeignet.

Quantifizierung der Stromlieferkosten

Stromlieferkosten bei Variation der Eingangsparameter (bei 8 Stunden Liegezeit)

		Energiebedarf			
Technologie	Anläufe pro Jahr	200	500	1.000	1.300
Direktstrom	10	6,20	2,72	1,56	1,29
	20	3,38	1,59	1,00	0,86
	50	1,68	0,91	0,66	0,60
	100	1,12	0,69	0,54	0,51
Batterie	10	11,18	4,55	2,34	1,83
	20	6,15	2,54	1,34	1,06
	50	3,13	1,33	0,73	0,59
	100	2,12	0,93	0,53	0,44
Wasserstoff	10	15,13	6,28	-	-
	20	8,82	3,76	-	-
	50	5,03	2,24	-	-
	100	3,77	1,74	-	-
Alt. Kraftstoffe	10	10,89	4,54	2,43	1,94
	20	6,60	2,83	1,57	1,28
	50	4,03	1,80	1,06	0,88
	100	3,17	1,46	0,88	0,75

FAZIT

Auslastung als wichtiger Faktor!

Quantifizierung der Stromlieferkosten

Variation der Energieeinstandspreise

Index	Direktstrom	Batterie	Wasserstoff	Alt. Kraftstoffe
50	0,50	0,46	0,87	0,73
55	0,50	0,47	0,89	0,74
60	0,51	0,48	0,91	0,76
65	0,51	0,48	0,93	0,77
70	0,52	0,49	0,95	0,79
75	0,52	-7% 0,50	-13% 0,97	-18% 0,81
80	0,52	0,50	0,98	0,82
85	0,53	0,51	1,00	0,84
90	0,53	0,52	1,02	0,85
95	0,54	0,52	1,04	0,87
100	0,54	0,53	1,06	0,88
105	0,54	0,54	1,08	0,90
110	0,55	0,54	1,10	0,91
115	0,55	0,55	1,12	0,93
120	0,56	0,56	1,14	0,95
125	0,56	0,56	1,16	0,96
130	0,56	0,57	1,18	0,98
135	0,57	0,58	1,20	0,99
140	0,57	0,58	1,22	1,01
145	0,58	0,59	1,23	1,02
150	0,58	0,60	1,25	1,04



Sinkende Energieeinstandskosten bei Wasserstoff/ alt. Kraftstoffen führen zu überproportionalen Rückgängen der Stromlieferpreise.

Verbringungsarten für mobile Landstromlösungen

Abstelloptionen & Verbringungsformen

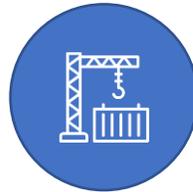
an der Kaikante



an Bord



schwimmend



Einflussfaktoren

Gewicht

Layout / Platzangebot

Transportentfernung

Verfügbares Equipment

Infrastruktur



Transport- und Energiebereitstellungsprozesse sind so auszugestalten, dass sie den Hafenbetrieb (Umschlag, Verkehr etc.) nicht beeinträchtigen

Fazit

Abschließende Einordnung

- Mobile Landstromlösungen finden in (deutschen) Seehäfen bislang kaum Verbreitung
- Am Markt verfügbare Lösungen sind vergleichsweise „reif“, aber nur selten etabliert
Folge: hohe CAPEX aufgrund mangelnder „Serie“
- Technologie insbesondere in den Bereichen Wasserstoff und Batterie entwickelt sich dynamisch
Folge: es sind weitere Technologiesprünge mit Effizienzgewinnen zu erwarten
- Energiekosten bewegen sich (u. a. aufgrund Russland-Krise) aktuell auf Rekordniveau
Folge: Musterkalkulationen zu mobilen Lösungen sind mehr oder weniger obsolet
- Energiewende verändert Verfügbarkeiten und Preise einzelner Energieträger zukünftig drastisch
Folge: Heute weitgehend unwirtschaftliche Lösungen dürften in Zukunft an Relevanz gewinnen
- Stationäre Landstromlösungen gewinnen aufgrund von Regulierung und Förderung an Bedeutung
- Mobile Landstromlösungen sind (aktuell) für Schiffe mit Energiebedarfen von > 1,5 MW nicht oder nur bedingt geeignet
Folge: Eine Fokussierung auf kleinere Schiffseinheiten erscheint zielführend
- Für kleinere Häfen oder Hafenteile die regelmäßig von kleineren Schiffseinheiten angelaufen werden, bieten mobile Lösungen eine saubere Alternative zum Bordstrom. Eine hohe Auslastung ist dabei essentiell, um konkurrenzfähige (Land)Strompreise anbieten zu können.

HANSEATIC TRANSPORT CONSULTANCY

Management- und Strategieberatung für Corporates und Start-Ups - Fachberatung für öffentliche Hand, Politik und Verbände

IHR PARTNER FÜR LOGISTIK, MOBILITÄT UND INFRASTRUKTUR



Digitale Transformation und Dekarbonisierung verändern unser Transportsystem radikal. Logistik, Mobilität und Infrastruktur werden zunehmend vernetzt - neue, autonome und multimodale Systeme entstehen.

Wir lieben es, diesen Prozess aktiv mitzugestalten und gemeinsam mit unseren Kunden und Partnern innovative Lösungen zu entwickeln, um die Bewegung von Gütern und Personen intelligent zu organisieren, Ressourcen effizient zu nutzen und die Lebensqualität zu erhöhen.



Das Leistungsspektrum von HTC reicht von der (strategischen) Analyse und Konzeption bis hin zur Implementierung. Die Kombination aus Unabhängigkeit, Qualität und Flexibilität, wissenschaftlicher Methodenkompetenz und profundem Verständnis des Verkehrs- und Logistiksektors machen uns zu einem starken Partner für nationale und internationale Kunden.

Der Mix aus bewährten Methoden und kreativen Tools wie Design Thinking und Co-Creation hilft uns dabei, auch komplexe Problemstellungen innerhalb kurzer Zeit zu lösen und in innovative Konzepte zu überführen.

Was können wir für Sie tun?

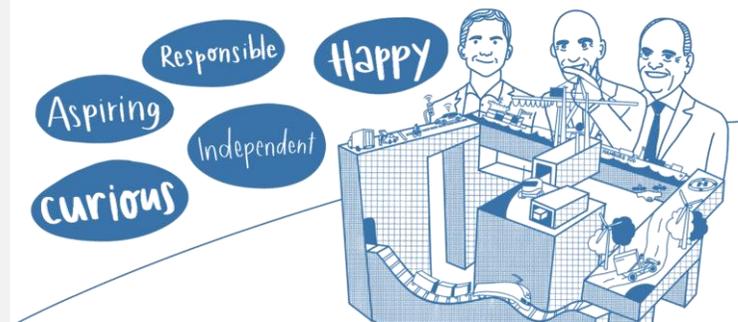


#WeQ-LAB

IN NETZWERKEN DENKEN, AGIL ARBEITEN

In Netzwerken zu denken bildet seit über 10 Jahren einen zentralen Bestandteil der DNA von HTC. Die Digitalisierung und der damit einhergehende Wandel in unseren Beratungsthemen haben uns 2018 inspiriert, Netzwerkdenken noch einmal neu zu definieren.

Mit dem Umbau unserer Büroräume zum neuen WeQ-Lab sind agiles Arbeiten, vernetztes Denken und die co-kreative Entwicklung innovativer Lösungen nicht nur wichtige Elemente unseres Beratungsansatzes, sondern gelebter Bestandteil unserer täglichen Arbeit. Offenheit für Neuerungen, Kooperation, Agilität und das Aufbrechen von Silostrukturen bilden dabei Schlüsselemente in unserer Denkweise.



MKO Marine Consulting

Neutrale Beratung, Expertise und Praxiserfahrung zur Landstromversorgung sowie zur Versorgung von Kreuzfahrt-/Handelsschiffen

Lösungen zur Emissionsreduzierung in der Schifffahrt durch Landstrom

Wir bieten unseren Kunden aus der maritimen Wirtschaft eine neutrale Beratung, Expertise und Praxiserfahrung zur Landstromversorgung sowie zur Versorgung von Kreuzfahrt- und Handelsschiffen. In enger Zusammenarbeit mit Ihnen finden wir maßgeschneiderte Lösungen zur Emissionsreduzierung durch On-Shore-Power-Supply sowie durch den Einsatz von Liquefied-Natural-Gas (LNG).

Darüber hinaus bieten wir kompetentes Projektmanagement für Häfen und Terminal-Betreiber bei der Entwicklung von individuellen Lösungen für die Nutzung von Landstrom am Liegeplatz. Wir sind auch Partner von Werften und Reedereien bei der Projektrealisierung und Projektabwicklung von Einzelprojekten an Bord bis hin zu komplexen Schiffsumbauten und Schiffsreparaturen.

Im Bereich der Nutzung von LNG als Antrieb in der Schifffahrt beraten wir bei Neuprojekten, bei der Bauaufsicht und Implementierung von LNG-Systemen. Neben LNG widmen wir uns auch weiteren alternativen Energiequellen wie Methanol, Batterietechnik und daraus resultierenden hybriden Antrieben.

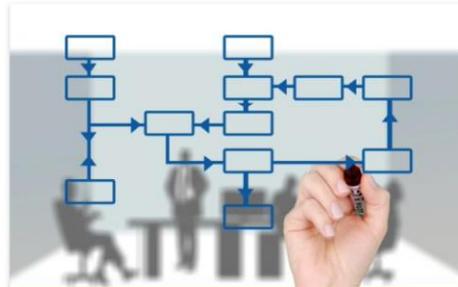
Unsere Leistungen

MKO Marine Consulting ist Ihr erfahrener Partner in den Bereichen Emissionsreduzierung, Projektmanagement und LNG-Technologie in der Schifffahrt.



Emissionsreduzierung

Landstrom-Lösungen zur Emissionsreduzierung in der Schifffahrt.



Projektmanagement

Für Werften und Reedereien auf Basis langjähriger Branchenerfahrung.



Beratung LNG

Beratung für LNG-Lösungen in der Schifffahrt.



IMPRESSUM

UNTERNEHMEN

HTC Hanseatic Transport Consultancy
Dr. Ninnemann & Dr. Rössler GBR
Schopenstehl 15 (Miramar-Haus)
20095 Hamburg

Tel +49 (0)40 18175408
Web www.htc-consultancy.de

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung von HTC.

GESCHÄFTSFÜHRUNG

Prof. Dr. Jan Ninnemann, Dr. Thomas Rössler

Registriert beim Finanzamt Hamburg-Mitte
Ust-Id-Nr. DE261423842

Bei allen Projekten gilt es die unterschiedlichen Sichtweisen und Lebenssituationen aller Geschlechter zu berücksichtigen. In der Wortwahl des Angebotes wurden deshalb geschlechtsneutrale Formulierungen bevorzugt oder alle Geschlechter gleichberechtigt erwähnt. Wo dies aus Gründen der Lesbarkeit unterbleibt, sind ausdrücklich stets alle Geschlechter angesprochen.