

Studie Alternative Antriebe für Hafenumschlaggeräte

e4ports-Symposium „Zero Emission am Kai“ | 09.09.2022

Thomas Rust

RAMBOLL

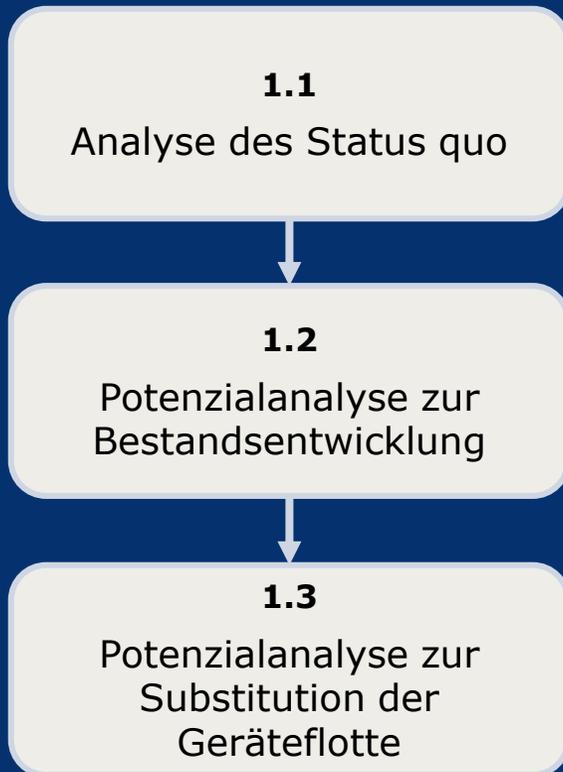
Bright ideas.
Sustainable change.

NOW
NOW-GMBH.DE



Vorstellung von Zwischenergebnissen der Studie Alternative Antriebe für Hafenumschlaggeräte

1. Bestandsanalyse für
Hafenumschlaggeräte und
Potenzialanalyse für alternative Antriebe
2. Marktrecherche und Analyse alternativer
Technologien für Hafenumschlaggeräte



Teil 1

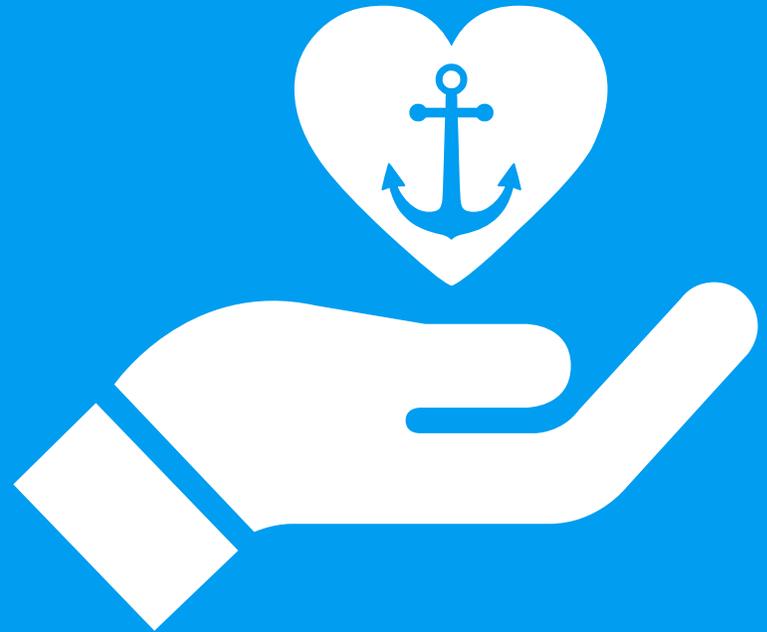
Bestandsanalyse für Hafenumschlaggeräte & Potenzialanalyse für alternative Antriebe

Ziele

- Evaluierung von **Gerätebestand** und Anteilen
- Ermittlung von **THG-Emissionen** der Geräte
- Potenzialabschätzung zur **Entwicklung des Gerätebestandes**
- Fortschreibung des gegebenen herkömmlichen **Kraftstoff- und Antriebstechnologiemixes**
- Ermittlung des **Ersatzpotenzials** der Flotte mit alternativen Antriebs- und Motorenkonzepten
- Ableitung des **Emissionsreduktionspotenzials**

Bright
ideas.
Sustainable
change.

RAMBOLL



Teil 2

Analyse alternativer Technologien für Hafenumschlaggeräte

Ziele

- Analyse **alternativer Technologien** für Hafenumschlaggeräte
- Berücksichtigung herkömmlicher Antriebe als Benchmark
- Bewertung als Basis für Potenzialanalyse zur **Substitution**



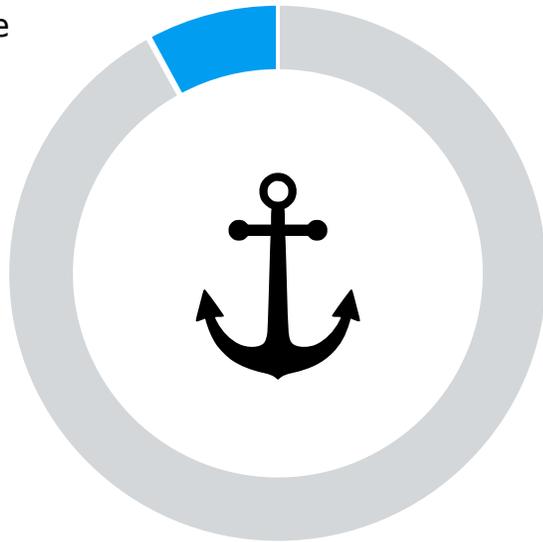
Basis für
Potenzialanalyse zur
Substitution

Marktdurchdringung alternativer Antriebe in Deutschland

Stand 31.12.2021 / 01.01.2022

Hafenumschlaggeräte

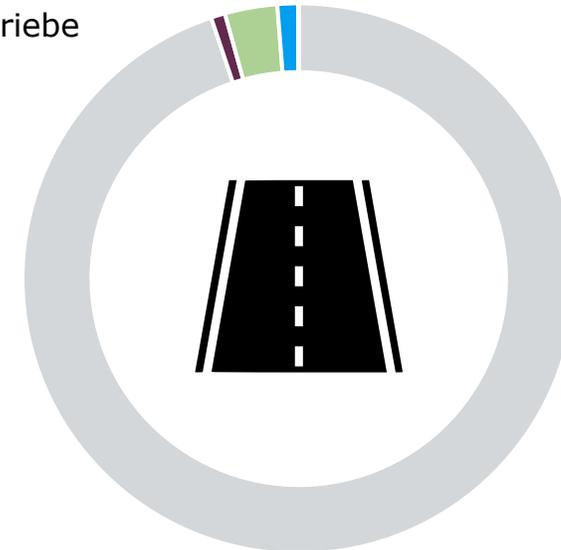
Alternative Antriebe
8 %



- Diesel
- Hybrid
- Elektro
- Sonstige (inkl. Wasserstoff)

Straßenfahrzeuge

Alternative Antriebe
5 %

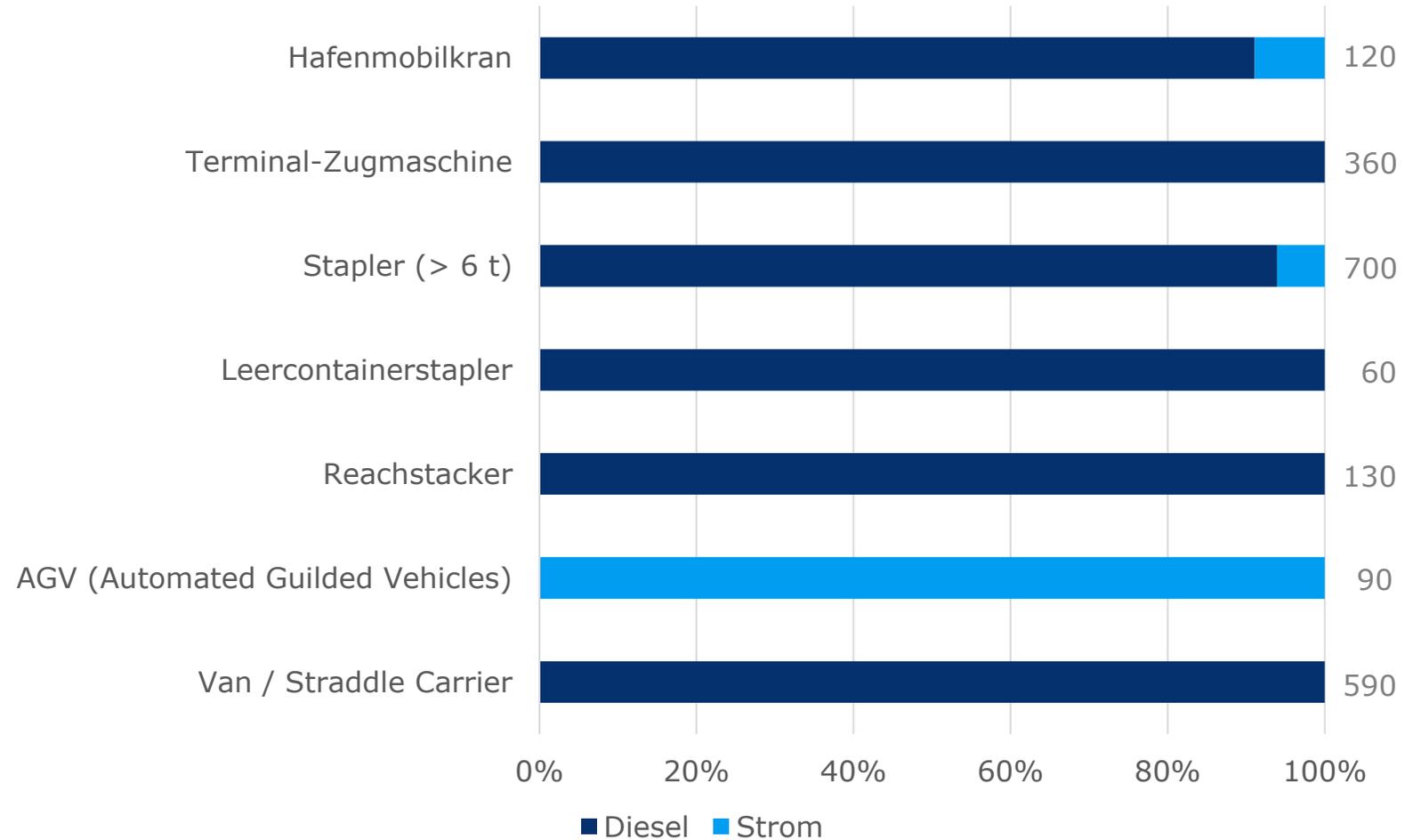
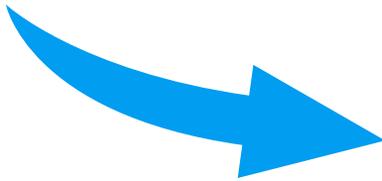


- Diesel / Benzin
- LPG / CNG
- Hybrid
- Elektro
- Sonstige (inkl. Wasserstoff)

Antriebsmix je Gerätetyp

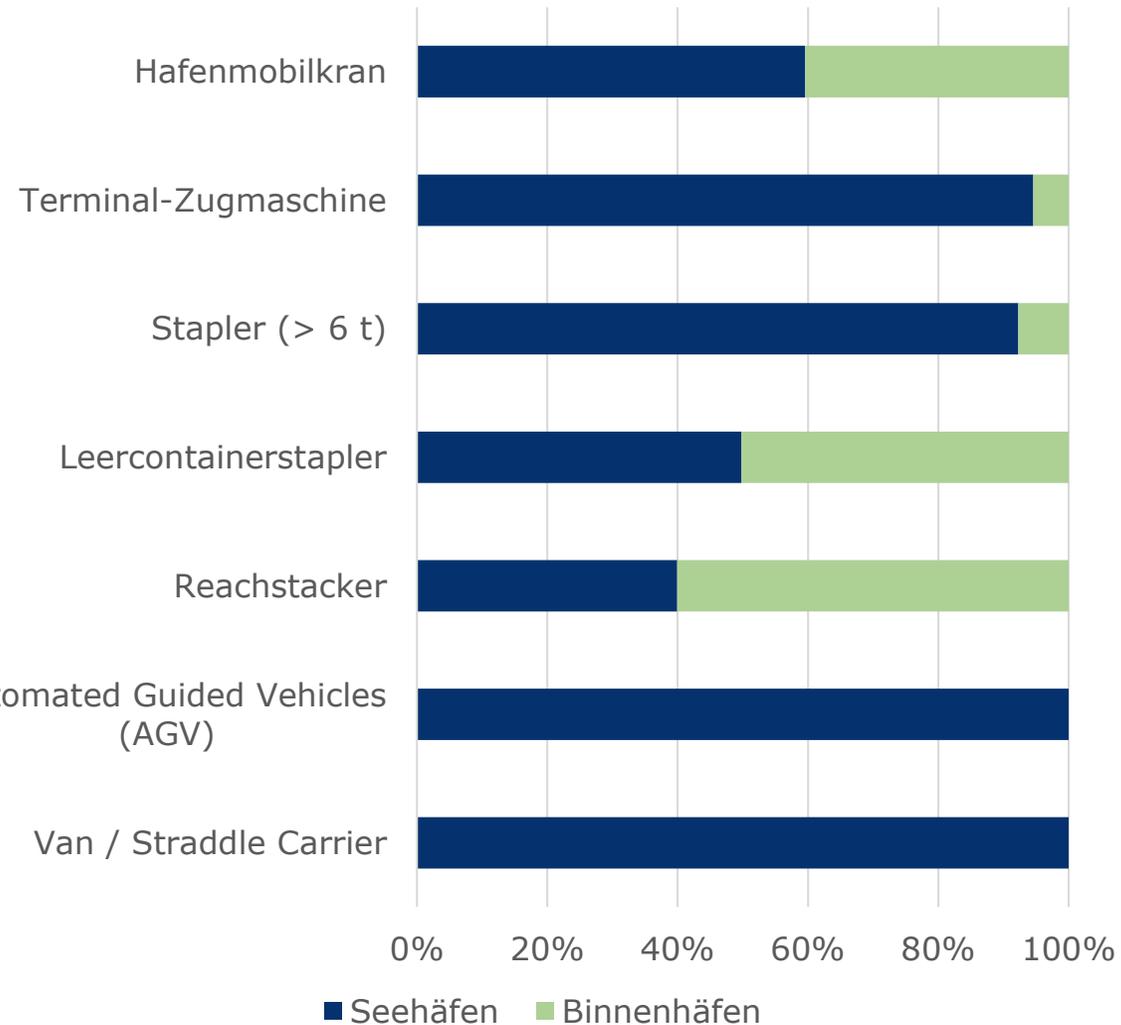
Stand 2021

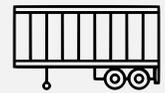
Hafenumschlaggeräte



Bestand Hafenumschlaggeräte

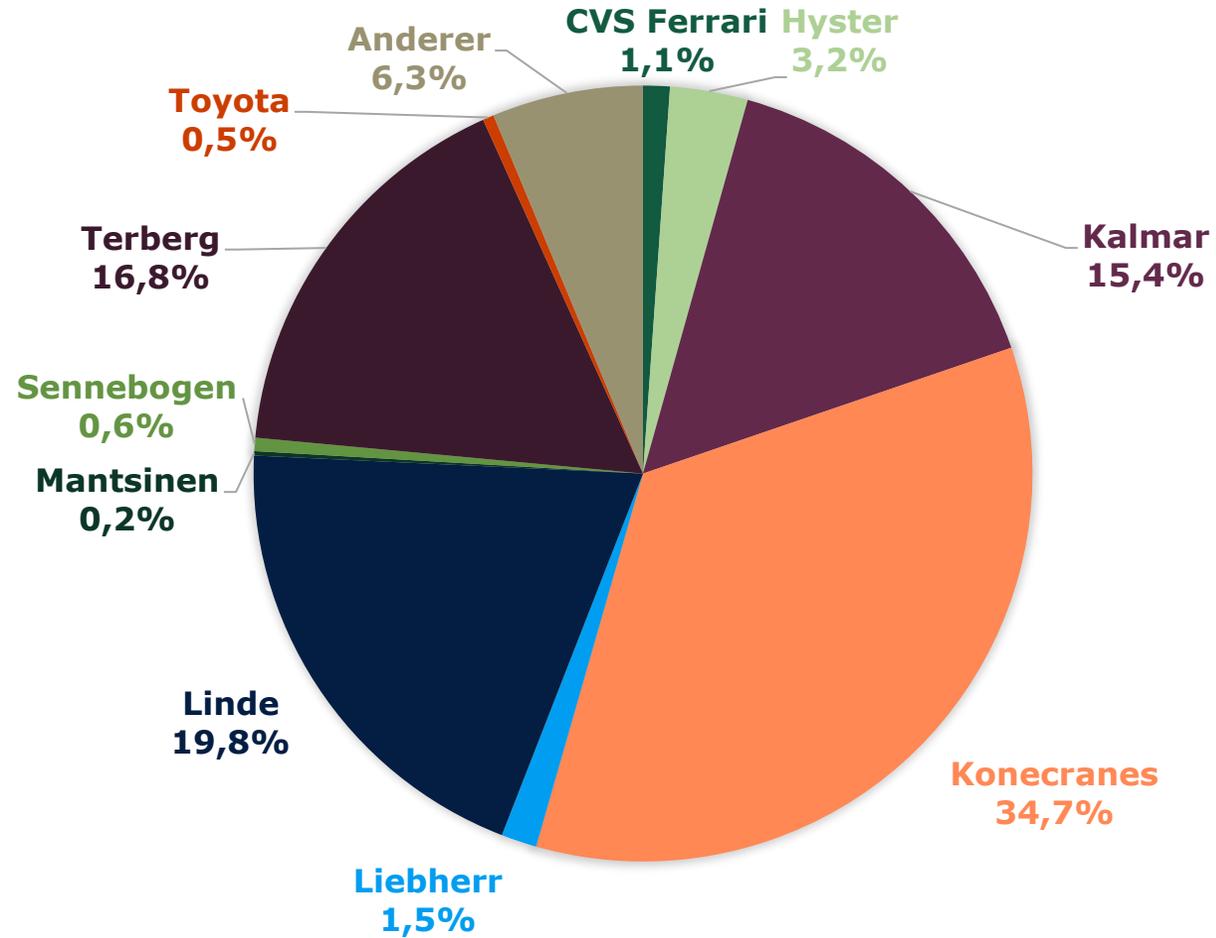
Stand 2021



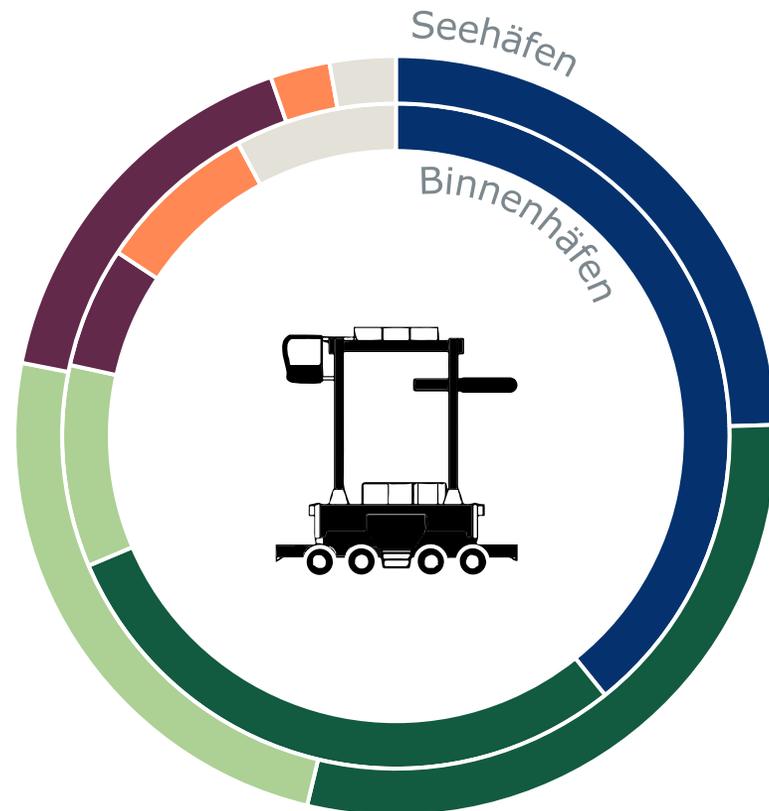
				
120	✓	✓	✓	
360		(✓)	(✓)	✓
700			✓	(✓)
60		✓		
130		✓		
90		✓		
590		✓		
	177 Mio. t	142 Mio. t 17 Mio. TEU	15 Mio. t	28 Mio. t

Hersteller-Mix

Basierend auf der Umfrage (Stand 2021)



Prozentuale Altersstruktur Flurfördergeräte

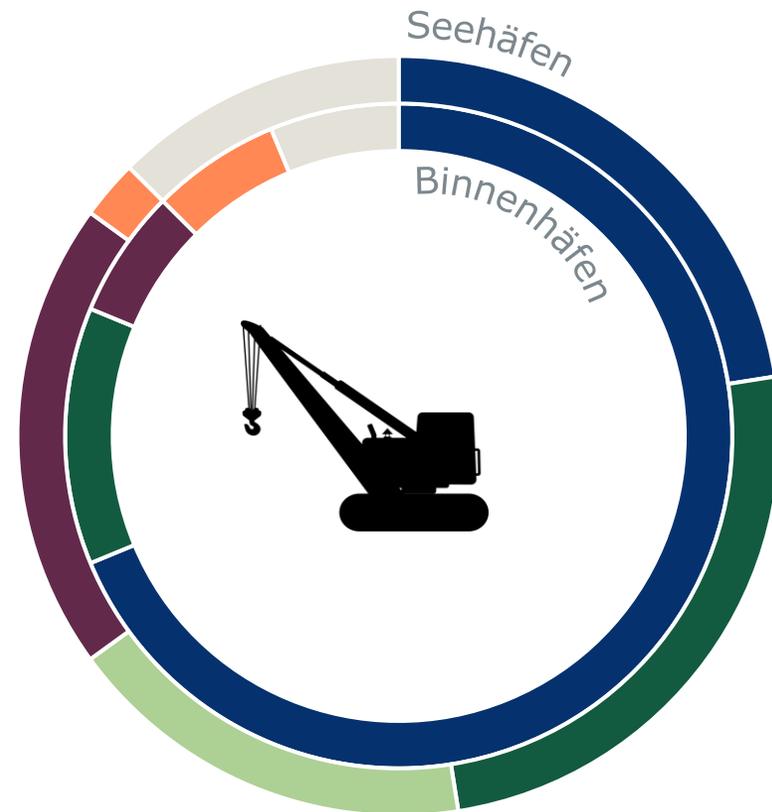


■ 1-4 J. ■ 5-8 J. ■ 9-12 J. ■ 13-16 J. ■ 17-20 J. ■ >20 J.

- Median-Alter der Geräte 5-8 Jahre in Binnen- und Seehäfen
- Terminal-Zugmaschinen in Binnenhäfen im Median-Alter mit 1-4 J. jünger als in Seehäfen (9-12 J.)
- Van / Straddle Carrier weisen Median-Alter von 9-12 J. auf → als durchschnittliche Nutzungsdauer wurde von den Umschlagbetrieben etwa 8-12 Jahre angegeben

Prozentuale Altersstruktur Hafenmobilkrane

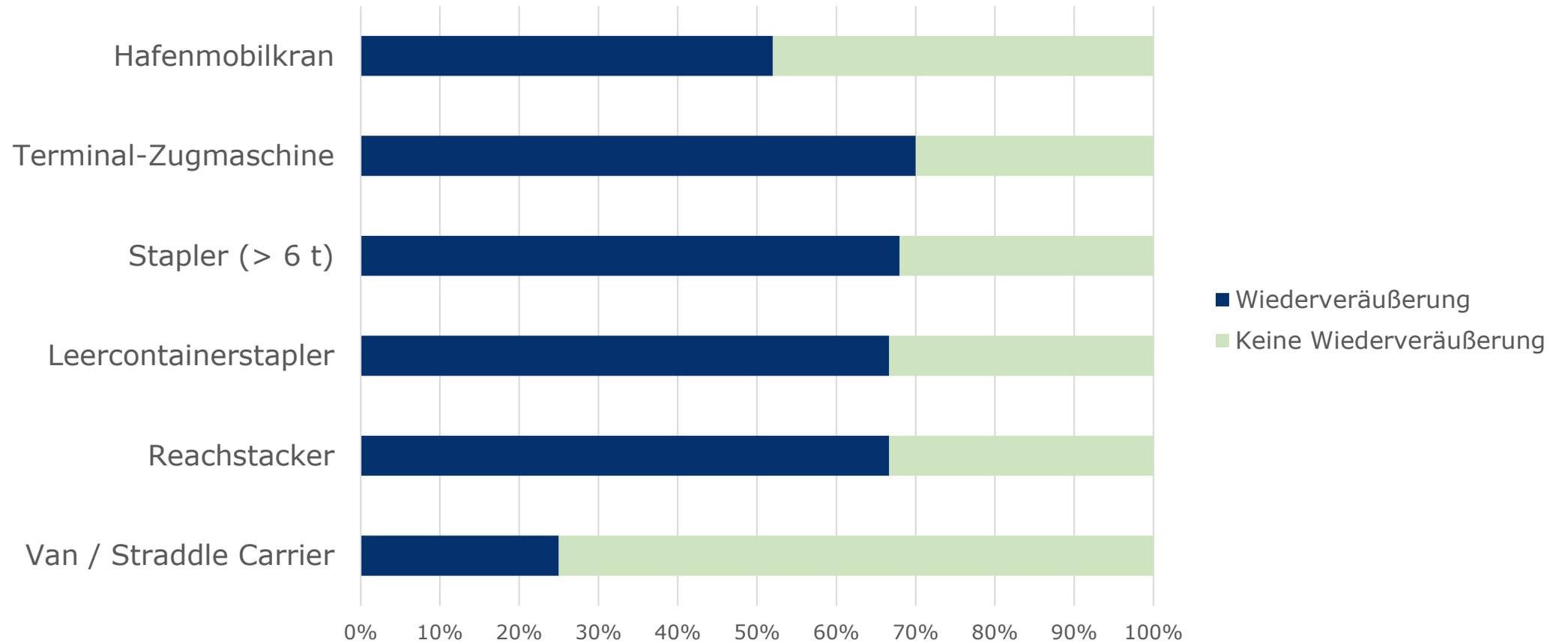
- Median-Alter der Hafenmobilkrane in Binnenhäfen im Durchschnitt mit 1-4 J. jünger als in Seehäfen
- Ältere Krane weisen tendenziell eine geringere Leistungsfähigkeit auf
- Die durchschnittliche Nutzungsdauer beträgt laut Umschlagbetrieben zwischen 10 – 20 Jahren

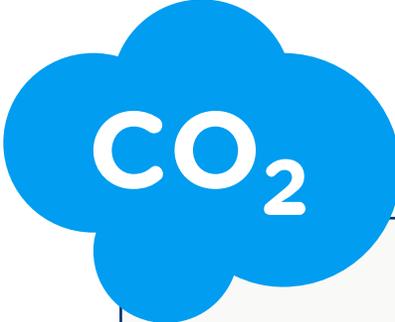


■ 1-4 J. ■ 5-8 J. ■ 9-12 J. ■ 13-16 J. ■ 17-20 J. ■ >20 J.

Geplante Wiederveräußerung der Umschlaggeräte

See- und Binnenhäfen





CO₂

2021

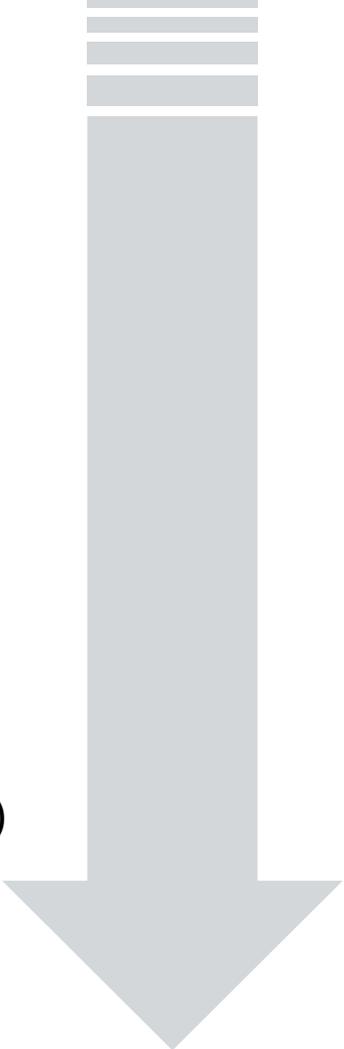
**Ca. 180.000 - 200.000 t
CO₂-Emissionen**

Van / Straddle Carrier zählen zu den größten
Emittenten in deutschen Häfen

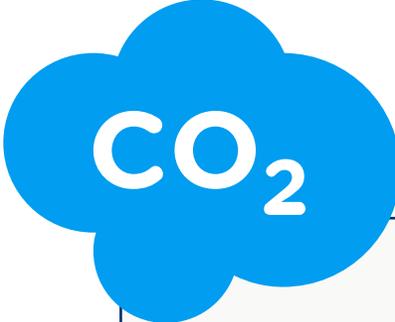
Reduktionspotenzial durch Automatisierung /
Elektrifizierung von SC ca. **1/3** der gesamten CO₂-
Emission



CO₂-Einsparung
durch
Automatisierung
(und Elektrifizierung)



CO₂-Einsparung
durch alternative
Antriebe



CO₂

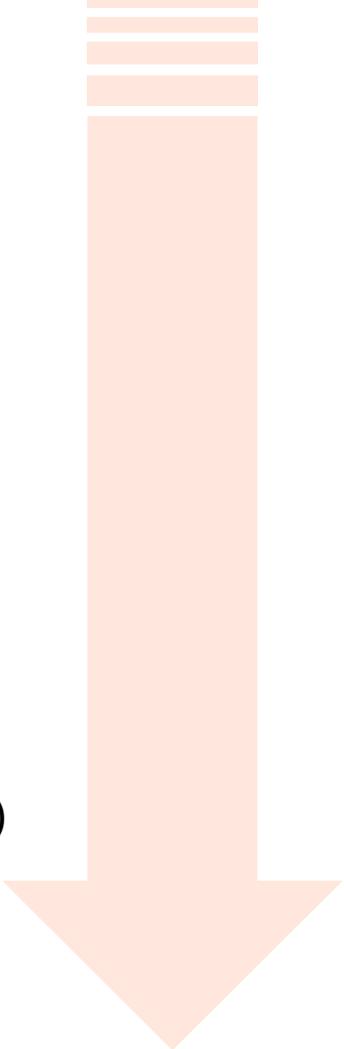
2040

**Ca. 240.000 - 300.000 t
CO₂-Emissionen**

Unter Annahme des derzeit bestehenden
Antriebsmixes **



CO₂-Einsparung
durch
Automatisierung
(und Elektrifizierung)



CO₂-Einsparung
durch alternative
Antriebe

Ausblick / Sichtweise der Umschlagbetriebe

Kommentare aus der Umfrage

“Infrastruktur muss den Anforderungen von Alternativen Antriebskonzepten genügen”

“Eine akzeptable Lösung der Gerätehersteller muss her.”

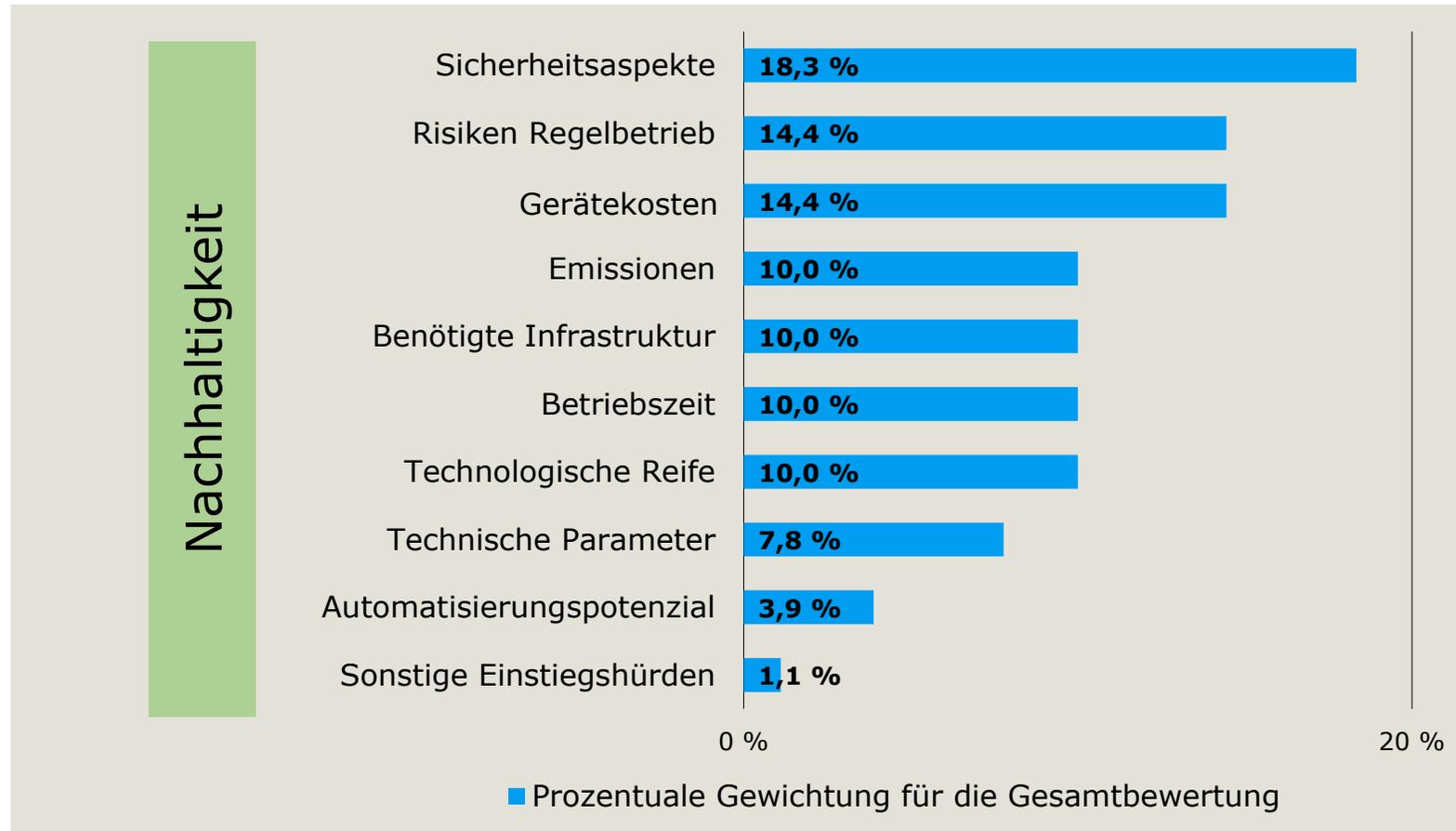
“Beschaffungs-, Betriebs- und Verbrauchskosten im Vergleich zu Alternativen elementar”

“Verfügbarkeit der Antriebsart auf dem Markt”

“Beschaffung/Umrüstung erst sobald serienreife Geräte auf dem Markt zur Verfügung stehen”

“Verfügbarkeit des alternativen Kraftstoffes zu wettbewerbsfähigen Konditionen”

Entscheidungskriterien und Gewichtung



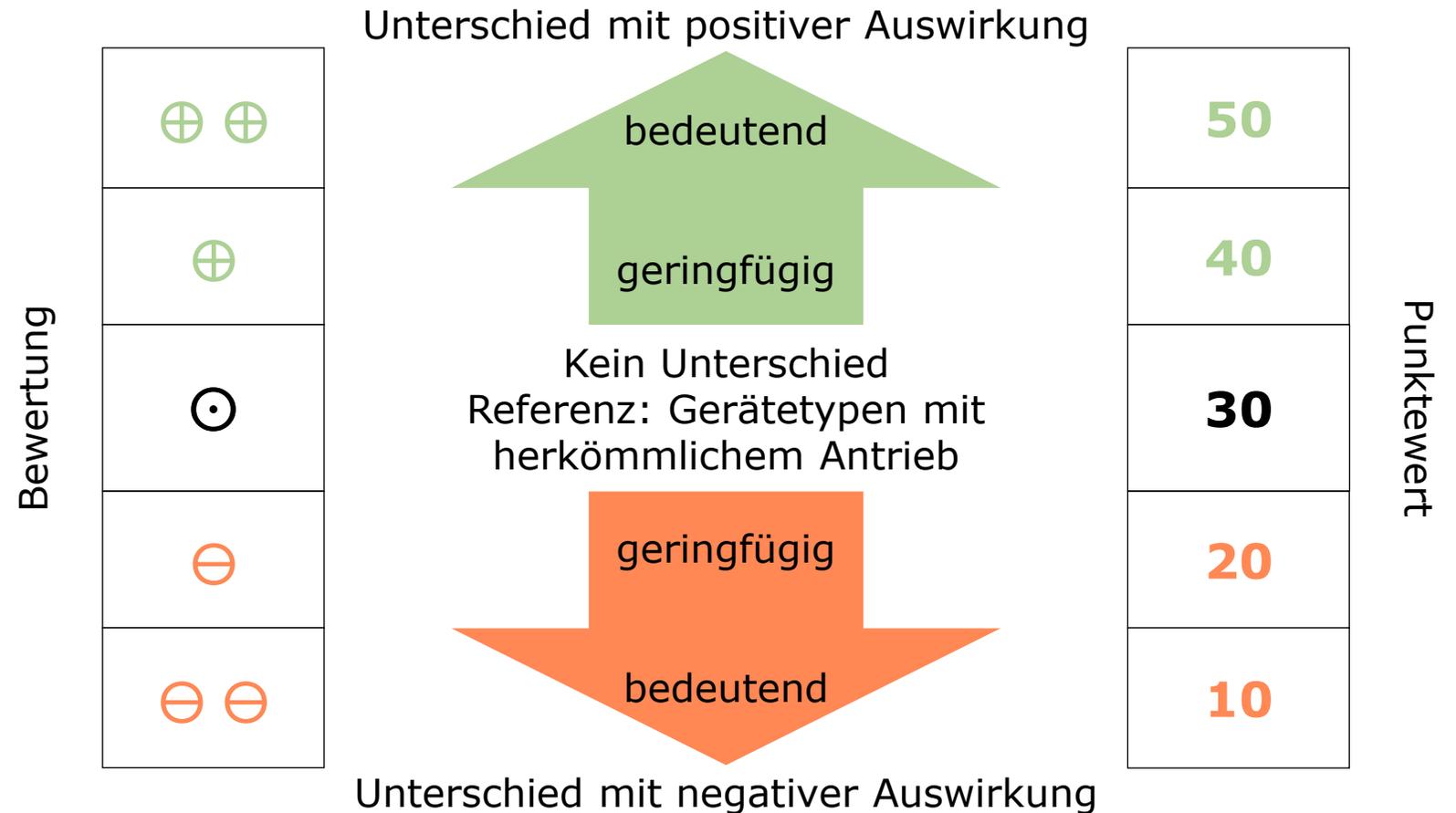
- Ermittlung der Gewichtung anhand eines paarweisen Vergleichs der Analyse Kriterien

↳ Input der Arbeitsgruppe „Alternative Antriebe für Hafenumschlagsgeräte“

- Ermittlung des Gesamtscore durch Verrechnung der Gewichtung mit dem jeweils erreichten Punktwert
- Ableitung einer Bewertung im Vergleich zum Benchmark
- Nachhaltigkeit als übergeordnetes Kriterium

- Kombinierte Bewertung qualitativer und quantitativer Merkmale (ordinal-skaliert) in Form einer Nutzwertanalyse
- Definition der *Performance-Benchmark* durch herkömmliche Dieselantriebe
- Ermittlung des optimalen alternativen Energieträgers anhand der gängigen Einsatzbedingungen
- Anwendung einer fünfstufigen Bewertungsskala
- Abschließende Bewertung anhand prozentualer Gewichtung unter Einbezug der Arbeitsgruppenexpertise

Bewertungssystem der Analysekriterien

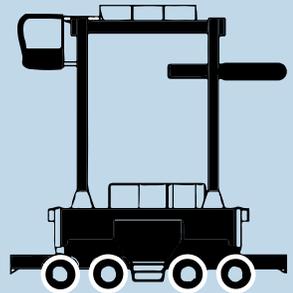


Factsheet Hafenumschlaggeräte

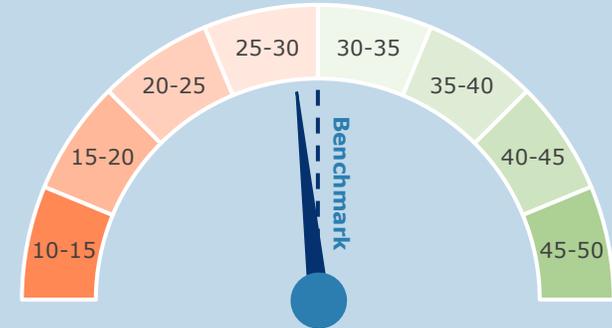
Sicherheitsaspekte



Gesamtbewertung: 28,0 Punkte



- ➔ Ähnlicher Geräteaufbau durch modulares Design (Arbeitssicherheit)
- ➔ Keine signifikant veränderten Zwischenfall-Risiken gegenüber der Benchmark



Gerätetyp

Risiken Regelbetrieb



Straddle Carrier

- ➔ Geringere Reichweite je Ladezyklus
- ➔ Kürzere Ladezyklen (Opportunity Charging)
- ➔ Ggf. vergrößerter Fuhrpark, um hohe Ladezeiten auszugleichen

Antrieb

Gerätekosten



Vollelektrisch



- ➔ Ca. 50 % höhere CapEx gegenüber Benchmark
- ➔ Tendenziell geringere OpEx u. a. durch geringere M&R-Kosten

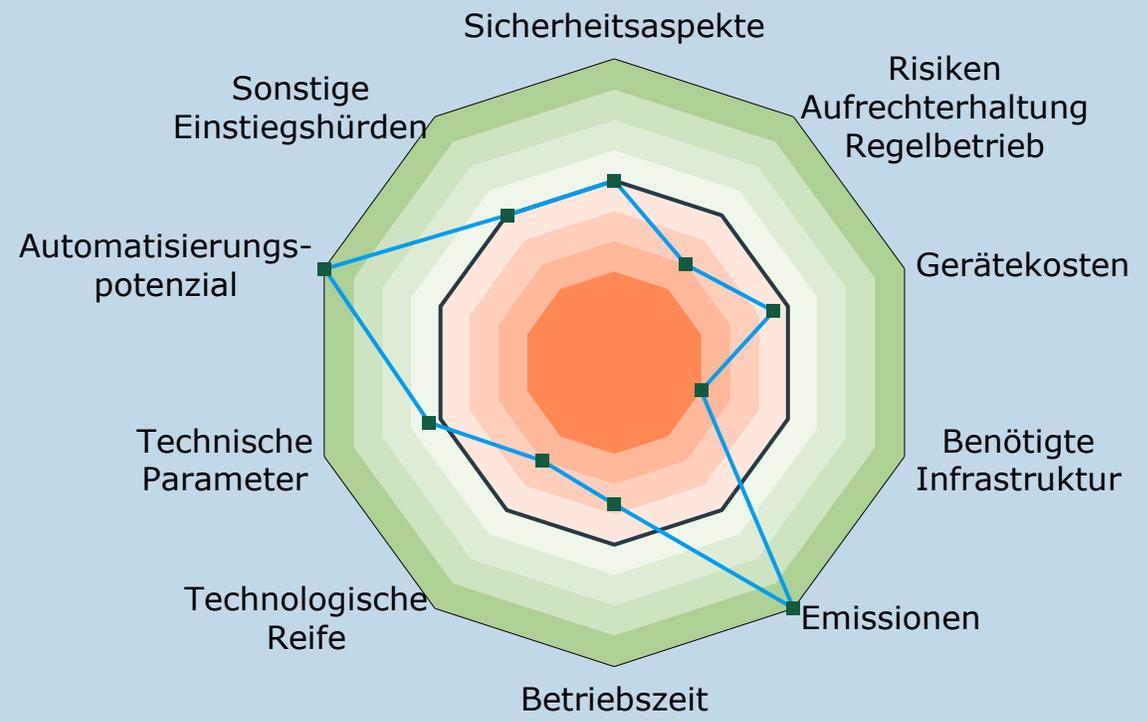
Leistungsprofil

Benötigte Infrastruktur



Containerstapelhöhe: 4 Stk.
Tragfähigkeit: 40-60 Tonnen

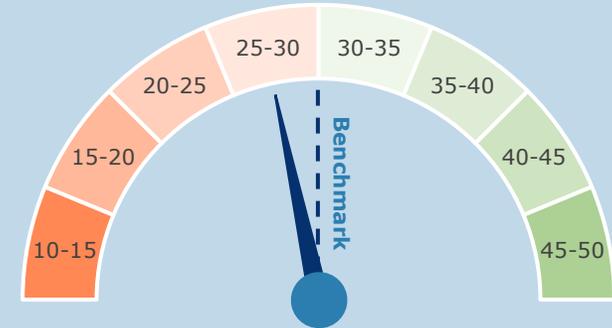
- ➔ Errichtung ggf. mehrerer Ladestationen
- ➔ Hohe Anschlussleistung und / oder zusätzlicher Pufferspeicher erforderlich



— Benchmark - dieselbetriebener Straddle Carrier —■— Vollelektrischer Straddle Carrier



- ähnliches Grundsicherheitsniveau wie Benchmark durch modularen Aufbau (Arbeitssicherheit)
- Keine signifikant veränderten Zwischenfall-Risiken gegenüber der Benchmark



Gerätetyp

Risiken Regelbetrieb



Reachstacker

- Geringere Reichweite je Ladezyklus
- Kürzere Ladezyklen
- Ggf. vergrößerter Fuhrpark, um hohe Ladezeiten auszugleichen

Antrieb

Gerätekosten



Vollelektrisch



- Ca. 50 % höhere CapEx gegenüber Benchmark
- Tendenziell niedrigere OpEx (M&R-Kosten)
- Wiederveräußerungswert kalk. Risiko

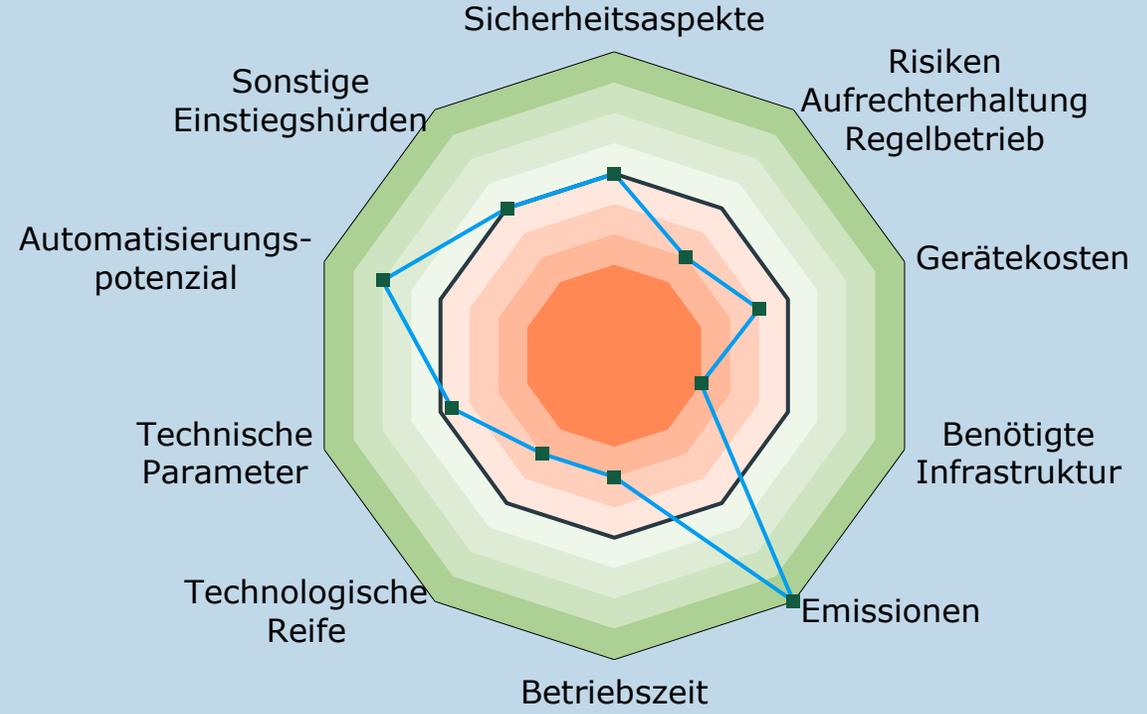
Leistungsprofil

Benötigte Infrastruktur



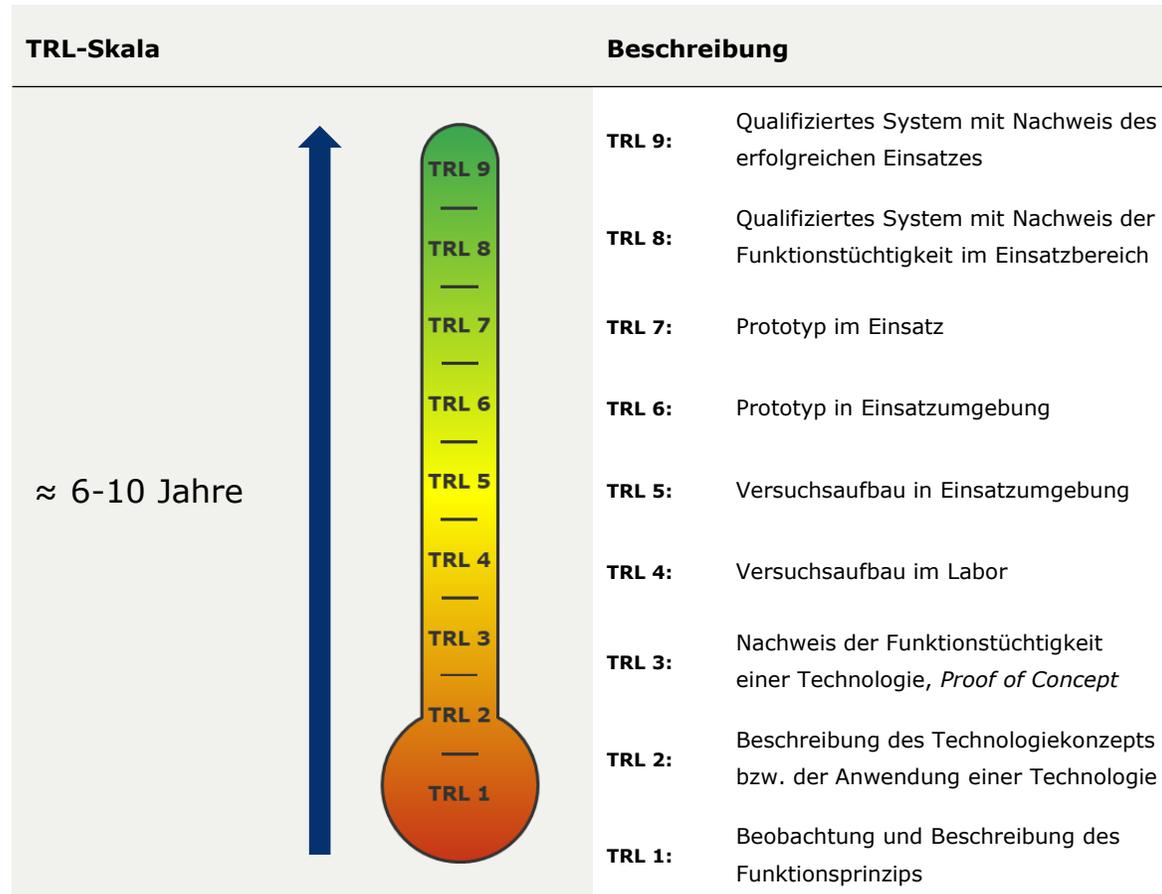
Containerstapelhöhe erste Reihe: 5-6 Stk.
Reichweite: bis zu 4 Reihen
Tragfähigkeit: 42-45 Tonnen

- Errichtung ggf. mehrerer Ladestationen
- Hohe Anschlussleistung und / oder zusätzlicher Pufferspeicher erforderlich



— Benchmark - dieselpetriebener Reachstacker —■— Vollelektrischer Reachstacker

Pilotprojekte für alternativ angetriebene Hafenumschlaggeräte



Ausgewählte Pilotprojekte, Markteintritte etc.

ZETT – Batteriemodul für Hafenumschlaggeräte

- Entwicklung eines Batteriemoduls für ein leistungsstarkes, modulares und skalierbares Batteriesystem
- Nachweis der Anwendbarkeit in unterschiedlichen Gerätetypen

TRL
4

Letaq - ammoniakbetriebene Umschlaggeräte

- Geplanter Markteintritt mit ammoniakbetriebenen Reachstackern, Leercontainerstaplern und Gabelstaplern
- Planung des Produktionsstarts in Q3 2024

TRL
4

Hyster - wasserstoffbetriebene Umschlaggeräte

- Entwicklung und Test verschiedener Gerätetypen mit Wasserstoff-Brennstoffzellen
- Erprobung eines Leercontainerstaplers und einer Terminalzugmaschine im Hamburger Hafen (Auslieferung Anfang 2023 / Ende 2022)

TRL
7

Terberg - wasserstoffbetriebene Zugmaschine

- Entwicklung einer wasserstoffbetriebenen Terminalzugmaschine in Zusammenarbeit mit dem Brennstoffzellenanbieter zepp.solutions
- Erprobung im Hafen Rotterdam in gleicher Einsatzumgebung wie dieselbetriebene Geräte

TRL
8

Ausblick und nächste Schritte

Wegweisende Fragen bei der Finalisierung der Studie und darüber hinaus

- **Finalisierung** der **Factsheets** aller alternativen Antriebstechnologien für die Situation im **Status quo**
- **Kritische Würdigung** einer möglichen perspektivischen **Veränderung** (im betrachteten Zeithorizont) einzelner **Entwicklungen** bzw. **Kriterien** von Geräten mit alternativen Antriebstechnologien (und der Diesel-Benchmark)
 - ↳ Umfang der noch möglichen Kostendegression bei Lo-Ionen-Akkumulatoren
 - ↳ Hochlauf der Verfügbarkeit alternativer Kraftstoffe
- **Modellierung** einer (theoretischen) **Marktdurchdringung** (bis 2040) der im Vergleich am besten bewerteten Geräte mit alternativen Antriebstechnologien
 - ↳ Substitutionspotential
 - ↳ Wachstumspotenzial

Bright
ideas.
Sustainable
change.

RAMBOLL

Ramboll

Dierkower Damm 29
18146 Rostock
Germany

T +49 381 252952 0

E info@ramboll.de

W www.ramboll.de

im Auftrag der



Alle dargestellten Inhalte sind vorläufig
und werden im weiteren Studienverlauf
detailliert und finalisiert.