

Elektromobilitätskonzept für den Hafen Wittlager Land

Abschlussbericht

Für den Auftraggeber:

Hafen Wittlager Land GmbH
Bremer Str. 4
49163 Bohmte

Anbieter:

BANLabs GmbH
Westhafenstr. 1
13353 Berlin

April 2024



Ausgelobt durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

Gestaltung und Umsetzung durch:



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Erstellung dieser Studie wurde im Rahmen der „Förderrichtlinie Elektromobilität“ durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gefördert. Fördermittel dieser Maßnahme werden auch im Rahmen des Deutschen Aufbau- und Resilienzplans (DARP) über die europäischen Aufbau- und Resilienzfazilitäten (ARF) im Programm NextGenerationEU bereitgestellt. Die Förderrichtlinie wird von der NOW GmbH koordiniert und durch den Projektträger Jülich (PtJ) umgesetzt.

Inhalt

1	Zusammenfassung des Elektromobilitätskonzepts: Schwerpunkte, Zielsetzung	5
2	Beschreibung der methodischen Vorgehensweise	6
3	Analyse der lokalen Ausgangssituation: Identifikation der lokalen Bedarfe und der relevanten gewerblichen und kommunalen Akteure	7
	<i>3.1 Standort</i>	<i>8</i>
	<i>3.2 Elektromobilität in der Logistik</i>	<i>10</i>
	<i>3.3 Sensitivitätsanalyse</i>	<i>18</i>
	<i>3.4 Stakeholder-Analyse</i>	<i>23</i>
4	Maßnahmenkatalog / Steckbriefe mit Umsetzungsplan	25
	<i>4.1 Ergebnisse der Analysen</i>	<i>25</i>
	<i>4.2 Maßnahme Fahrzeuge und Equipment</i>	<i>27</i>
	<i>4.3 Maßnahme Mobilitäts- & Energie-Hub</i>	<i>35</i>
	<i>4.4 Maßnahme Elektrifiziertes Schiffsshuttle-System</i>	<i>40</i>
5	Berechnung des CO₂-Einsparpotenzials für den Maßnahmenkatalog	48
6	Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Hafens Wittlager Land	8
Abbildung 2: Strukturplan der Hafens Wittlager Land.....	9
<i>Abbildung 3: Prognose der Bestandsentwicklung von e-LKW (Quelle: BMDV).....</i>	<i>14</i>
Abbildung 4: Entwicklung des CO ₂ -Preises	22
Abbildung 5: Detailplan des Hafens Wittlager Land	31
Abbildung 6: Beispiele für Ladeinfrastruktur	32
Abbildung 7: Engerer Einzugsbereich des Hafens Wittlager Land	35
Abbildung 8: Prinzipdarstellung des Energiehubs Hafens Wittlager Land	39
<i>Abbildung 9: Strecke des Binnenschiffs-Shuttles Bohmte - Minden.....</i>	<i>44</i>
Abbildung 10: Emissionsdaten der Verkehrsträger (Umweltbundesamt UBA, 2022).....	48
<i>Abbildung 11: Vorgaben des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA), Umweltbundesamt Österreich</i>	<i>49</i>

1 Zusammenfassung des Elektromobilitätskonzepts: Schwerpunkte, Zielsetzung

Im Rahmen der Neukonzeption und Weiterentwicklung des Hafens Wittlager Land GmbH (Hafen Bohmte, HWL) sollen die Elektrifizierung des Hafenbetriebs und des Vor- / Nachlaufs eine wichtige Rolle spielen. Damit nimmt der Hafen Wittlager Land eine Vorreiterrolle im Bereich der Binnenhäfen ein.

Das erarbeitete Elektromobilitätskonzept bildet dabei die Planungsrundlage für eine kurz- bis mittelfristige Umsetzung und soll einen Beitrag dazu leisten, dass sich der Hafen Wittlager Land (HWL) im wettbewerblichen Umfeld zukunftsorientiert positionieren kann. Für die erfolgreiche Umsetzung der entwickelten Maßnahmen ist die Einbindung der Kunden und Partner ein wichtiger Faktor.

Durch eine systematische Einbindung einer geplanten lokalen Photovoltaik-Anlage kann der Hafenstandort zukünftig ein lokaler Verbraucher werden und so die Versorgungssicherheit des Hafens sichern, eine höhere Unabhängigkeit von der Entwicklung der Energiepreise gewährleisten und einen Beitrag zur Energie- und Verkehrswende leisten.

Im Elektromobilitätskonzept wurden die Grundlagen für die Beschaffung und des Einsatzes von elektrischen Fahrzeugen am Hafenstandort Wittlager Land sowie dem Aufbau bedarfsgerechter Ladeinfrastruktur erarbeitet. Das Hauptziel bestand darin, die Ladeinfrastruktur so zu gestalten, dass sie von Beginn an den Bedarfen des Hafenbetriebs gerecht wird und darüber hinaus für vielen Anwender zur Verfügung steht. Damit sollen alle vorhandenen und – soweit heute absehbar – zukünftig geplanten logistischen Einsatzszenarien bedient werden können.

Insgesamt bieten Binnenhäfen aufgrund ihrer wichtigen Rolle im Güterverkehr und ihrer Infrastruktur sehr gute Voraussetzungen für die frühe Berücksichtigung der Elektromobilität in den logistischen Prozessen. Durch die Umstellung auf elektrische Betriebsmittel können sie einen wesentlichen Beitrag zur Decarbonisierung des Verkehrsbereichs leisten und gleichzeitig die Effizienz und Nachhaltigkeit in der Logistikkette verbessern.

2 Beschreibung der methodischen Vorgehensweise

Der Hafen Wittlager Land befindet sich nach Abschluss der baulichen Umstrukturierung in der Inbetriebnahmephase. Zum Abschluss der Konzeptausarbeitung stand der operative Betreiber für den Hafen Wittlager Land noch nicht fest, was eine flexible Planung für unterschiedliche Betriebsszenarien erforderlich macht. Ein zentrales Ziel war es, den Hafen von Beginn an so zu gestalten, dass eine schrittweise Elektrifizierung möglich wird.

Die methodische Vorgehensweise begann mit einer umfassenden Bestandsaufnahme und Analyse. Dabei wurde sowohl der Hafenstandort als auch die angrenzenden Gebiete betrachtet. Diese Analyse bildete die Grundlage für alle weiteren Planungen und Entscheidungen. Aufbauend auf dieser Bestandsaufnahme folgte eine detaillierte Bedarfsanalyse, um die technischen Anforderungen und zukünftigen Bedarfe für die Elektrifizierung zu identifizieren. Hierbei wurde die notwendige Ladeinfrastruktur für elektrische Fahrzeuge und das Umschlagsequipment ermittelt. Verschiedene Maßnahmen wurden entwickelt, um die Grundlage für einen vollständig elektrifizierten Verkehrsknoten zu schaffen.

Aus den Erkenntnissen der Bestandsaufnahme und der Bedarfsanalyse wurden konkrete Maßnahmen zur Umsetzung der Elektrifizierung entwickelt. Diese Maßnahmen wurden so konzipiert, dass sie flexibel an technische Entwicklungen und Marktbedingungen angepasst werden können, was gewährleistet, dass der Hafen schrittweise und bedarfsgerecht elektrifiziert werden kann.

Ein wichtiger Bestandteil der methodischen Vorgehensweise war die Wirtschaftlichkeitsanalyse. Die Wirtschaftlichkeit ist der entscheidende Faktor in der Logistik, um Maßnahmen dauerhaft in die Praxis überführen zu können. Hierbei wurden die wirtschaftliche Machbarkeit und Rentabilität der geplanten Elektrifizierungsmaßnahmen bewertet. Besonders berücksichtigt wurden dabei mögliche Fördermöglichkeiten und Kosteneffizienzen, um die finanzielle Belastung zu minimieren und gleichzeitig einen nachhaltigen Betrieb sicherzustellen.

Eine ganzheitliche Betrachtung der Transportwege war zentral für die Konzeptentwicklung. Dies beinhaltete eine umfassende Analyse der internen Logistikprozesse und die Identifikation von Potenzialen für die Elektrifizierung. Weiterhin wurde die Anbindung des Hafens an das Straßennetz bewertet, um die Möglichkeiten zur Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs von und zum Hafen zu identifizieren. Zusätzlich wurden die Bedingungen und Möglichkeiten zur Elektrifizierung von Binnenschiffen untersucht, die den Hafen nutzen.

Die Einbindung relevanter lokaler Stakeholder war ein wesentlicher Bestandteil der Konzeptentwicklung. Durch frühzeitige und kontinuierliche Kommunikation mit relevanten Stakeholdern wurde sichergestellt, dass deren Interessen und Bedenken berücksichtigt wurden. Dies begann mit der Identifikation und Kategorisierung der relevanten Akteure. In anschließenden Partizipationsverfahren, durch Befragungen und eine Informationsveranstaltung, wurde Feedback eingeholt und die Akzeptanz des Konzepts sichergestellt. Zudem wurde durch die Vorbereitung von Kooperationsstrukturen und durch Kommunikation die Unterstützung der Umsetzung gestärkt.

Durch diese methodische Vorgehensweise konnte ein fundiertes und zukunftsorientiertes Konzept für den Hafen Wittlager Land entwickelt werden.

Die flexible Planung, die umfassende Analyse und die Einbindung der lokalen Stakeholder gewährleisten, dass der Hafen schrittweise elektrifiziert werden kann und somit langfristig einen nachhaltigen und effizienten Betrieb ermöglicht. Die Berücksichtigung der umliegenden Gebiete und der gesamten Transportwege stellt sicher, dass der Hafen optimal in die regionale Infrastruktur integriert wird und einen positiven Beitrag zur regionalen Entwicklung leistet.

3 Analyse der lokalen Ausgangssituation: Identifikation der lokalen Bedarfe und der relevanten gewerblichen und kommunalen Akteure

Binnenhäfen fungieren als wichtige Umschlagplätze für Güter aller Art und verknüpfen verschiedene Verkehrsträger wie Schifffahrt, Eisenbahn und Straßentransport. Ihre Rolle als multimodale Knotenpunkte ermöglicht es, den Übergang zu elektrisch betriebenen Transportmitteln in einem kontrollierten, aber weitreichenden Rahmen voranzutreiben und Lösungen zu erproben.

Die Einführung der Elektromobilität in Binnenhäfen kann stufenweise erfolgen. Von elektrischen Reachstacker über den Einsatz von e-LKW im Vor- und Nachlauf bis hin zu Verwaltungsfahrzeugen – die schrittweise Umstellung auf Elektrofahrzeuge innerhalb der Hafengebiete ermöglicht eine kontinuierliche Anpassung an neue Technologien und Abläufe. Darüber hinaus bieten Häfen eine hervorragende Infrastruktur für den Aufbau von Ladestationen, die sowohl von den Hafengebietern als auch von externen Nutzern verwendet werden können.

Der Hafen Wittlager steht im Zentrum der Untersuchung des Elektromobilitätskonzepts. In diesem Abschnitt werden die Grundlagen zusammengetragen, die für die Konzeptierung der Elektrifizierung der Transport- und Umschlagprozesse notwendig sind, damit

die Maßnahme systematisch entwickelt werden können und ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist. Dafür werden die räumlichen Rahmenbedingungen, die Entwicklung der Elektromobilität in der Logistik sowie die relevanten Stakeholder des Hafens analysiert.

3.1 Standort

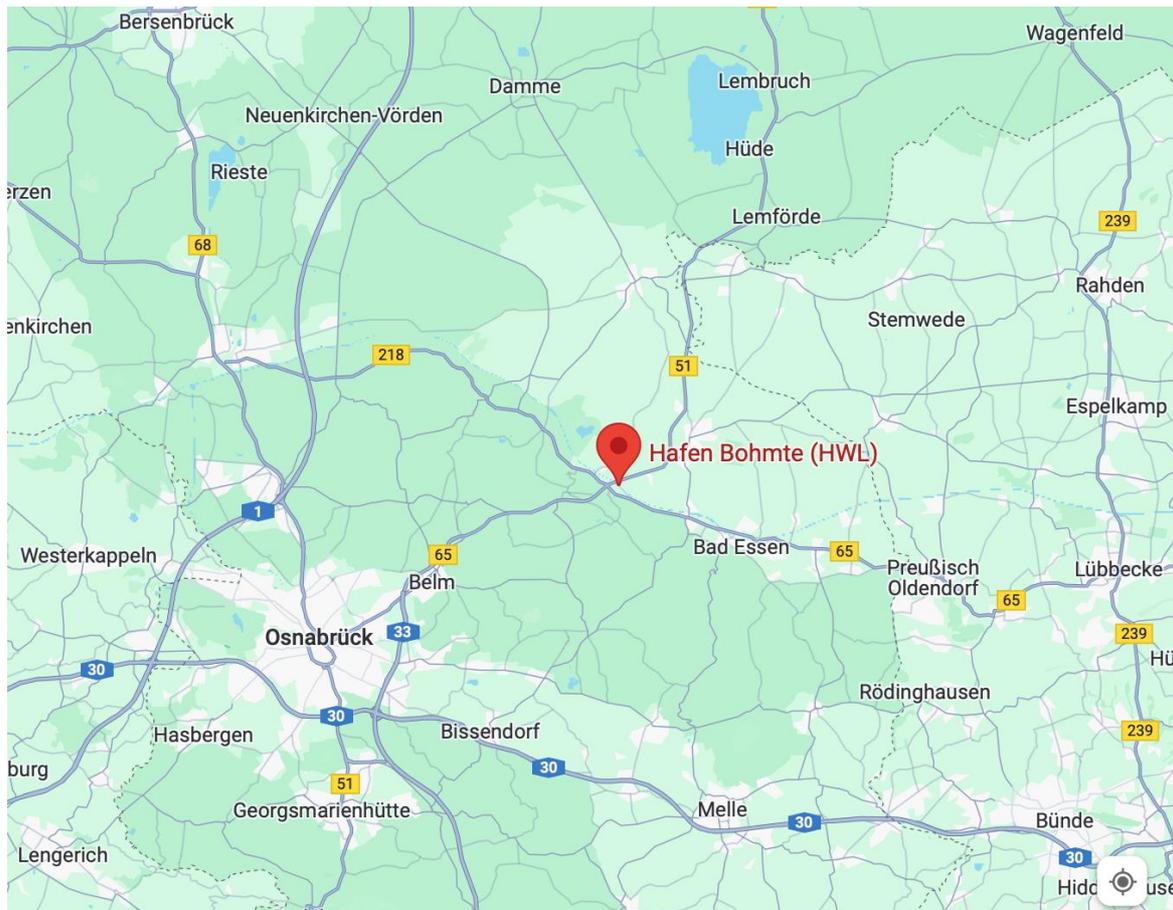


Abbildung 1: Lage des Hafens Wittlager Land

Der Hafen Wittlager Land liegt in einer strategisch günstigen Position in Niedersachsen, eingebettet in eine Region mit einem vielfältigen Wirtschaftsraum und einer gut ausgebauten Infrastruktur. Geografisch befindet sich der Hafen in der Region Osnabrück in der Nähe der Städte Osnabrück und Münster, was ihn zu einem wichtigen Knotenpunkt zwischen dem Binnenland und den großen norddeutschen Häfen macht. Diese Lage ermöglicht es, sowohl regionale als auch internationale Handelsströme effizient zu bündeln und weiterzuleiten.

Durch die Anbindung an das regionale und überregionale Straßennetz ist der Hafen Wittlager Land sehr gut für den Straßengüterverkehr erschlossen. Diese Verbindungen ge-

währleisten eine schnelle und direkte Erreichbarkeit der großen Industrie- und Handelszentren in Norddeutschland und darüber hinaus. Zudem bietet der Standort durch die Lage direkt an den Bundesstraßen B51, B65 und B218 weitere logistische Vorteile, indem sie den Zugang zu lokalen Wirtschaftszentren erleichtert.

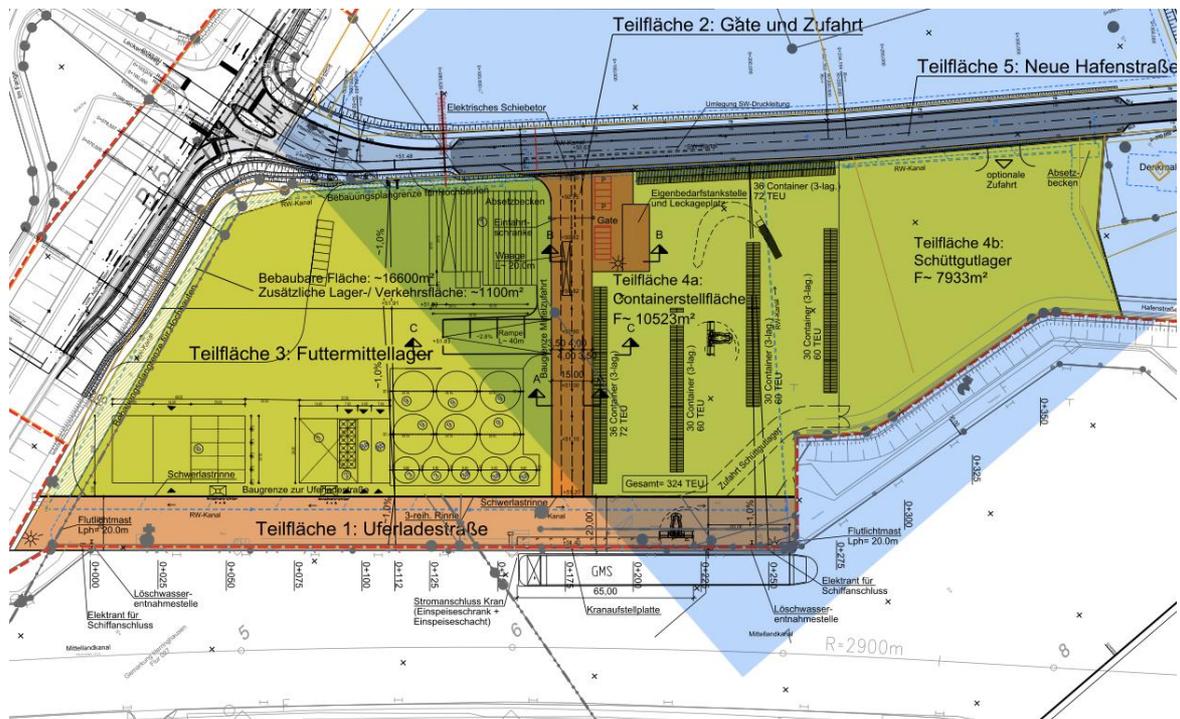


Abbildung 2: Strukturplan der Hafens Wittlager Land

Ein weiterer Vorteil der Lage des Hafens Wittlager Land ist die Lage am Mittellandkanal als wichtigste West-Ost-Verbindung im norddeutschen Wasserstraßennetz. Die Anbindung an den Mittellandkanal eröffnet die Möglichkeit, sowohl die norddeutschen Seehäfen als auch über das westdeutsche Kanalnetz die Rheinmündungshäfen mit allen gängigen Binnenschiffstypen zu erreichen.

Die umliegende Region, geprägt durch eine Mischung aus industriellen, landwirtschaftlichen und städtischen Gebieten, bietet zudem ein großes Potenzial für den Hafenumschlag.

Die Region Osnabrück insgesamt ist also ein wichtiger Standort für Logistikunternehmen und bietet gute Voraussetzungen für den Transport von Gütern sowohl auf der Straße als auch auf dem Wasser und der Schiene. Ein bedeutendes Güterverkehrszentrum in der Region ist das GVZ Osnabrück. Es dient als bimodaler Logistikstandort, der die Verkehrsträger Straße und Schiene miteinander verknüpft.

Die Region Osnabrück ist verkehrstechnisch gut erschlossen und profitiert von einer ausgezeichneten Infrastruktur. Die Autobahnen A1 und A30 kreuzen sich in der Nähe von

Osnabrück. Diese bieten direkte Verbindungen in die Niederlande sowie in Richtung Ruhrgebiet und weiter nach Süddeutschland.

In und um Osnabrück haben sich zahlreiche Logistikunternehmen niedergelassen.

Die Region Osnabrück ist aufgrund ihrer strategischen Lage, der vorhandenen logistischen Infrastruktur und der Präsenz bedeutender Logistikunternehmen ein wichtiger Logistikstandort in Deutschland. Die gute Anbindung an überregionale Straßen- und Schienennetze, die Anbindung an den Mittellandkanal über den Stichkanal Osnabrück und die Einrichtung von Güterverkehrszentren tragen dazu bei, dass die Region als leistungsfähiger logistischer Knotenpunkt fungiert.

3.2 Elektromobilität in der Logistik

Für die zielgerichtete Entwicklung von Maßnahmen für den Hafen Wittlager Land ist neben einer Analyse des Standorts auch die Einordnung der Entwicklung der Elektromobilität in der Logistik entscheidend.

Die Entwicklung und Verfügbarkeit von elektrischen LKW in Deutschland zeigt, dass Hersteller und Unternehmen zunehmend in die Elektrifizierung des Schwerlastverkehrs investieren, um Emissionen zu reduzieren und die Effizienz zu steigern. Die Akzeptanz und der Erfolg dieser Fahrzeuge werden jedoch stark von der Entwicklung der Ladeinfrastruktur und regulatorischen Anreizen abhängen.

Die zunehmende Akzeptanz und Einführung elektrischer LKW wird vor allem durch strengere Anforderungen und die Senkung der Gesamtbetriebskosten (Total Cost of Ownership - TCO) vorangetrieben. Batterie-elektrische LKW werden bereits ab 2025 bei den TCO mit Diesel-LKW gleichziehen und diese dann übertreffen, wobei bis 2030 ein Kostenvorteil von etwa 30% erwartet wird. Die Politik und Investitionen in die notwendige Infrastruktur, insbesondere in Ladestationen, sind ebenfalls entscheidende Faktoren für die Entwicklung des Marktanteils von elektrischen LKW.

Die weitere Entwicklung wird stark davon abhängen, wie effektiv die Politik, Industrie und Infrastrukturanbieter zusammenarbeiten, um die erforderlichen Rahmenbedingungen zu schaffen und die Akzeptanz dieser neuen Technologien zu fördern.

Im Bereich des Hafenumschlags gibt es mehrere Hersteller, die elektrische Reachstacker anbieten. Die Verfügbarkeit von Modellen und spezifischen Konfigurationen kann je nach Hersteller und Markt variieren. Die Mehrkosten belaufen sich auf bei elektrischen Reachstacker auf etwa 40% im Vergleich zu konventionellen.

Auch die Elektrifizierung der Binnenschifffahrt gewinnt zunehmend an Bedeutung. Angesichts wachsender ökologischer Bedenken und strengerer Emissionsvorschriften treiben Regierungen und Industrien weltweit Initiativen voran, um traditionelle, dieselbetriebene Binnenschiffe durch elektrische Alternativen zu ersetzen. Diese Schiffe werden oft mit Batterien oder Hybridantrieben ausgestattet, die nicht nur die Umweltbelastung reduzieren, sondern auch die Betriebskosten senken können, indem sie auf erneuerbare Energien setzen. Verschiedene Projekte und Pilotprogramme zeigen bereits vielversprechende Ergebnisse in Flüssen und Kanälen in Europa. Auch in diesem Bereich liegen die Herausforderungen bei dieser Transformation jedoch in der Infrastrukturentwicklung für Ladeeinrichtungen, der Energiekapazität der Batterien und der Anpassung logistischer Prozesse. Die Elektrifizierung der Binnenschifffahrt ist ein dynamischer Bereich, der kontinuierlich Fortschritte macht und zunehmend als eine tragfähige Option für die Zukunft der Transportbranche angesehen wird.

Die Niederlande treiben die Elektrifizierung ihrer Binnenschiffe im Rahmen ihres umfassenderen Engagements für nachhaltige Schifffahrt und Transport aktiv voran. Eine wichtige Initiative zur Unterstützung dieses Übergangs ist das vom niederländischen Ministerium für Infrastruktur und Wasserwirtschaft ins Leben gerufene vorübergehende Förderprogramm für die Elektrifizierung von Binnenschiffen. Ziel des mit 15,1 Millionen Euro ausgestatteten Programms ist es, Binnenschiffen einen emissionsfreien Betrieb mit modularen Energiecontainern zu ermöglichen, insbesondere durch den Einbau elektrischer Antriebssysteme als Ersatz für herkömmliche Dieselantriebe.

Eine entscheidende Entwicklung in diesem Bereich ist die Einführung des ersten voll-elektrischen Binnenschiffs, das im April 2024 mit Zero Emission Services (ZES)-Technologie in See stechen soll. Das Schiff mit dem Namen Den Bosch Max Groen wird standardmäßige modulare 20-Fuß-Energie nutzen Container (ZESpacks) für den Betrieb zwischen Den Bosch, der Maasvlakte und Moerdijk. Dieses Pionierprojekt, das darauf abzielt, die jährlichen Emissionen erheblich zu reduzieren, markiert den Beginn einer größeren Flotte emissionsfreier Schiffe, die folgen werden.

Zero Emission Services (ZES), ein wichtiger Akteur bei den niederländischen Elektrifizierungsbemühungen, hat eine erhebliche Investition von 54 Millionen US-Dollar erhalten, um die Elektrifizierung des Binnenschifffahrtssektors voranzutreiben. Es wird erwartet, dass diese Finanzierung bis 2050 insgesamt 6,6 Megatonnen CO₂ und bis zu 17.500 Tonnen NO_x einspart und so zu saubereren Städten, Naturgebieten und Häfen beiträgt.

Das deutsche Forschungsprojekt „Elektra“ ist ein innovatives Vorhaben, das darauf abzielt, die Binnenschifffahrt durch den Einsatz von Elektroantrieben umweltfreundlicher

zu gestalten. Das Projekt fokussiert sich auf die Entwicklung und den Betrieb eines voll-elektrischen Schubschiffes.

Das Hauptziel von Elektra ist die Demonstration der Machbarkeit eines emissionsfreien Transports auf Wasserwegen. Ein weiterer wichtiger Aspekt des Projekts ist die Schaffung der benötigten Infrastruktur, wie zum Beispiel Ladestationen entlang der Wasserstraßen, die eine schnelle und effiziente Aufladung ermöglichen.

Das Schubschiff Elektra kann weitreichende Erkenntnisse für die Zukunft der Binnenschifffahrt liefern, indem sie zeigen, wie durch den Einsatz von Batteriespeicher sowie Wasserstoff eine nachhaltigere und effizientere Güterbeförderung auf Binnengewässern möglich ist.

Die Beschaffung von Ladeinfrastruktur, insbesondere von DC-Ladesäulen, ist ein wichtiger Schritt für die Förderung der Elektromobilität und die Schaffung einer nachhaltigen Verkehrsinfrastruktur. DC-Ladesäulen ermöglichen im Vergleich zu AC-Ladesäulen schnellere Ladezeiten und sind daher besonders für den Einsatz an stark frequentierten Standorten wie Autobahnraststätten, Logistikzentren, Flottenstützpunkten und Häfen geeignet. Bei der Beschaffung von DC-Ladesäulen sind verschiedene Leistungsklassen zu berücksichtigen, die sich hinsichtlich ihrer Ladeleistung und ihrer Anwendungsbereiche unterscheiden.

Im Bereich der DC-Ladeinfrastruktur wird zwischen Low Power (bis zu 50 kW), Medium Power (50 kW bis 150 kW) und High Power (150 bis 350 kW) sowie Megawatt Charging (bis 3,75 MW)

Megawatt-Charging-System (MCS) bezieht sich auf die nächste Generation von Hochleistungsladesystemen mit einer Leistung von mehreren Megawatt. Diese Systeme haben das Potenzial, das Schnellladen von e-LKW durch schnelle Ladezeiten zu ermöglichen. Der Entwicklungsstand von Mega-Watt-Charging ist noch in einem frühen Stadium, jedoch gibt es bereits vielversprechende Forschungs- und Entwicklungsprojekte sowie Pilotprogramme, die diese Technologie in die Praxis umsetzen.

Mega-Watt-Charging könnte insbesondere für den Einsatz im Bereich des Schwerlastverkehrs und bei Flottenanwendungen von großer Bedeutung sein, da es die Möglichkeit bietet, die Ladezeiten von Elektro-LKW und anderen schweren Nutzfahrzeugen erheblich zu verkürzen und somit die Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit elektrischer Lösungen in diesen Bereichen zu verbessern.

Insgesamt ist die Beschaffung von DC-Ladesäulen ein wichtiger Schritt für die Entwicklung der Elektromobilität im Hafen Wittlager Land, und die Auswahl der richtigen Leis-

tungsklasse hängt von den spezifischen Anforderungen und Einsatzszenarien ab. Der Entwicklungsstand von Mega-Watt-Charging verspricht zusätzlich eine vielversprechende Zukunft für das Schnellladen von schweren Nutzfahrzeugen und erweitert die Einsatzmöglichkeiten im Hafen deutlich.

Der flächendeckende Aufbau von Ladeinfrastruktur stellt eine große Herausforderung dar. Für den reibungslosen Betrieb von e-LKW ist ein dichtes Netz an Schnellladestationen erforderlich, die nicht nur entlang der Hauptverkehrsadern, sondern auch in den logistischen Knotenpunkten verfügbar sein müssen. Der aktuelle Stand der Infrastruktur genügt diesen Anforderungen noch nicht, was den Umstieg auf e-LKW für viele Unternehmen zum heutigen Zeitpunkt unattraktiv macht.

Die Ladeinfrastruktur für e-LKW benötigt erhebliche Mengen an Strom, insbesondere wenn mehrere Fahrzeuge gleichzeitig geladen werden sollen. Viele Stromnetze sind jedoch nicht auf solche Lastspitzen ausgelegt. Dies kann zu Überlastungen führen und die Stabilität des Netzes gefährden. Um die benötigte Leistung bereitstellen zu können, sind Hochleistungstransformatoren erforderlich. Diese Transformatoren sind jedoch teuer und ihre Installation ist zeit- und kostenaufwändig. In vielen Gebieten sind diese Transformatoren nicht sofort verfügbar, was den Ausbau der Ladeinfrastruktur verzögern kann. Die Stromnetzinfrastuktur variiert stark zwischen verschiedenen Regionen. Der Ausbau einer bedarfsgerechten Netzinfrastuktur hinkt wegen der hohen Kosten und langen Planungs- und Bauzeiten hinter dem Bedarf hinterher.

Die Prognose des Bundesverkehrsministeriums (BMDV) zur Entwicklung des Marktanteils von Elektro-LKW (e-LKW) zeigt eine deutliche Zunahme über die nächsten Jahre:

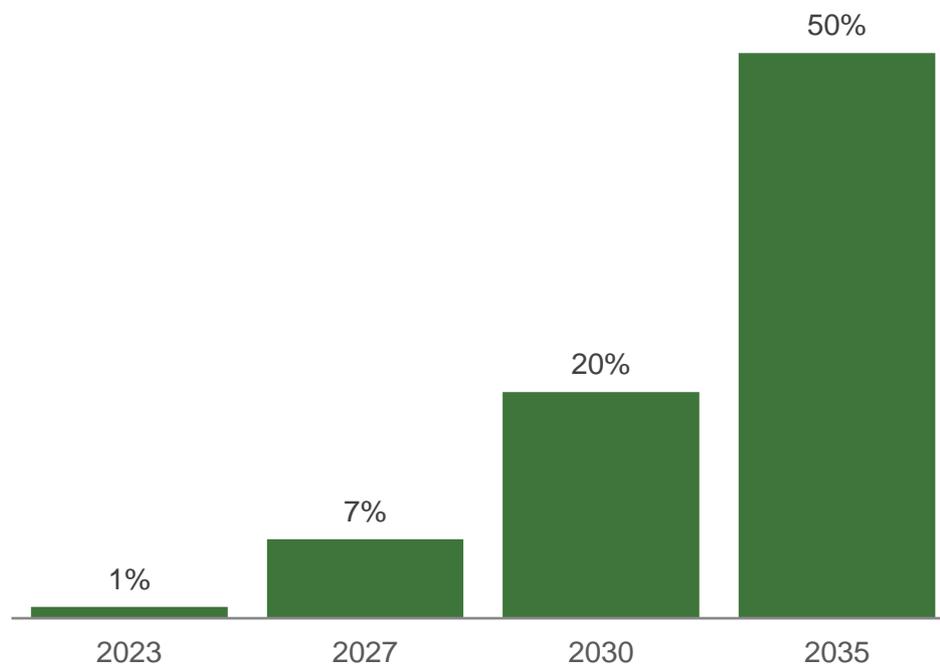


Abbildung 3: Prognose der Bestandsentwicklung von e-LKW (Quelle: BMDV)

Phase 1: Initiale Markteinführung (2023)

Im Jahr 2023 befindet sich der Marktanteil von e-LKW noch im einstelligen Bereich, bei lediglich 1 %. Diese Phase ist bei allen Herstellern noch durch intensive Tests der Technologie gekennzeichnet.

Wichtige Faktoren in dieser Phase sind vielfältig und beeinflussen die Entwicklung und Einführung von e-LKW entscheidend. Zunächst sind technologische Innovationszyklen von großer Bedeutung. Die ersten Modelle von e-LKW sind auf den Markt gekommen, allerdings sind diese Fahrzeuge noch mit hohen Produktionskosten und begrenzten Reichweiten verbunden. Diese technologischen Beschränkungen stellen eine Herausforderung dar, die es zu überwinden gilt, um die Wettbewerbsfähigkeit der e-LKW zu steigern.

Ein weiterer kritischer Faktor ist die Infrastruktur. Die Ladeinfrastruktur für e-LKW steht erst am Anfang ihres Ausbaus, was die Einsatzmöglichkeiten dieser Fahrzeuge erheblich einschränkt. Ohne ein dichtes Netz an Schnellladestationen ist es schwierig, e-LKW in großem Maßstab und über längere Distanzen hinweg einzusetzen. Der Ausbau der Ladeinfrastruktur muss daher beschleunigt werden, um die praktische Anwendung von e-LKW zu erleichtern und ihre Attraktivität für Transportunternehmen zu erhöhen.

Staatliche Förderprogramme spielen ebenfalls eine wichtige Rolle in dieser Phase. Allerdings sind die Auswirkungen dieser Förderprogramme bisher noch begrenzt. Um einen signifikanten Markthochlauf zu erreichen, müssen die staatlichen Maßnahmen ausgeweitet und verstärkt werden, um die finanziellen Hürden für Unternehmen zu senken.

Derzeit initiieren Unternehmen erste Pilotprojekte, um die Praxistauglichkeit von e-LKW zu testen. Die Ergebnisse dieser Projekte helfen dabei, technologische und logistische Herausforderungen zu identifizieren und zu adressieren, wodurch die Entwicklung und Markteinführung von e-LKW weiter vorangetrieben wird.

Phase 2: Frühzeitige Adoption (2024-2027)

Bis 2027 steigt der Marktanteil nach den Prognosen auf 7 %, was eine deutliche, aber dennoch eher moderate Zunahme darstellt.

Diese Phase ist durch mehrere entscheidenden Entwicklungen gekennzeichnet, die die Verbreitung und Akzeptanz von e-LKW maßgeblich beeinflussen. Ein zentraler Faktor sind technologische Weiterentwicklungen. Fortschritte in der Batterietechnologie führen zu höheren Energiedichten, was wiederum zu verlängerten Reichweiten der Fahrzeuge beiträgt. Diese Verbesserungen machen e-LKW attraktiver und wettbewerbsfähiger im Vergleich zu herkömmlichen Diesel-LKW, insbesondere für lange Strecken und schwere Lasten.

Parallel zur technologischen Entwicklung erfolgt der Ausbau der Infrastruktur. Eine verbesserte Ladeinfrastruktur ermöglicht eine größere Flexibilität und Einsatzmöglichkeiten für e-LKW. Servicezentren, die auf die spezifischen Bedürfnisse von Elektrofahrzeugen ausgerichtet sind, tragen zusätzlich zur Effizienz und Zuverlässigkeit der Fahrzeuge im täglichen Betrieb bei. Diese infrastrukturellen Verbesserungen sind essenziell, um die praktische Anwendung von e-LKW im Güterverkehr zu erleichtern und ihre Attraktivität zu erhöhen.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt dieser Phase ist die wachsende Akzeptanz von e-LKW bei Unternehmen. Transportunternehmen beginnen zunehmend, die wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile von Elektrofahrzeugen zu erkennen und in ihre Flotten zu integrieren. Die langfristigen Kosteneinsparungen durch geringere Betriebskosten und die Vorteile durch staatliche Anreize und Mautbefreiungen spielen hierbei eine entscheidende Rolle. Zudem tragen die positiven Umweltwirkungen, wie die Reduktion von Treibhausgasemissionen und der Luftverschmutzung, zur steigenden Akzeptanz bei, da Unternehmen auch unter dem Druck stehen, nachhaltigere Praktiken zu implementieren.

Regulatorische Unterstützung stellt einen weiteren wichtigen Faktor dar. Staatliche Förderungen und möglicherweise erste regulatorische Maßnahmen zur Förderung von emissionsfreien LKW schaffen ein unterstützendes Umfeld für die Einführung und den Betrieb von e-LKW.

Phase 3: Beschleunigtes Wachstum (2028-2030)

Bis 2030 wird der Marktanteil auf 20 % steigen, was eine Phase des beschleunigten Wachstums darstellt.

Merkmale dieser Phase sind vielfältig und charakterisieren den fortschreitenden Wandel hin zu einer breiteren Akzeptanz und Implementierung von e-LKW. Dann wird die Technologie eine Reife erreicht haben, die sie kosteneffizienter und zuverlässiger macht. Fortschritte in der Batterietechnologie und im Fahrzeugdesign haben dazu beigetragen, dass e-LKW bei der Leistungsfähigkeit nun mit herkömmlichen Diesel-LKW konkurrieren können.

Ein weiterer wichtiger Faktor sind die Skaleneffekte, die durch erhöhte Produktionszahlen entstehen. Mit der steigenden Nachfrage und der damit verbundenen Massenproduktion sinken die Kosten pro Einheit erheblich. Skaleneffekte sind somit ein zentraler Treiber für die Kostensenkung und die Marktdurchdringung von e-LKW.

Auch die Infrastruktur hat sich erheblich weiterentwickelt. Eine weitgehend ausgebaute Ladeinfrastruktur unterstützt den breiten Einsatz von e-LKW. Die Verfügbarkeit von Schnellladestationen entlang wichtiger Verkehrsadern und in logistischen Knotenpunkten ermöglicht einen reibungslosen Betrieb und erweitert die Einsatzmöglichkeiten dieser Fahrzeuge erheblich.

Unternehmerische Strategien passen sich ebenfalls an die neuen Gegebenheiten an. Unternehmen integrieren e-LKW verstärkt in ihre Logistikstrategien und setzen zunehmend auf nachhaltige Transportlösungen. Diese Integration erfolgt nicht nur aus ökologischen Überlegungen, sondern auch aus wirtschaftlichen Gründen, da e-LKW langfristig kosteneffizienter sind und staatliche Anreize nutzen können. Die Anpassung der Unternehmensstrategien hin zu mehr Nachhaltigkeit und Effizienz ist ein weiteres Kennzeichen dieser Phase.

Regulatorische Rahmenbedingungen spielen eine entscheidende Rolle in dieser Entwicklung. Strengere Emissionsvorschriften und weitere Anreize durch die Gesetzgebung fördern die Umstellung auf e-LKW. Diese regulatorischen Maßnahmen schaffen ein unterstützendes Umfeld, das die Verbreitung von e-LKW begünstigt und die Umstellung auf emissionsfreie Transportlösungen beschleunigt.

Phase 4: Marktdurchdringung (2031-2035)

Bis 2035 erreicht der Marktanteil schließlich 50 %, was auf eine weitgehende Marktdurchdringung hinweist.

Charakteristika dieser Phase sind vielfältig und unterstreichen den weitreichenden Wandel im Bereich der Nutzfahrzeuge hin zu e-LKW. Ein herausragendes Merkmal ist die Dominanz der Technologie. Elektro-LKW sind mittlerweile die bevorzugte Wahl für viele Anwendungen und haben einen signifikanten Teil des Marktes erobert. Diese Entwicklung ist das Resultat kontinuierlicher technologischer Fortschritte, die die Leistung und Zuverlässigkeit der e-LKW stetig verbessert haben, sodass sie nun dieselbetriebenen LKW in vielen Aspekten überlegen sind.

Eine etablierte Infrastruktur spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle in dieser Phase. Eine flächendeckende Ladeinfrastruktur und effiziente Servicezentren unterstützen den reibungslosen Betrieb der e-LKW-Flotten.

Ökonomische Anreize sind ein weiterer wichtiger Faktor. Die Gesamtkosten von e-LKW sind inzwischen konkurrenzfähig zu traditionellen Diesel-LKW, häufig sogar günstiger, wenn man die geringeren Betriebskosten berücksichtigt. Elektro-LKW zeichnen sich durch niedrigere Energiekosten, geringere Wartungskosten und verschiedene steuerliche Vorteile aus. Diese wirtschaftlichen Vorteile machen e-LKW nicht nur aus ökologischen, sondern auch aus finanziellen Gründen zu einer attraktiven Option für Unternehmen.

Regulatorische Aspekte prägen ebenfalls diese Phase. Emissionsfreie Antriebe könnten durch gesetzliche Vorgaben in vielen Märkten vorgeschrieben oder stark bevorzugt werden. Diese regulatorischen Maßnahmen schaffen einen erheblichen Druck auf Unternehmen, ihre Flotten zu elektrifizieren, und fördern gleichzeitig die technologische Innovation und Marktadaption von e-LKW.

Die prognostizierte Entwicklung des Marktanteils von e-LKW zeigt eine typische S-Kurven-Dynamik, die oft bei der Einführung neuer Technologien beobachtet wird. In den frühen Phasen gibt es langsames Wachstum, gefolgt von einem beschleunigten Wachstum und schließlich einer Marktdurchdringung.

- **Anfängliche Akzeptanz:** Die frühen Jahre sind durch Pionierunternehmen geprägt, die bereit sind, in neue Technologien zu investieren und erste Erfahrungen zu sammeln.
- **Wachstumsphase:** Sobald die Technologie ausgereifter und wirtschaftlicher wird, steigt die Akzeptanz rapide. Dieser Zeitraum ist entscheidend für die Skalierung der Produktion und den Ausbau der Infrastruktur.

- **Reifephase:** In der Reifephase hat die Technologie einen Großteil des Marktes erobert, und der Fokus verlagert sich auf Effizienzsteigerungen und die Optimierung der Gesamtbetriebskosten.

3.3 Sensitivitätsanalyse

Eine Sensitivitätsanalyse ist eine bewährte Methode, um die Auswirkungen von Veränderungen der Annahmen auf das Ergebnis einer Prognose zu verstehen. In diesem Fall wird eine Sensitivitätsanalyse für die Prognose des BMDV vorgenommen, die einen Marktanteil von e-LKW von 50 % bis 2035 vorhersagt.

Ausgangsszenario

- **Prognose:** 50 % Marktanteil von e-LKW bis 2035
- **Zeitraum:** 2024-2035 (11 Jahre)
- **Marktfaktoren:** Technologische Fortschritte, staatliche Förderungen, Infrastrukturentwicklung, Kosten für fossile Brennstoffe, gesellschaftliche Akzeptanz

Variablen für die Sensitivitätsanalyse

1. **Technologische Fortschritte** (Batterieeffizienz, Reichweite)
2. **Staatliche Förderungen** (Subventionen, Steuererleichterungen)
3. **Infrastrukturentwicklung** (Ladestationen, Servicecenter)
4. **Kosten für fossile Brennstoffe** (Dieselpreise)
5. **Gesellschaftliche Akzeptanz** (Umweltbewusstsein, Präferenzen)

Sensitivitätsszenarien

1. Optimistisches Szenario

- **Technologische Fortschritte:** Schneller als erwartet (durchschnittliche Batteriekapazität steigt um 10 % jährlich)
- **Staatliche Förderungen:** Erhöhte Subventionen und Steuererleichterungen
- **Infrastrukturentwicklung:** Schneller Ausbau von Ladestationen
- **Kosten für fossile Brennstoffe:** Anstieg um 5 % jährlich
- **Gesellschaftliche Akzeptanz:** Hohe Bereitschaft der Unternehmen, auf e-LKW umzusteigen

In diesem Szenario könnte der Marktanteil von e-LKW bis 2035 sogar 60-70 % erreichen, da die Anreize und technologischen Fortschritte die Umstellung beschleunigen.

2. Pessimistisches Szenario

- **Technologische Fortschritte:** Langsamer als erwartet (durchschnittliche Batteriekapazität steigt nur um 3 % jährlich)
- **Staatliche Förderungen:** Reduzierte Subventionen und Steuererleichterungen
- **Infrastrukturentwicklung:** Langsamer Ausbau von Ladestationen
- **Kosten für fossile Brennstoffe:** Stagnation oder nur leichter Anstieg
- **Gesellschaftliche Akzeptanz:** Geringe Bereitschaft der Unternehmen, auf e-LKW umzusteigen

In diesem Szenario könnte der Marktanteil von e-LKW bis 2035 nur 30-40 % erreichen, da die fehlenden Anreize und langsamen Fortschritte die Umstellung verzögern.

3. Status-quo-Szenario

- **Technologische Fortschritte:** Entsprechend den aktuellen Erwartungen (durchschnittliche Batteriekapazität steigt um 7 % jährlich)
- **Staatliche Förderungen:** Beibehaltung der aktuellen Subventions- und Steuerpolitik
- **Infrastrukturentwicklung:** Moderate Ausbaugeschwindigkeit von Ladestationen
- **Kosten für fossile Brennstoffe:** Anstieg um 2 % jährlich
- **Gesellschaftliche Akzeptanz:** Moderate Bereitschaft der Unternehmen, auf e-LKW umzusteigen

In diesem Szenario könnte der Marktanteil von e-LKW bis 2035 bei etwa 50 % liegen, wie vom BMDV prognostiziert.

Zusammenfassung der Sensitivitätsanalyse

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass der Marktanteil von e-LKW bis 2035 stark von mehreren Faktoren abhängt.

- **Optimistisches Szenario:** 60-70 %
- **Pessimistisches Szenario:** 30-40 %
- **Status-quo-Szenario:** 50 %

Diese Analyse unterstreicht die Bedeutung der kontinuierlichen Förderung und Entwicklung der Elektromobilität, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Die Ergebnisse verdeutli-

chen auch, dass gezielte Maßnahmen in Bereichen wie Technologieentwicklung, staatliche Unterstützung und Infrastruktur entscheidend sind, um den Marktanteil von e-LKW signifikant zu steigern.

Wie die Sensitivitätsanalyse gezeigt hat, ist diese Entwicklung wird jedoch maßgeblich durch die politischen Rahmenbedingungen und die bedarfsgerechte Ladeinfrastruktur beeinflusst. Derzeit verzögern genau diese beiden Faktoren den prognostizierten Markthochlauf.

Trotz dieser Hindernisse steigt der finanzielle Druck auf die Akteure in der Logistikbranche kontinuierlich an. Sowohl Transportunternehmen als auch Verlager sehen sich jährlich steigenden Kosten gegenüber, die durch den Betrieb von Diesel-LKW verursacht werden. Diese Entwicklung erhöht den Anreiz, auf e-LKW umzusteigen, um langfristig Kosten zu sparen und gleichzeitig den CO₂-Ausstoß zu reduzieren.

Nach der aktuellen Lage stellt das Gutachten des BMDV die beschriebene Entwicklung als Best-Case-Szenario dar. Es berücksichtigt dabei die Annahme, dass die politischen Rahmenbedingungen und die Ladeinfrastruktur sich positiv entwickeln und die Umstellung auf e-LKW unterstützen. Sollten sich jedoch die politischen Rahmenbedingungen weiter verschlechtern oder die Infrastrukturentwicklung ins Stocken geraten, müssen deutliche Abschlüsse in der Prognose berücksichtigt werden. In einem solchen Szenario würde der Markthochlauf von e-LKW erheblich langsamer verlaufen als derzeit erwartet.

Trotzdem bleibt abzuwarten, wie sich die politischen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen in den kommenden Jahren entwickeln werden, um eine realistische Einschätzung der Marktentwicklung treffen zu können.

Die Prognose des BMDV wurde in einer Zeit erstellt, als es noch deutlich mehr Förderprogramme für die Transformation des Transportsektors gab. Auf Grund der aktuellen Entwicklungen wurden für den Hafen Wittlager Land zwei Alternativszenarien abgeleitet.

Konservatives Szenario

In diesem Szenario treten unerwartete Herausforderungen auf, die den Markthochlauf verlangsamen. Technologische Fortschritte bei Batterien und Ladeinfrastrukturen bleiben hinter den Erwartungen zurück, und die Kosten für e-LKW bleiben hoch. Politische Maßnahmen und Förderungen sind weniger umfangreich und werden als wenig verlässlich angesehen, wodurch Unternehmen zögerlich bei der Umstellung auf e-LKW sind. Zudem gibt es gesellschaftliche und wirtschaftliche Widerstände gegen die Einführung neuer Technologien.

- 2023: 1%
- 2027: 5%
- 2030: 10%
- 2035: 25%

Angepasstes realistisches Szenario

Dieses Szenario berücksichtigt eine moderate Entwicklung, in der technologische Fortschritte und politische Maßnahmen im Einklang mit aktuellen Trends verlaufen. Die Batterietechnologie verbessert sich stetig, und der Ausbau der Ladeinfrastruktur geht kontinuierlich voran. Politische Maßnahmen und Anreize werden mit reduziertem Umfang umgesetzt. Unternehmen beginnen, e-LKW in ihre Flotten zu integrieren, aber der Übergang erfolgt schrittweise.

- 2023: 1%
- 2027: 5%
- 2030: 15%
- 2035: 40%

Durch die Berücksichtigung dieser Faktoren und die Entwicklung alternativer Szenarien wird deutlich, dass der Markthochlauf von e-LKW von einer Vielzahl dynamischer Einflüsse abhängt. Diese Szenarien helfen dabei, mögliche Entwicklungen zu antizipieren und Strategien zu formulieren, um auf unterschiedliche Zukunftsverläufe vorbereitet zu sein.

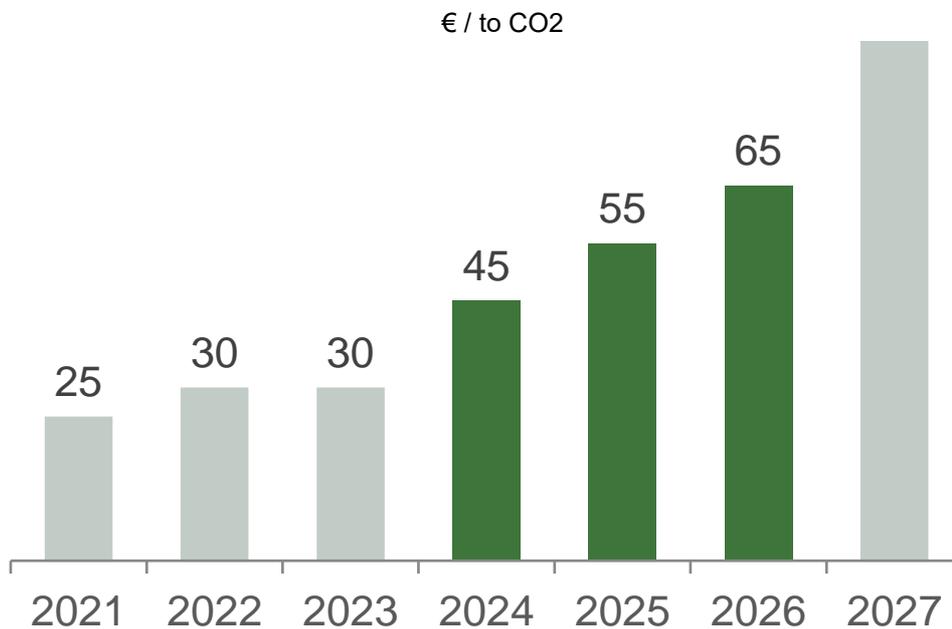


Abbildung 4: Entwicklung des CO₂-Preises

Der CO₂-Preis ist ein integraler Bestandteil sowohl des Maut- als auch des Dieselpreises. Ab 2024 ist ein kontinuierlicher Anstieg des CO₂-Preises vorgesehen, der eine wesentliche Rolle in der Kostenstruktur des Straßengüterverkehrs spielen wird. Diese Preisentwicklung soll bis 2027 fortgeführt werden, zu diesem Zeitpunkt wird eine freie Preisbildung über den Emissionshandel eingeführt. Dies bedeutet, dass der Marktpreis für CO₂-Zertifikate dann durch Angebot und Nachfrage auf dem Emissionsmarkt bestimmt wird, was voraussichtlich zu weiteren Preissteigerungen führen wird.

Die Einführung des CO₂-Preises hat erhebliche Auswirkungen auf die Mautkosten. Die CO₂-Komponente kann fast zu einer Verdopplung der Mautkosten für konventionelle Diesel-LKW führen. Diese erhöhte finanzielle Belastung wirkt als starker Anreiz für Transportunternehmen, auf umweltfreundlichere Alternativen umzusteigen. E-LKW profitieren hierbei erheblich, da sie von der Maut befreit sind. Diese Befreiung stellt einen bedeutenden wirtschaftlichen Vorteil dar und fördert die Umstellung auf emissionsfreie Fahrzeuge.

Der Green Deal der Europäischen Union ist fest verankert und wird als langfristige Strategie Bestand haben. Ein zentrales Element dieses Green Deals ist die kontinuierliche Erhöhung des CO₂-Preises, um die Reduktion von Treibhausgasemissionen zu beschleunigen. In diesem Kontext wird erwartet, dass der CO₂-Preis weiter steigen wird, was die Betriebskosten für konventionelle LKW weiter erhöht und damit die Elektromobilität zunehmend wirtschaftlicher macht. Die steigenden CO₂-Kosten verstärken den finanziellen

Druck auf Transportunternehmen, in e-LKW zu investieren, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben.

Im Gegensatz zu den strukturellen Änderungen durch den CO₂-Preis und die Mautbefreiung für e-LKW wird erwartet, dass die Förderungen der Bundesregierung nur in geringem Umfang erfolgen werden. Dies bedeutet, dass die Hauptanreize für die Umstellung auf Elektromobilität nicht durch direkte Subventionen, sondern durch die strukturelle Kostenverlagerung im Rahmen der CO₂-Bepreisung und der Mautregelungen geschaffen werden. Unternehmen müssen sich daher stärker auf Marktmechanismen und langfristige Kostenreduzierungen durch den Einsatz von e-LKW verlassen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die kontinuierliche Erhöhung des CO₂-Preises und die Einführung des freien Emissionshandels ab 2027 maßgebliche Treiber für die Elektromobilität im Straßengüterverkehr sein werden. Die Mautbefreiung für e-LKW stellt einen zusätzlichen wirtschaftlichen Anreiz dar, während der Green Deal der EU den Rahmen für eine nachhaltige und langfristige Strategie zur Reduktion von Treibhausgasemissionen bildet. Trotz begrenzter direkter Förderungen durch die Bundesregierung wird die zunehmende Wirtschaftlichkeit von e-LKW durch die strukturellen Veränderungen im CO₂-Preis und der Mautregelungen gewährleistet.

3.4 Stakeholder-Analyse

Der Hafen ist ein komplexes logistisches System, in dem verschiedene Stakeholder eine zentrale Rolle spielen. Diese Akteure sind entscheidend für den reibungslosen Ablauf der Hafenaktivitäten und die effiziente Abwicklung von Warenströmen. Zu den wichtigsten Stakeholdern des Hafens gehören:

Logistikunternehmen für die Einbindung in den Vor- und Nachlauf

Logistikunternehmen sind das Rückgrat des Hafenbetriebs, da sie für den Transport der Güter von und zu den Häfen verantwortlich sind. Sie koordinieren den Vorlauf, also den Transport der Waren zum Hafen und den Nachlauf sowie den Transport der Güter vom Hafen zu den Kunden. Diese Unternehmen nutzen verschiedene Transportmittel wie LKW und Binnenschiffe, um eine nahtlose Integration in die globale Lieferketten zu gewährleisten. Ihre Effizienz und Zuverlässigkeit sind entscheidend für die Minimierung von Verzögerungen und die Optimierung der Lieferzeiten.

Reedereien

Reedereien betreiben die Schiffe, die die Waren über die Wasserwege transportieren. Sie sind wichtige Partner für den Hafen, da sie die Transportkapazität bereitstellen, die

die Anbindung an globale Märkte ermöglichen. Reedereien koordinieren die Ankunft und Abfahrt der Schiffe und arbeiten eng mit den Hafenbetreibern zusammen. Ihre Effizienz und Zuverlässigkeit beeinflussen direkt die Umschlagszahlen und die Wettbewerbsfähigkeit des Hafens.

Energieversorger

Der Strom für den Hafenbetrieb und für die Anlieger des Hafens soll primär über die PV-Anlage in unmittelbarer Nähe des Hafens bezogen werden. Die Anlage befindet sich in 2 km Entfernung vom Hafenstandort und kann direkt über eine Stromleitung angebunden werden. Insgesamt sollen bei der PV-Anlage eine Leistung von ca. 40 MW installiert werden. Die Anlage soll bis Ende 2025 in Betrieb gehen.

Auch die konventionelle Stromversorgung ist am Hafenstandort derzeit ausreichend dimensioniert. Mit dem Bau des Hafens wurden auch das lokale Verteilnetz erweitert. So befindet sich in unmittelbarer Nähe des Hafens eine entsprechende Trafostationen.

Verlader und Empfänger von Gütern

Verlader und Empfänger von Gütern sind die Kunden des Hafens. Im Zuge einer Potenzialanalyse für den Hafen fand eine Analyse des Transportmarktes in der Region um den Standort mit einem Radius von etwa 30 Kilometern statt. Besonders wichtig war hierbei die Betrachtung der Containerarten, wobei hauptsächlich 40-Fuß- und 20-Fuß-Container im Fokus standen.

Im Ergebnis dieser Analyse haben 18 Unternehmen Transportpotenziale in der Region. Diese Angaben sind von großer Bedeutung für die weitere Planung und Entwicklung des Elektromobilitätskonzepts, da sie konkrete Hinweise auf die erwarteten Transportströme und die benötigten Kapazitäten liefern.

Zukünftige Anlieger

Der Hafen liegt in einem Gebiet, welches zukünftig für Gewerbeansiedlungen genutzt werden soll. Die Nähe zum Hafen soll den Unternehmen einen strategischen Vorteil für den kostengünstigen Wasserstraßentransport, sei es für den Import und Export von Waren, bieten. Gleichzeitig sollen ihre Anforderungen hinsichtlich elektrifizierter Fuhrparks und Transportbedarfe bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden, um eine nachhaltige und effiziente Entwicklung des Hafengebiets zu gewährleisten. Eine Biome-thangasanlage ist der erste Ansiedlungserfolg in diesem Areal.

4 Maßnahmenkatalog / Steckbriefe mit Umsetzungsplan

Der Hafen Wittlager Land befindet sich derzeit in der Inbetriebnahmephase und soll von Beginn an so gestaltet werden, dass eine schrittweise Elektrifizierung möglich ist. Ziel ist es, dass der Hafen zukünftig ein CO₂-neutraler Logistikknoten für nachhaltige Transport- und Energielösungen wird und verschiedene Mobilitäts- und Energiedienstleistungen ermöglicht.

4.1 Ergebnisse der Analysen

Verkehrsgünstige Lage

Der Hafen ist gut an das regionale und überregionale Straßennetz eingebunden, was schnelle und effiziente Transportwege ermöglicht. Durch die Nähe zu wichtigen Autobahnen und Bundesstraßen können sowohl nationale als auch internationale Transporte zügig abgewickelt werden. Der Standort hat gute Voraussetzungen, um sich über den reinen Hafenbetrieb hinaus auch als Ladestandort für e-LKW zu positionieren.

Potenzielle Nutzer im angrenzenden Gewerbegebiet

In direkter Nachbarschaft zum Hafen soll in den nächsten Jahren ein neues Gewerbegebiet entwickelt werden. Dieses Gebiet bietet die Möglichkeit, Synergieeffekte durch die Nähe zum Hafen zu nutzen, die Anliegern können von Beginn an auf die Ladeinfrastruktur zurückzugreifen.

Verlader und Empfänger von Gütern im Umkreis von 30 km

Eine wesentliche Grundlage für den Erfolg des Hafens sind die Verlader und Empfänger von Gütern, die sich im Umkreis von ca. 30 Kilometern um den Hafen befinden. In diesem Radius wurden achtzehn Unternehmen identifiziert, die Interesse an einer CO₂-armen Logistik haben. Diese Unternehmen können die Vorteile des Schifftransportes nutzen und profitieren von den kurzen Transportwegen. Besonders hervorzuheben ist, dass diese Unternehmen sehr gut mit elektrischen LKW erreicht werden können. Der Einsatz von e-LKW bietet neben ökologischen Vorteilen auch Kosteneinsparungen im laufenden Betrieb.

Logistiker aus der Region mit Fokus auf e-LKW

In der Region sind mehrere Logistikunternehmen ansässig, die sich intensiv mit dem Einsatz von elektrischen LKW beschäftigen. Diese Unternehmen können im Vor- und Nachlauf des Hafens eingebunden werden, um eine nachhaltige und umweltfreundliche

Transportkette zu gewährleisten. Ein Logistikunternehmen ist schon dabei den Fuhrpark zu elektrifizieren und ist an einer Kooperation mit dem Hafen interessiert.

Einordnung der technischen Entwicklung

Elektro-LKW sind inzwischen von allen großen Fahrzeugherstellern mit Modellen für unterschiedliche Einsatzbereiche verfügbar. Allerdings haben diese e-LKW derzeit noch eine eingeschränkte Nutzlast, weshalb sie sich gut für Containertransporte mit den in der Regel geringeren Ladungsgewichten eignen. Im Gegensatz dazu ist im Bereich des Schüttguts eine hohe Zuladung häufig entscheidender, sodass die Elektrifizierung dieses Bereichs in einem zweiten Schritt erfolgen sollte und erst einmal nicht im Fokus der Untersuchung liegt.

Auch Reachstacker, die für das Handling von Containern benötigt werden, sind mittlerweile in batterieelektrischen Versionen erhältlich. Allerdings bieten noch nicht alle Hersteller entsprechende Modelle an, was die Auswahl derzeit einschränkt. Gerade etablierte lokale Hersteller mit einem guten Servicenetz haben noch keine passendes Umschlagsequipment im Sortiment.

Im Bereich der Binnenschifffahrt sind CO₂-neutrale Schiffe bislang noch die Ausnahme. Allerdings zeigen erste Projekte in Deutschland und die Reedereien in den Niederlanden, dass elektrifizierte Binnenschifffahrt funktionieren kann.

Die Elektromobilität wird sich wegen ihrer energetischen Effizienz und langfristig deutlich höheren Wirtschaftlichkeit auch in der Logistik durchsetzen, allerdings vor dem Hintergrund einer dynamischen technologischen Entwicklung langsamer als vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) prognostiziert. Letztendlich werden die Kosten und der CO₂-Fußabdruck darüber entscheiden, welche Technologien sich durchsetzen. Der eingeschlagene Weg vom Hafen Wittlager Land, von Beginn an auf die Elektrifizierung zu setzen, wird sich zukünftig auszahlen. Der Hafen kann sich frühzeitig mit ganzheitlichen Lösungen für den CO₂-armen bzw. -freien Transport von Gütern am Markt positionieren und so einen Wettbewerbsvorteil aufbauen.

Für die Entwicklungen der Maßnahmen wurden die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zugrunde gelegt und insbesondere bei der Zeitplanung berücksichtigt, um eine realistische und nachhaltige Implementierung der Elektromobilität im Hafen zu gewährleisten.

Wirtschaftlichkeit

Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit des Logistiksystems für den Hafen Bohmte/HWL sind zunächst die Berechnungsgrundlagen zu ermitteln. Im Anschluss an

die Erarbeitung der Datengrundlage erfolgt die Berechnung der Rahmendaten für die betriebliche Abwicklung im Hafen. Am Schluss stehen die Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen.

Die Erarbeitung des Elektromobilitäts-Konzeptes für den Hafen Bohmte/HWL hat zum Ziel, auch die mit dem Hafenbetrieb verbundene Logistik möglichst klimaneutral zu gestalten. Hierfür wird eine weitgehende Umstellung aller Fahrzeuge auf Elektromobilität angestrebt. Als Indikator für positive Klimawirkungen wird der Reduktionsfaktor von CO₂-Emissionen mit den vom Umweltbundesamt (UBA) herausgegebenen Kennzahlen berechnet.

Aus den ermittelten Grundlegendaten für die Wirtschaftlichkeit und die erzielbaren CO₂-Reduktionspotenziale lassen sich nachvollziehbare Schlussfolgerungen für den Hochlauf der Umschlagsaktivitäten im Hafen Bohmte/HWL ziehen.

Für den Bezug des Stroms von der nahegelegenen PV-Anlage muss eine geeignete Infrastruktur geschaffen werden, um den Strom von der PV-Anlage in den Hafenbereich zu leiten. Zur Überwachung und Regelung des Stromflusses sind geeignete Mess- und Regeltechniken erforderlich. Die Preise für die Direktvermarktung von Strom können variieren. Preise, die direkt zwischen Produzenten und Abnehmern verhandelt werden, können über oder unter den Strombörsenpreisen liegen, je nach spezifischen Bedingungen des Vertrags. Die Direktvermarktung kann zu geringeren Energiekosten führen, da keine oder reduzierte Netzentgelte und Umlagen anfallen. Dadurch erreicht der Hafen eine höhere Versorgungssicherheit und Unabhängigkeit vom öffentlichen Stromnetz. Beim Bezug von Strom von der PV-Anlage wird mit einem Preis von 10 – 15 Cent gerechnet. Die verbindlichen Vereinbarungen können zu einem späteren Zeitpunkt verhandelt werden.

4.2 Maßnahme Fahrzeuge und Equipment

Elektrifizierung des Hafensbetriebs

Ein durchgehender Hafenbetrieb im 24/7-Modus ist nur bei sehr großen Hafenstandorten vorzufinden. Die kleineren Hafenstandorte im Binnenbereich haben üblicherweise Betriebszeiten über die Woche, an den Wochenenden wird nur fallweise bei erhöhtem Ladungsaufkommen gearbeitet. Die Sonntage sind regelmäßig arbeitsfrei.

Unter Berücksichtigung des Wegfalls von Wochenenden und der gesetzlichen Feiertage in Niedersachsen wird mit einem durchschnittlichen werktäglichen Hafenbetrieb an 250 Tagen im Jahr gerechnet. Dieser Wert kann im Verlauf der Jahre schwanken, da die gesetzlichen Feiertage in jedem Jahr unterschiedlich ausfallen.

Die Umschlagsleistung eines Reachstackers liegt in einer Größenordnung von 10-15 Moves pro Stunde. Die Leistung wird wesentlich von der Fahrzeit zu den Stellplätzen und zurück beeinflusst, in größeren Hafenanlagen sinkt durch die größeren Wegstrecken die Stundenleistung. Der Hafen Bohmte/HWL zeichnet sich zu Betriebsbeginn durch kurze Wege aus, spätere Hafenerweiterungen mit mehr Umschlagskapazität können das Ergebnis jedoch beeinflussen. Vor diesem Hintergrund wird mit einer realistischen Umschlagsleistung des Reachstackers von 12-15 Moves pro Stunde gerechnet.

Ein Move beinhaltet den Umlauf mit Aufnahmen des Containers, Fahrt zum Stellplatz und Abstellen des Containers. Das Aufnehmen und Abstellen kann auch auf ein Schiff oder auf einen LKW erfolgen. Der Reachstacker ist so ausgelegt, dass sowohl ein 20" - Container als auch ein 40"-Container ohne zeitliche Einbußen in gleicher Weise bewegt werden kann. Für die Ermittlung der Reachstacker-Leistung ist ebenso von Bedeutung, wie groß die Anteile von 20"-Containern und 40"-Containern zu erwarten sind. Aufgrund der Praxiserfahrungen wurde von einem realistisch zu erwartenden Verhältnis von zwei Drittel an 40"-Containern und einem Drittel an 20"-Containern gerechnet.

Für die Ermittlung der Betriebskosten sind zunächst die Verbrauchsvergleichswerte von LKWs mit Verbrennungsmotoren mit einem Korrektiv für die Hubarbeit beim Laden oder Löschen der Container zugrunde gelegt worden. Dieser theoretisch ermittelte Verbrauchswert wurde durch Nachfrage bei Logistikunternehmen mit Reachstackern abgeglichen und gemäß der dortigen Einschätzung noch einmal korrigiert. Hieraus haben sich die Tagesverbräuche und Jahresverbräuche ermitteln lassen. Im Vergleich mit dem Verbrauch von konventionellen LKWs konnte so eine fiktive Kilometerleistung berechnet werden, die in der nachfolgenden Berechnung der CO₂-Emissionen zugrunde gelegt worden ist.

Für die Gesamtumschlagsleistung des Hafens Bohmte/HWL wurden die in der vorausgegangenen Potenzialanalyse ermittelten anzahlen an TEU von 56 TEU eingehend und 45 TEU ausgehend pro Tag angesetzt. Diese Werte werden zu Beginn der Betriebsaufnahme voraussichtlich nicht erreicht, würden dann aber bei Erreichen dieser Größenordnung des Umschlags zugrunde zu legen sein.

Ergebnisse

Aus den Berechnungen ergeben sich folgende Grundlagendaten für den Hafenbetrieb des Hafens Bohmte/HWL:

Hafenbetrieb Bohmte			
Betriebstage / Jahr	250		
Betriebszeit / Tag			
Jahrescontainerumschlag in TEU	25.000		
Container ausgehend in TEU / Tag	56		
Container eingehend in TEU / Tag	45		
Quoten 20" / 40":	40"	20"	Boxen
Container ausgehend in TEU / Tag	19	15	34
Container eingehend in TEU / Tag	18	15	33
Reachstacker-Leistung	12-15	TEU/h	

Die Reachstacker-Leistung über das Jahr wurde wie folgt ermittelt:

Reachstacker Betrieb		
Reachstacker Motorleistung (vgl. Sattelzugmaschine)	300	KW
Anzahl Moves/Tag	201	Moves
Betriebszeit	14	h/d
Verfügbarkeit /Tag (2 Schichten)	90%	
Verbrauch	28	l/h
Tagesverbrauch	402	l
LKW-Äquivalent / Tag	1218	km / d
LKW-Äquivalent / Jahr	304.545	km/ a

Die zugehörige elektrische Leistung beim Einsatz eines elektrisch angetriebenen Reachstackers wurde in diesem Szenario noch nicht betrachtet. Gerade in der Anfangsphase einer Betriebsaufnahme des Hafens ist der Einsatz eines vollelektrischen Reachstackers nicht zu erwarten, da die hierfür notwendigen Anfangsinvestitionen um ein Mehrfaches höher als für einen konventionellen Reachstacker liegen, was aufgrund des vermutlich wesentlich geringeren Umschlagsvolumens zu Beginn kaum zu rechtfertigen ist.

Schlussfolgerungen

Für den Containerbereich ist die Beschaffung und der Einsatz eines Reachstackers unverzichtbar für den Hafenbetrieb. Der Reachstacker-Einsatz im Hafen spielt im logistischen

Gesamtzusammenhang in Bezug auf die Klimawirkungen nicht die entscheidende Rolle, da aufgrund der Berechnungen für alle Logistikbereiche schwerpunktmäßig der LKW-Verkehr und in zweiter Linie auch der Transport mit dem Binnenschiff wesentlich größere Effekte aufweisen.

Bei Betriebsaufnahme des Containerumschlags im Hafen Bohmte/HWL kann daher unter Berücksichtigung der Beschaffungskosten und eines noch nicht ausreichenden wettbewerblichen Angebotes von vollelektrischen Reachstackern zunächst mit einem dieselbetriebenen Reachstacker gearbeitet werden, um die anstehenden Basisaufgaben des Umschlags zuverlässig und mit akzeptablen Kosten zu bewältigen.

Sobald der Containerumschlag eine nennenswerte Größenordnung erreicht hat und zugleich ein attraktives Angebot für die kostengünstige Bereitstellung von elektrischer Energie – zum Beispiel nach dem Aufbau einer Freifeld-PV-Anlage in der Nähe des Hafens – vorhanden ist, kann eine Umstellung auf einen elektrisch angetriebenen Reachstacker vorgenommen werden. Erfahrungsgemäß benötigt ein neuer Hafen am Markt eine gewisse Zeit zur Etablierung, sodass zu einem späteren Zeitpunkt voraussichtlich auch eine bessere Marktsituation für eine Beschaffung eines elektrisch angetriebenen Reachstackers gegeben sein könnte.

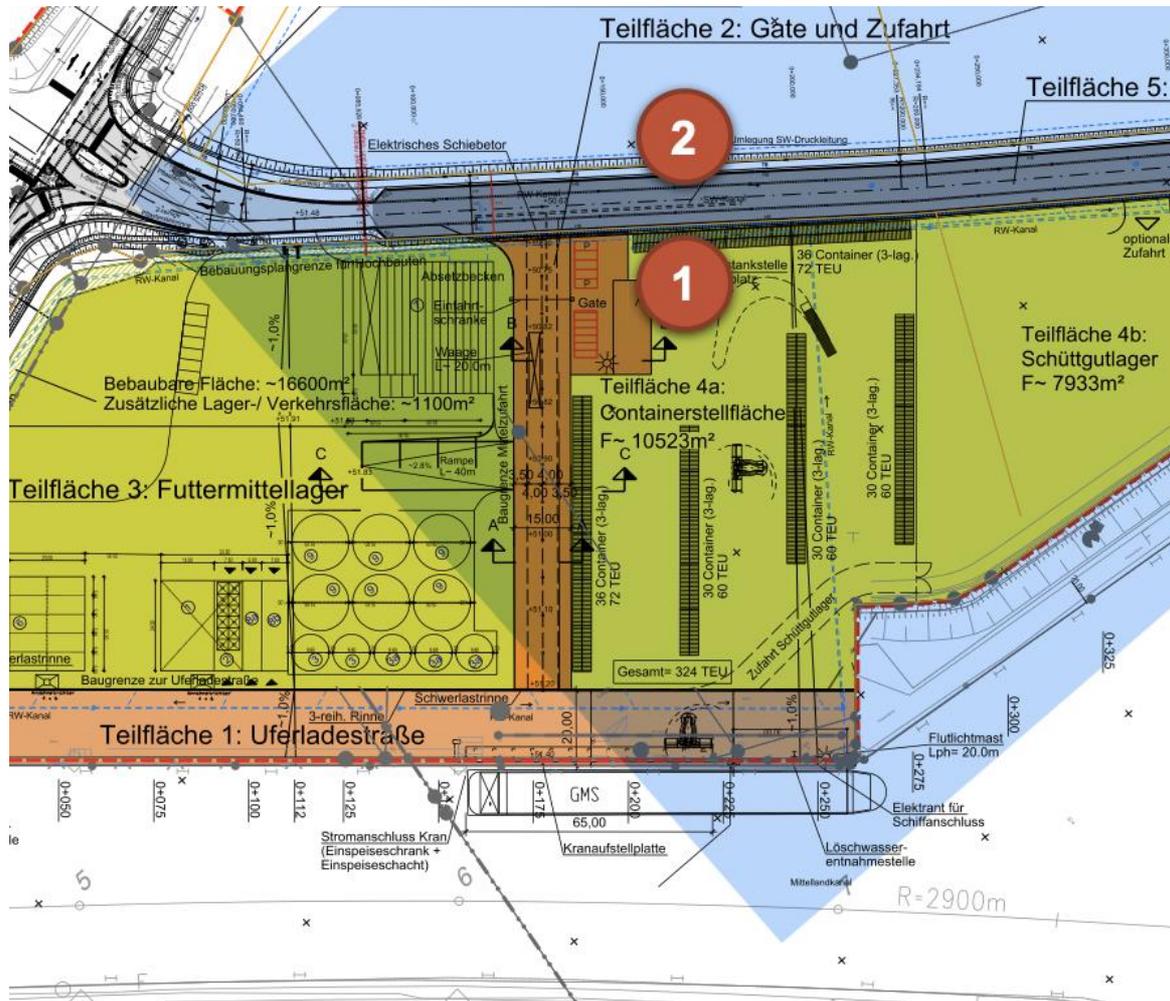


Abbildung 5: Detailplan des Hafens Wittlager Land

Der Hafen steht kurz vor der Inbetriebnahme und wird bald eine wichtige Drehscheibe für den Warenverkehr sein. Um den Betrieb effizient und nachhaltig zu gestalten, wird der Einsatz von elektrifizierten Reachstackern erwogen. Diese erreichen ihre volle Effektivität, sobald die neue PV-Anlage Strom liefert und somit eine kostengünstige Energiequelle bereitsteht.

Für den Betrieb des elektrischen Umschlagequipment, wie den Reachstackern, ist eine entsprechende Ladeinfrastruktur unerlässlich. Hierfür eignet sich eine DC-Ladeinfrastruktur mit einer Leistung von 50 kW bis 100 kW und zwei Ladepunkten. Diese Infrastruktur stellt sicher, dass die Geräte stets einsatzbereit sind und keine Betriebsunterbrechungen durch leere Batterien entstehen.

Eine 50 kW Ladestation ist ausreichend, wenn der Hafenbetrieb in einem einschichtigen System organisiert wird und keine zusätzlichen Fahrzeuge geladen werden müssen.

Diese Leistungskapazität ermöglicht es, den Bedarf des Hafens zu decken, ohne unnötige Investitionskosten zu verursachen.

Eine 100 kW Ladestation hingegen bietet mehr Zukunftssicherheit. Mit dieser höheren Leistungskapazität wird auch das Zwischenladen möglich, was Flexibilität und Effizienz im Betrieb erhöht. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn der Hafenbetrieb in Zukunft erweitert oder zusätzliche elektrische Fahrzeuge eingeführt werden sollen.

Die Ladestationen sollten auf dem Betriebsgelände des Hafens installiert werden und primär für den Hafenbetrieb genutzt werden. Der Standort (1) für die Ladestation ist so gewählt, dass sie sich in der Nähe der Verteilerstation befindet und den Hafenbetrieb nicht einschränkt. Diese strategische Platzierung ermöglicht kurze Ladezeiten und minimiert den logistischen Aufwand.



Abbildung 6: Beispiele für Ladeinfrastruktur

Kostenschätzung			
Einmalkosten	Anzahl/Menge	Stückpreis	Preis
Hypercharger Wallbox HYC_50 (1x 50 kW DC)	2 Stk	11340,00 EUR	22680,00 EUR
HYC_50_CCS_Combo2_150A_Kabel 4,5m	2 Stk	1372,00 EUR	2744,00 EUR
HYC_50 Kabelmanagement System für Wallbox	2 Stk	280,00 EUR	560,00 EUR
HYC_50 DC-Eichrechtskonformität	2 Stk	560,00 EUR	1120,00 EUR
Versand Wallbox	1 Stk	330,00 EUR	330,00 EUR
Kabel für 125A Zuleitung (5x35mm ²)	30,00 m	24,29 EUR/m	728,70 EUR
sonstiges Verkabelungsmaterial	1,00 Stk	100,00 EUR	100,00 EUR
Wandbohrung inkl. Abdichtung	1 Stk	160,00 EUR	160,00 EUR
Installationskosten durch Elektriker	1 Stk	560,00 EUR	560,00 EUR
Inbetriebnahme inkl. Bauarbeiten und Genehmigung	1 Stk	2233,00 EUR	2233,00 EUR
Beklebung Ladesäule	1 Stk	330,00 EUR	330,00 EUR
Bodenmarkierung und Beschilderung	1 Stk	430,00 EUR	430,00 EUR
Rammschutz	1 Stk	450,00 EUR	450,00 EUR
Schaltschrank (Leistungsschutz und FI-Schalter)	1 Stk	1128,00 EUR	1128,00 EUR
Genehmigung beim Netzbetreiber einholen	1 Stk	233,00 EUR	233,00 EUR
Netzanschlussleistung (3x125A - 86kVA - 77kW)	1 Stk	1325,00 EUR	1325,00 EUR
Netzanschlusssicherung (3x125A)	1 Stk	436,00 EUR	436,00 EUR
Inbetriebnahme zusätzlicher Zählerplatz	1 Stk	30,00 EUR	30,00 EUR
Backend-System und Abrechnungsplattform	1 Stk	11158,00 EUR	11158,00 EUR
Gesamtsumme Einmalkosten			46735,70 EUR
Förderung der Beschaffungskosten mit Förderquote 40% oder		40 %	28041,42 EUR
max. Fördermittel je Ladepunkt 14.000 EUR		28000 EUR	18735,70 EUR
resultierender Preis			28041,42 EUR
Abschreibungsdauer in Jahren			5
jährliche Abschreibung			5608,28 EUR
laufende Kosten (pro Monat)	Anzahl/Menge	pro Monat	Kosten
Backend-System	1 Stk	161,25 EUR	1935,00 EUR
Wartung und Instandhaltung	1 Stk	40,00 EUR	480,00 EUR
Gesamtsumme Kosten pro Jahr			8023,28 EUR

Kostenschätzung			
Einmalkosten	Anzahl/Menge	Stückpreis	Preis
Hypercharger 100 kW - 200-1	1 Stk	24486,55 EUR	24486,55 EUR
CCS_Combo2_400A_Kabel 5m	2 Stk	5252,83 EUR	10505,66 EUR
HYC_50 Kabelmanagement System für Wallbox	1 Stk	1332,00 EUR	1332,00 EUR
HYC_50 DC-Eichrechtskonformität	2 Stk	841,13 EUR	1682,26 EUR
Versand Ladesäule und Fundament	1 Stk	1358,00 EUR	1358,00 EUR
Kabel für 600A Zuleitung (4x185mm ²)	30,00 m	123,00 EUR/m	3690,00 EUR
Kabelrohr für Erdleitung (Leerrohr)	30,00 m	10,00 EUR/m	300,00 EUR
sonstiges Verkabelungsmaterial	1,00 Stk	100,00 EUR	100,00 EUR
Grabungsarbeiten (1-10 Meter pauschal)	10,00 m	5,20 EUR/m	52,00 EUR
Grabungsarbeiten (ab10m je weiteren Meter)	20,00 m	8,00 EUR/m	160,00 EUR
Wandbohrung inkl. Abdichtung	1 Stk	160,00 EUR	160,00 EUR
Installationskosten durch Elektriker	1 Stk	560,00 EUR	560,00 EUR
Tiefbau für Fundament	1 Stk	340,00 EUR	340,00 EUR
Fundament inkl. Montage	1 Stk	699,00 EUR	699,00 EUR
Inbetriebnahme inkl. Bauarbeiten und Genehmigung	1 Stk	2233,00 EUR	2233,00 EUR
Beklebung Ladesäule	1 Stk	330,00 EUR	330,00 EUR
Bodenmarkierung und Beschilderung	1 Stk	430,00 EUR	430,00 EUR
Rammschutz	1 Stk	450,00 EUR	450,00 EUR
Schaltschrank (Leistungsschutz und FI-Schalter)	1 Stk	1128,00 EUR	1128,00 EUR
Genehmigung beim Netzbetreiber einholen	1 Stk	233,00 EUR	233,00 EUR
Netzanschlussleistung (300kW)	1 Stk	6625,00 EUR	6625,00 EUR
Netzanschlusssicherung (300kW)	1 Stk	2180,00 EUR	2180,00 EUR
Inbetriebnahme zusätzlicher Zählerplatz	1 Stk	30,00 EUR	30,00 EUR
Backend-System und Abrechnungsplattform	1 Stk	11158,00 EUR	11158,00 EUR
Gesamtsumme Einmalkosten			70222,47 EUR
Förderung der Beschaffungskosten mit Förderquote 40% oder max. Fördermittel je Ladepunkt 14.000 EUR		40 %	42133,48 EUR
resultierender Preis		28000 EUR	42222,47 EUR
Abschreibungsdauer in Jahren			5
jährliche Abschreibung			8444,49 EUR
laufende Kosten (pro Monat)	Anzahl/Menge	pro Monat	Kosten
Backend-System	1 Stk	161,25 EUR	1935,00 EUR
Wartung und Instandhaltung	1 Stk	20,41 EUR	244,87 EUR
Gesamtsumme Kosten pro Jahr			10624,36 EUR

Der Standort (2) an der Zufahrtsstraße ist hingegen öffentlich zugänglich. Hier sollte perspektivisch ein Megawatt-Charger installiert werden, um das Laden während der Warte- und Pausenzeiten zu ermöglichen. Dies würde nicht nur den Hafenbetrieb unterstützen, sondern auch anderen Nutzern, wie z.B. Fahrern von Elektro-Lkw, zur Verfügung stehen.

Aufgrund der zu erwartenden Entwicklungen im Bereich der Elektro-Lkw und der sich in der Erprobung befindlichen Ladeinfrastrukturen sollte die Umsetzung des Standortes 2 erst mittelfristig erfolgen. Hier ist eine intelligente Koordination und Steuerung der Ladeinfrastruktur sinnvoll, um die Maßnahme effizient und zukunftsorientiert zu gestalten. Diese Maßnahme sollte zeitlich mit der Entwicklung des Mobilitäts- und Energie-Hubs verknüpft werden, um eine reibungslose Integration und optimale Nutzung der neuen Technologie zu gewährleisten.

4.3 Maßnahme Mobilitäts- & Energie-Hub

Das Hauptziel des Mobilitäts- und Energie-Hubs ist es, die Elektrifizierung des Güterverkehrs zu fördern, den Einsatz erneuerbarer Energien zu maximieren und die betriebliche Effizienz zu steigern. Der Hub soll dabei helfen, den Übergang zu emissionsfreien Transportlösungen zu erleichtern und die Umweltbelastung zu reduzieren. Dabei soll das Hub sowohl für den elektrifizierten Vor- und Nachlauf eingebunden werden als auch für die elektrifizierten LKW-Verkehre, die auf den Straßen in der Nähe des Hafens unterwegs sind. Dafür ist es entscheidend zusammen mit den Logistikunternehmen aus der Region an ganzheitlichen Lösungen für die systematische Integration der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur in die Tourenplanung der Logistikunternehmen. Für die Planung der Elektrifizierung des Vor- und Nachlaufs mit Lkw ist notwendig in den nächsten Monaten und Jahren Partnerschaften mit Logistikunternehmen einzugehen, um zusammen den Transport mit e-Lkw zu ermöglichen

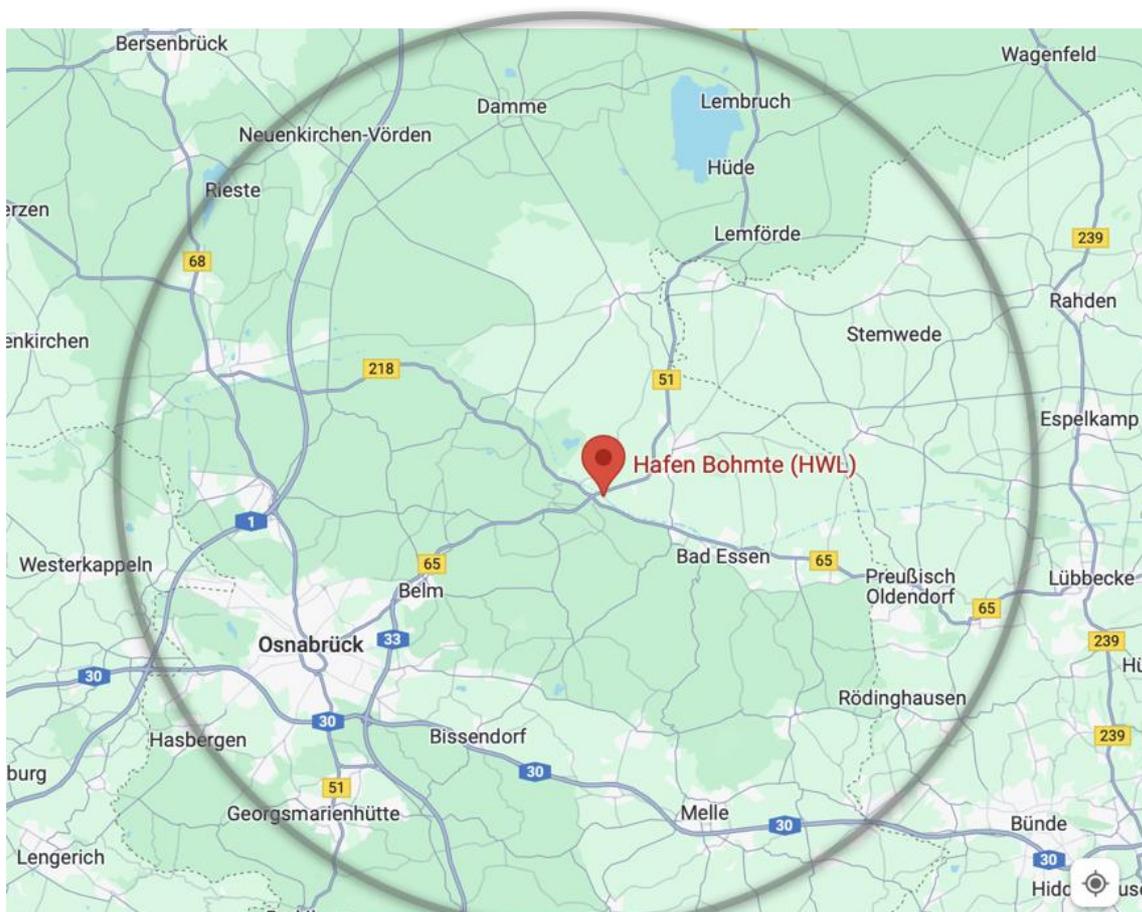


Abbildung 7: Engerer Einzugsbereich des Hafens Wittlager Land

Einsatz von e-LKW im Vor- und Nachlauf

Die Berechnungen für den Vor- und Nachlauf des Hafens Bohmte/HWL beziehen sich auf den Zulauf bzw. den Abtransport der zugrunde liegenden Containermengen vom und zum Hafen. Hierbei wird ein durchschnittlicher Transportradius von 30 km zugrunde gelegt. Die durchschnittliche Transportleistung kann im Einzelfall auch überschritten werden, in anderen Fällen sind auch deutlich geringere Transportentfernungen zum Hafen vorhanden; hierdurch ergibt sich kalkulatorisch ein mittlerer Transportradius von 30 km um den Hafen herum.

Zunächst werden die entsprechenden Leistungsdaten für den konventionellen Transport mit Diesel-LKWs ermittelt. Hierbei ist von einem nahezu ausschließlichen Transport über das regionale Straßennetz ohne Nutzung der Autobahnen auszugehen. Die gesetzlich vorgegebenen Lenkzeiten und die maximal zulässige Arbeitszeit pro Tag für die Fahrer werden hierbei eingehalten.

Aufgrund der vorangegangenen Potenzialanalyse sind nahezu paarige Verkehre im Zulauf und im Ablauf vom und zum Hafen zu erwarten, allerdings nur im Einzelfall zeitgleich zu dem gleichen Unternehmen. Dadurch sind regelmäßig Leerfahrten der LKWs von und zu den Unternehmen zu erwarten, sodass jeweils nur eine Fahrstrecke im beladenen Zustand ausgeführt wird.

Für die prognostizierte Umschlagsleistung werden in der Summe 11 LKWs benötigt. Diese Anzahl wird zu Beginn nicht erforderlich sein, da die zu erwartenden Umschlagsmengen erst nach und nach anwachsen werden. Aufgrund der Heterogenität der Transportleistung in der Region werden im Unterschied zum reinen LKW-Transport zwischen Bohmte und Minden somit auch mehr LKWs einzusetzen sein als für die Transportaufgabe für die vorgenannte Strecke.

Ergebnisse

Die Ergebnisse für den regionalen Zu- und Ablaufverkehr vom und zum Hafen Bohmte/HWL stellen sich wie folgt dar:

LKW-Verkehr Bohmte (Ø 30 km)		
Arbeitszeit LKW	9,60	h
Lenkzeiten LKW	9,00	h
Fahrzeit /Fahrt (ca. 30 km)	1,50	h
Umläufe pro LKW /Tag	6	Umläufe
Transportbedarf TEU/Tag	101	TEU
Transportbedarf Container/Tag	67	Fahrten
(wechselnde Ziele mit 20" + 40" Containern)		
Anzahl der LKW (gerundet)	11	
Transportleistung LKW	16.750	Container
Äquivalent in TEU	25.125	TEU
LKW km-Leistung / Tag	4.020	km
LKW km-Leistung / Jahr	1.005.000	km
LKW-km Leistung / Jahr und LKW	90.000	
Verbrauch mit e-LKW	140	kWh/100 km
Gesamtverbrauch mit e-LKW	1.407	MWh

Im Vergleich zu dem LKW-Shuttle zwischen Bohmte und Minden sind die Laufleistungen der jeweiligen LKW-Flotten vergleichbar groß.

Der Verbrauch eines Elektro-LKW hängt von der Tonnage und dem Anwendungsfall ab. Im Fernverkehr mit Planenaufliegern liegt der Verbrauch beispielsweise bei etwa 120 kWh bis 140 kWh auf 100 Kilometern.

Schlussfolgerungen

Der Transport per LKW in der Region von den und zu den Unternehmen ist nicht zu vermeiden, da Alternativen nicht gegeben sind.

Aufgrund dieser Tatsache kommt eine sehr präzisen sowohl zeitlichen als auch streckenmäßigen Planung der Transporte eine besondere Bedeutung zu, um den Gesamtaufwand der notwendigen Fahrten möglichst niedrig zu halten. Im Idealfall kann mit einem LKW-Transport ein Container zu dem Unternehmen hingebacht werden und auf dem Rückweg wieder zum Hafen transportiert werden. Diese positive Situation wird sich aller Voraussicht nach nur in Einzelfällen realisieren lassen.

Demgegenüber wäre eine Optimierung der Fahrstrecken in der Weise anzustreben, dass bei einer Auslieferung eines Containers auf der Rückfahrt zum Hafen ein anderer Container aus dem Nahbereich des belieferten Unternehmens wieder mit zurückgenommen wird. Durch eine solche optimierte Planung lassen sich sowohl der zeitliche als auch der kostenmäßige Aufwand in Grenzen halten. Diese Überlegungen werden jedoch erst mit Beginn der Umschlagstätigkeit und der Aufnahme der notwendigen Transporte vom und zum Hafen relevant.

Während in dem vorangegangenen Abschnitt der Vergleich des Transportes der Container von Bohmte nach Minden und zurück zwischen Binnenschifftransport und LKW-Transport vorgenommen worden ist, bei dem die Vorteile des Binnenschifftransport sehr gut belegt werden konnten, sind für den Regionalverkehr im Bereich des Hafens Bohmte/HWL diese Alternativen nicht gegeben. Aus diesem Grund ist zur Erreichung der Klimaziele eine frühestmögliche Umstellung auf elektrisch angetriebene LKWs eine anzustrebende Maßnahme. Dieses setzt im Unterschied zur konventionellen Verbrennungstechnologie eine Reihe von zusätzlichen Maßnahmen insbesondere im Hafen Bohmte/HWL, aber auch zweckmäßigerweise bei den Unternehmen voraus, die von den Vorteilen des Hafens profitieren und Maßnahmen zur Vermeidung von CO₂-Emissionen einen Beitrag leisten wollen.

Hierfür müssen sowohl die zur erwartenden Transportvolumina als auch die notwendigen technischen Maßnahmen an beiden Enden des Transportweges untereinander abgestimmt werden.

Für den Hafenbereich des Hafens Bohmte/HWL ist das vorliegende Elektromobilitäts-Konzept hierfür eine wichtige Grundlage.

Steckbrief

Häfen bilden als logistische Knoten die Schnittstellen zwischen dem Schifftransport und den Landverkehrsträgern Straße. Sie stehen dabei vor der Aufgabe, ihren eigenen Beitrag zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors zu leisten. Im lokalen und regionalen Bereich wird hierbei die elektrische Energie für die Fahrzeuge des Hafenbetriebes, aber auch für den Weitertransport mit Lkw eine entscheidende Rolle spielen. Ein intelligentes ganzheitliches Energiemanagementsystem ist für das zuverlässige und bedarfsgerechte Laden von e-Lkw und elektrischem Umschlagsequipment im Hafen eine entscheidende Voraussetzung. Durch die Bereitstellung regenerativ erzeugtem Stroms aus dem Hafenumfeld und eine Vielzahl an Verbrauchern auf dem Hafengelände entsteht ein hohes Maß an Komplexität, da das Energiemanagement für die eingesetzten Fahrzeuge mit Stromprog-

nosen und logistischen Anforderungen verknüpft werden muss. Die Einbeziehung von regional erzeugtem regenerativem Strom leistet hierbei einen bedeutsamen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit und zur Dekarbonisierung.

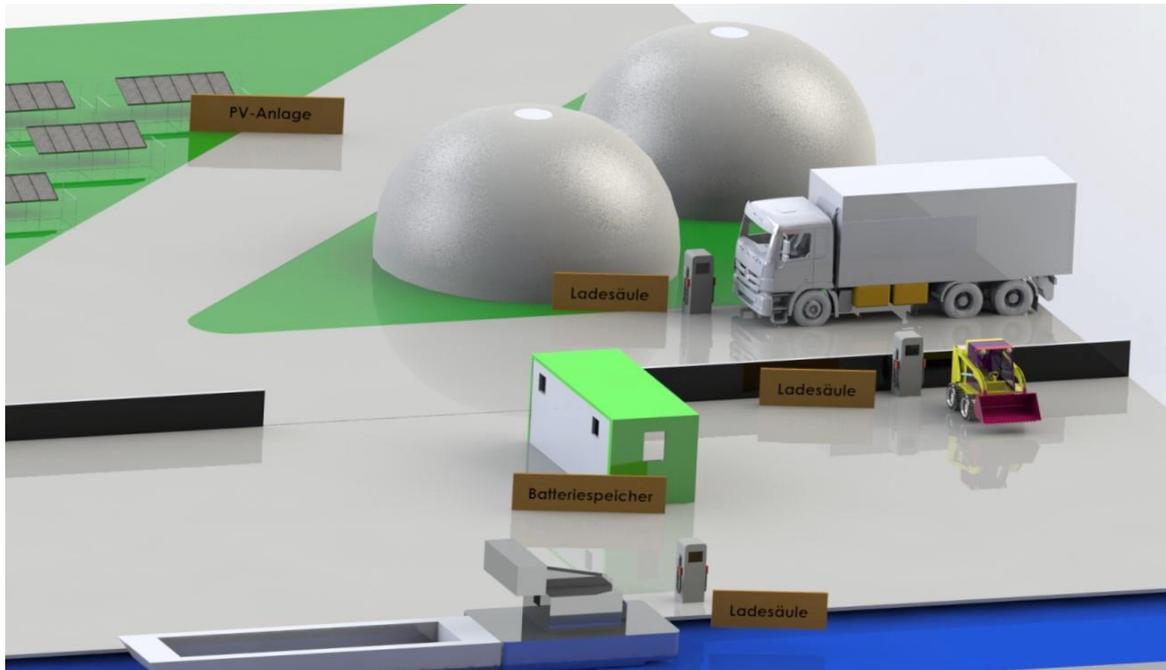


Abbildung 8: Prinzipdarstellung des Energiehubs Hafens Wittlager Land

Ziel der Maßnahme ist ein dezentrales und automatisiertes Energiemanagementsystem, welches die organisatorischen und prozessorientierten Anforderungen für einen optimierten elektrifizierten Betrieb des Hafens Wittlager Land und die damit verbundene Logistik erfüllt. Das Energiemanagement wird die Bereitstellung der erforderlichen Ladeinfrastruktur mit einem ausreichenden Energieangebot, mit den Entwicklungen des elektrischen Fahrens sowie mit weiteren Energiebedarfen des Hafens Wittlager Land synchronisieren. Der Optimierungsalgorithmus eines sogenannten Ladesäulenagenten soll beispielsweise dafür sorgen, dass Anfragen von e-Reachstackern oder e-Lkw unter Berücksichtigung des aktuellen und prognostizierten regenerativen Stromangebots sowie der logistischen Randbedingungen dynamisch bewertet und zeitlich in eine Reihenfolge gebracht werden.

Umsetzung und Finanzierung

Die Umsetzung des Mobilitäts- und Energie-Hubs erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren, einschließlich des Hafenbetreibers, Logistikunternehmen, Energieversorgern, Technologieanbietern und der öffentlichen Hand. Die Finanzierung kann durch eine Kombination aus privaten Investitionen, staatlichen Fördermitteln und EU-Subventionen erfolgen.

Der Mobilitäts- und Energie-Hub für den Hafen Wittlager Land stellt eine innovative und zukunftsweisende Lösung dar, um die Elektrifizierung des Güterverkehrs zu fördern und nachhaltige Transport- und Energielösungen zu integrieren. Durch die Bündelung von Ladeinfrastruktur, erneuerbarer Energie und digitalen Energiemanagementsystemen kann der Hub einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion von CO₂-Emissionen und zur Steigerung der Effizienz im Güterverkehr leisten. Die Entwicklung eines ganzheitlichen Systems sollte im Rahmen von F&E-Projekten zusammen mit Partnern erfolgen. Der Hafen sollte frühzeitig zu Partnern aus diesem Bereich Kontakt aufnehmen und versuchen zeitnah ein Projekt zu initiieren. Um sich als neuer Akteur am Markt zu etablieren, ist es zweckdienlich, die lokalen Akteure einzubinden. Durch die Entwicklung eines ganzheitlichen Mobilitäts- & Energie-Hub können externe Logistikunternehmen die Ladeinfrastruktur am Hafen systematisch nutzen, ohne Verzögerungen bei den Touren. Dieser Aspekt ist ganz entscheidend, denn erst wenn der e-Lkw zu keinen Verlustzeiten führt, wird er sich im größeren Umfang durchsetzen.

4.4 Maßnahme Elektrifiziertes Schiffshuttle-System

Die zentrale Aufgabe des neuen Hafens Wittlager Land ist der Umschlag und die Konsolidierung von Ladungsmengen an dem restrukturierten Standort in Bohmte.

Der Umschlag von trockenem Massengut (landwirtschaftliche Produkte, Schüttgüter etc.) ist eine Kernkompetenz der Binnenschifffahrt, deren große Transportkapazität gerade für die geringwertigen Ladungsgüter eine sehr effiziente und kostengünstige Transportmöglichkeit darstellt. Dieser Markt wird der Binnenschifffahrt aufgrund der logistischen Vorteile gegenüber dem Straßentransport auch in Zukunft erhalten bleiben. Da am Standort Bohmte kein Bahnanschluss vorhanden ist, hat der Transport von trockenen Schüttgütern jedweder Form über den Hafen Bohmte für die Region Osnabrück ein großes Potenzial.

Als zweites Standbein soll der Containertransport bei HWL neu etabliert und weiter ausgebaut werden. Dieses Marktsegment ist schnelllebig und von einer hohen Volatilität gekennzeichnet. Vor dem Hintergrund deutlich geringer werdender Transportmengen im Bereich der fossilen Brennstoffe (Kohle, Rohölprodukte) bietet der Containertransport als eine spezielle Form des massenhaften Stückgutes Marktchancen, die jedoch aktiv und häufig in mühsamer Kleinarbeit erschlossen werden müssen. Die geringe Transportgeschwindigkeit des Binnenschiffs und eng gefasste Terminvorgaben für Versender und Empfänger unterschiedlichster Destinationen machen die Disposition komplex und erfordern ein gutes Marktverständnis.

Dennoch haben sich insbesondere auf dem Rhein, aber auch zunehmend auch im norddeutschen Wasserstraßennetz Containerlinien etabliert, die mit regelmäßigen Abfahrten von verschiedenen in den Binnenhäfen große Stückzahlen an Containern zuverlässig und termintreu insbesondere zu den Seehäfen, z.B. nach Hamburg und zu den Bremischen Häfen, transportieren. In Zeiten wirtschaftlicher Unsicherheiten und schwächelnder Märkte sind die Containermengen aufgrund volatiler Nachfragen mit dem Binnenschiff deutlich schwieriger zu kalkulieren und zu organisieren als der Transport mit dem Lkw oder mit der Bahn. Insbesondere die großen Transportkapazitäten der Binnenschiffe stellen eine hohe Herausforderung dar, permanent für eine ausreichende Auslastung zu sorgen.

In dieser Situation – gerade im Hinblick auf die aktuelle, wirtschaftlich schwierige Situation – ist es im besonderen Maße erforderlich, behutsam und mit Augenmaß eine Etablierung des Containerverkehrs über HWL aufzubauen und zu organisieren.

Es wird davon ausgegangen, dass es für einen neuen Hafenstandort nach Betriebsaufnahme nahezu unmöglich ist, für eine wirtschaftlich tragfähige Auslastung der Binnenschiffe von Beginn an zu realisieren. Die Kosten für Motorschiffe oder Schubverbände (Charterkosten, Personalkosten Betriebsstoffe etc.) sind um ein Vielfaches höher als beim Lkw oder bei der Bahn, sodass von Beginn an eine hohe Auslastung der Transportkapazität erforderlich ist, um diese Transporte wirtschaftlich durchzuführen.

Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die akquirierten Containermengen aus der Region oder in die Region in die bestehenden Containerlinien einzuspleißen. Hierfür eignet sich insbesondere der RegioPort in Minden, aber auch die östlich gelegenen Containerumschlagplätze in Hannover oder Braunschweig können fallweise in Betracht kommen.

Vor diesem Hintergrund wird es als sinnvoll angesehen, die Flexibilität von Schubleichtern zu nutzen, um mit wesentlich geringeren Anfangskosten eine Verknüpfung zu den bestehenden Containerlinien aufzubauen.

Unmotorisierte Schubleichter sind deutlich kostengünstiger und können als logistische Zwischenlager genutzt werden, die an den jeweiligen Umschlagstellen bereitgestellt werden. Die Größen der Schubleichter sind skalierbar von 32,50 m Länge bis 76 m Länge und können – je nach Länge – von 24 TEU bis 88 TEU transportieren. Damit ist grundsätzlich eine gute Anpassung an den tatsächlichen Transportbedarf möglich.

Umsetzungsplan

Die Umsetzung des zuvor beschriebenen Logistikkonzeptes kann nur im direkten Dialog mit geeigneten Binnenschiffsunternehmen aufgebaut werden. Hierfür müssen die benötigten Schubleichter in den erforderlichen Größen verfügbar sein. Das Verbringen zu den anderen Hafenstandorten ist dann konkret mit den Binnenschiffsunternehmen zu regeln. Hierfür kommt der unmittelbare Transport als eigenständiger Dienst in Betracht. Als Variante ist auch die Mitnahme von Schubleichtern in den bestehenden Binnenschiffslinien entweder als (längerer) Schubverband oder als Koppelverband möglich.

Voraussetzung für die Etablierung eines solchen Dienstes ist das Vorliegen der relevanten Transportdaten, wie erwartete Anzahl der TEU, Zeitpunkte des Transportes, Zieldestinationen, Frequenz der Transporte etc. Des Weiteren sind die Einzelheiten der Übergabe der Containermengen an die bestehenden Binnenschiffslinien zum Weitertransport zu den jeweiligen Zielhäfen zu klären.

Diese Konzeption ist bereits mit verschiedenen Binnenschiffsunternehmen konzeptionell erörtert worden und wurde als machbar eingeschätzt. Die weiterführenden Gespräche und die Konkretisierung des Konzeptes kann jedoch erst – wie zuvor erwähnt – nach Aufnahme des Hafenbetriebs bei HWL und der Konkretisierung der relevanten Transportdaten erfolgen.

Shuttlesystem - Binnenschiff

Bei Betriebsaufnahme des Hafenbetriebs für den Hafen Bohmte/HWL ist es eine besonders anspruchsvolle Aufgabe, eine wirtschaftliche Auslastung eines Binnenschiffs-Shuttles zwischen Bohmte und Minden herbeizuführen. Die kleinsten Schubleichter mit einer Länge von 32,50 m und einer Breite von 9,50 m können bis zu 24 TEU aufnehmen. Die größeren Schubleichter mit einer Länge von 65 m bei gleicher Breite haben eine Ladekapazität von bis zu 54 TEU.

Es wird davon ausgegangen, dass die Anlieferung von Containern sowie die Abholung und Zustellung an die jeweiligen Unternehmen kontinuierlich werktäglich über die Wochentage verteilt erfolgt, sodass die Container grundsätzlich auf den Stellplätzen zwischengelagert werden müssen und von dort aus entweder ausgeliefert oder verladen werden.

Die Betriebskosten beim Schiffstransport entstehen durch die täglichen Charterkosten einschließlich des Personals an Bord. Vor diesem Hintergrund wird es als die wirtschaftlichste Variante angesehen, eine Konsolidierung der Containertransporte so vorzunehmen, dass bei der Überführung der Schubleichter von und nach Minden auf der Grundlage der Umschlagzahlen der vorausgegangen Potenzialanalyse Schubverbände mit

zwei Schubleichtern eingesetzt werden. Ein mögliches Szenario ist hierbei die Betrachtung eines 14-Tage-Zeitraums, in dem insgesamt fünf Abfahrten im Rundlauf zwischen Bohmte und Minden vorgesehen werden. Damit ergibt sich ein Abfahrtsraster von drei Abfahrten in der ersten Woche (z.B. Mo/Mi/Fr) und zwei Abfahrten in der zweiten Woche (Di/Do). Mit diesen Abfahrtsraster ist es möglich, eine Jahreskapazität von ca. 27.000 TEU zu transportieren.

Hierbei wird davon ausgegangen, dass mit diesen Abfahrten auch eine Harmonisierung mit den Abfahrten der überregionalen Container-Linien nach Bremen und Hamburg erreicht werden kann. Nach den Vorerhebungen sind diese Relationen determinierend für den Containerumschlag in Bohmte/HWL. Darüber hinaus sind auch Schiffsverkehre zu den ARA-Häfen zu berücksichtigen. Für diese gelten jedoch andere Randbedingungen, da sie entweder im Direktverkehr oder über einen Zwischenhafen, z.B. in Duisburg, abgewickelt werden. Duisburg als größter deutscher Binnenhafen bietet die Möglichkeit, Ladungsmengen für die Rheinmündungshäfen auf größeren Schiffseinheiten zu konsolidieren und damit die Gesamtkosten niedriger zu halten. Wegen des zusätzlichen Umschlags in Duisburg ist hierfür jeder Transportvorgang isoliert zu betrachten und zu bewerten.

Ob diese Annahmen des beschriebenen Logistikmodells vollumfänglich zutreffen, ist für die grundsätzliche Betrachtung der Schiffslogistik nicht ausschlaggebend; dennoch lassen sich damit die wichtigsten Kennziffern für die Wirtschaftlichkeitsberechnung und die Klimawirkungen des Schiffstransportes gut erfassen.

Bei dem Schiffstransport ist – wie schon beim Reachstacker – eine konventionelle Technik mit Dieselmotoren an Bord der Binnenschiffe zugrunde gelegt worden. Die Verbrauchswerte für genau diese Schiffskonstellation wurden bereits im Rahmen eines anderen Projektes für verschiedene Betriebszustände und Fahrgeschwindigkeiten ermittelt und sind mit der Binnenschiffahrt weitestgehend abgestimmt.

Aus diesen Kenndaten ergeben sich für die geschriebene Transportleistung die zugehörigen Verbrauchswerte pro Tag und für das gesamte Jahr. Um eine Vergleichbarkeit mit dem LKW-Transport herbeizuführen, wurden aus den Verbräuchen die daraus resultierenden LKW-Äquivalente berechnet. Damit liegen auch für das Binnenschiff die notwendigen Kennzahlen für den Vergleich mit dem LKW-Transport vor.

Losgelöst davon wurden zum Vergleich auch die Kenndaten für den reinen LKW-Transport zwischen Bohmte und Minden für den Fall berechnet, dass ein Binnenschiff für den Shuttletransport nach Minden und zurück nicht zur Verfügung steht und der Transport zwischen Bohmte und Minden vollständig per LKW abgewickelt wird.

Ergebnisse

Die Grundlagendaten für den Shuttle-Transport per Binnenschiff zwischen Bohmte und Minden ergeben sich wie folgt:

Shuttledienst Minden		
Binnenschiff		
Schubleichter SLG2	54	TEU
Schubleichter SLG2	54	TEU
Schubverband SB + 2 SLG2	108	TEU
Shuttle-Takt:		
Woche 1: Mo Mi Fr	324	
Woche 2: Di Do	216	
in 14 Tagen:	540	
Jahrestransportleistung / Richtung	14.040	
Jahrestransportleistung / Umlauf	28.080	
Jahreskosten Schubverband	303.726	
Kosten / TEU	10,82	

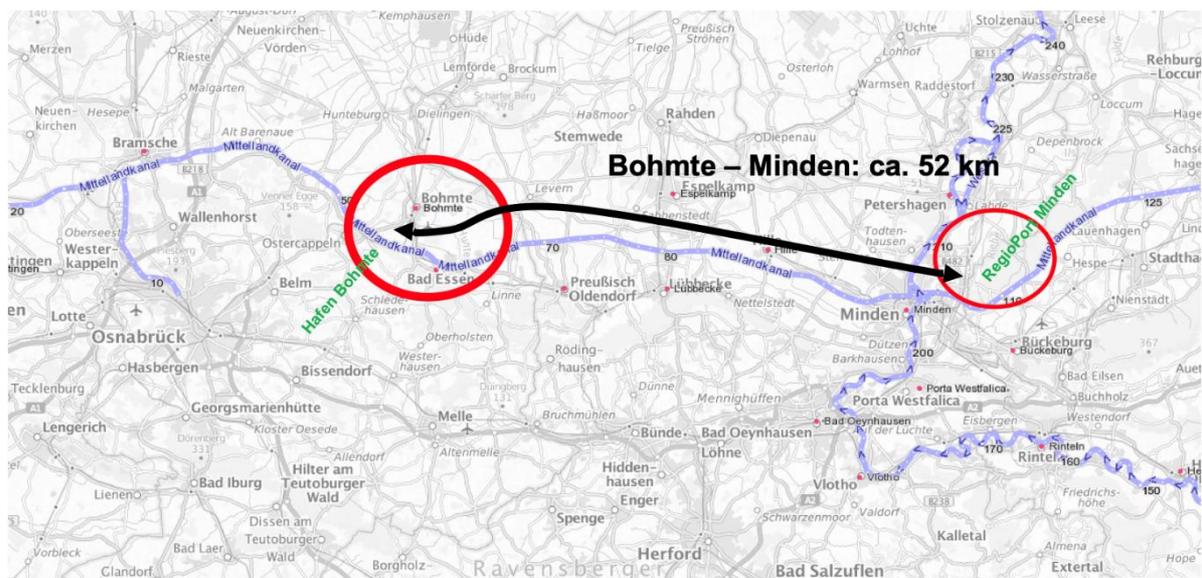


Abbildung 9: Strecke des Binnenschiffs-Shuttles Bohmte - Minden

Auf dieser Grundlage ergeben sich die Leistungsdaten des Binnenschiffs-Shuttles wie folgt:

Anzahl der Umläufe pro Jahr	130	
Umlaufzeit RegioPort Minden	12,24	h
km-Leistung Binnenschiff pro Jahr	13.390	km
Verbrauch Binnenschiff pro Jahr	71.948	Liter Gasöl
LKW-Verbrauch pro Stunde	19,80	l/h
LKW-Äquivalent des Schiffsverbrauchs	2,28	
LKW-Äquivalent pro Jahr	218.025	Km
Nutzung von elektrischen Schiffseinheiten		
Gesamtumlaufzeit / Jahr	1.600	h
Verbrauch mit e-Binnenschiff	243	kWh/h
Gesamtverbrauch mit e-LKW	387	MWh

Die Vergleichsberechnung für den reinen LKW-Transport zwischen Bohmte und Minden führte zu folgendem Ergebnis:

LKW-Shuttle Minden (Ø 60 km)		
Transportbedarf TEU/Tag	101	TEU
Transportbedarf Container/LKW*Tag	34	Fahrten
Umlauf LKW Bohmte - Minden	2,5	h
Anzahl LKW-Umläufe / Tag	4	Umläufe
Anzahl LKW	9	
Transportleistung LKW	18.000	Container
Äquivalent in TEU	27.000	TEU
LKW km-Leistung / Tag	4.320	km
LKW km-Leistung / Jahr	1.080.000	km
LKW-Verbrauch pro Jahr	356.400	Liter Diesel
LKW-km Leistung / Jahr und LKW	127.059	
Verbrauch mit e-LKW	140	kWh/100 km
Gesamtverbrauch mit e-LKW	1.512	MWh

Aus dem Vergleich der Leistungsdaten ist offensichtlich, dass sowohl die Kilometerleistung für den Transport der zugrunde liegenden Containermenge als auch der Verbrauch an Betriebsstoffen (Diesel bzw. Gasöl) beim Binnenschiff wesentlich niedriger liegt als beim LKW-Transport.

Schlussfolgerungen

Bei der Planung des Containertransports auf der Strecke Bohmte-Minden sind zwei Varianten untersucht worden. Die erste Variante betrachtet den hafentypischen Transport per Binnenschiff, in der zweiten Variante wird die Transportleistung über die Straße mit LKWs abgewickelt. In beiden Fällen wurden vergleichbare Containervolumina für den Transport zugrunde gelegt.

Während das Binnenschiff pro Schiffseinheit (hier Schubleichter) ca. 54 TEU an Ladung aufnehmen kann, sind es beim LKW-Transport unter Nutzung eines Aufliegers maximal zwei TEU. Vor diesem Hintergrund kann der Transport mit LKWs nur unter Einsatz von mehreren Fahrzeugen abgewickelt werden, die auf der Grundlage der vorgegebenen Containermengen im ständigen Austausch zwischen Bohmte und Minden die Transporte auf den regionalen Straßenverbindungen abwickeln. Die Nutzung der Autobahn ist aufgrund der Distanz zur nächsten Autobahn nicht realistisch.

Die Transportentfernungen sind vergleichbar. Mit dem Schiff beträgt die Entfernung ca. 52 km, mit dem LKW ca. 60 km. Hieraus ergibt sich eine Kilometerleistung beim Schiffs-transport im Jahr von 13.390 km, mit dem LKW müssen demgegenüber über 1 Mio. km auf der Straße zurückgelegt werden.

Entsprechend der Kilometerleistung ergeben sich auch deutlich unterschiedliche Verbräuche an Diesel (LKW) bzw. Gasöl (Schiff). Für den Transport von bis zu 28.000 TEU ergibt sich ein Gesamtverbrauch im Jahr von knapp 72.000 l Gasöl (Diesel), während für den LKW-Transport in der Summe ein Dieserverbrauch von über 356.000 l ermittelt worden ist. Diese Verbräuche stehen in direkter Korrelation mit den daraus resultierenden Emissionen an Treibhausgasen, die im folgenden Abschnitt genauer beleuchtet werden.

Neben dem deutlich höheren organisatorischen Aufwand des LKW-Transports sind auch deutliche Unterschiede in der Kostensituation ermittelt worden. Während der Transport mit dem Binnenschiff im Rahmen eines Shuttle-Systems kalkulatorische Kosten von knapp 11 Euro pro TEU verursacht, liegen die kalkulatorischen Kosten für den LKW-Transport mit gut 30 € pro TEU erheblich höher.

Die vorstehende Betrachtung der beiden Transportvarianten zeigt somit ein eindeutiges Bild mit entscheidenden Vorteilen für den Binnenschiffstransport.

Einordnung der Maßnahmen

Die entwickelten Maßnahmen für den Hafen Wittlager Land und dessen Stakeholder können zukünftig eine wichtige Rolle bei der Elektrifizierung des Güterverkehrs in der Region Osnabrück einnehmen. Neben der Umsetzung der Maßnahmen ist es besonders wichtig die Stakeholder kontinuierlich bei der Entwicklung einzubinden und Öffentlichkeitsarbeit zu diesen Themen zu machen.

Bei der Umstellung von konventionellen auf elektrische Antriebe werden Unternehmen mit vielen neuen Themen konfrontiert und haben deshalb Vorbehalte gegen eine Umstellung, da sie deren Risiken nicht richtig einschätzen können. Wichtig ist deshalb, die Unternehmen von Beginn an in den Prozess mit einzubinden und für die Nutzung der Elektromobilität zu werben.

Die Anforderungen an die Unternehmen im produzierenden Gewerbe und in der Logistik zur Gewährleistung einer klimaneutralen Produktion bzw. Transportleistung werden weiter steigen. Mit der konzeptionellen Aufbereitung und Umsetzung des Elektromobilitätskonzeptes für den Hafen Bohmte kann eine beispielhafte Lösung entstehen, die in der Presse und in den Fachmedien dargestellt werden sollte. Es wird erwartet, dass eine positive Berichterstattung über die Arbeiten und Maßnahmen einer CO₂-armen Logistik Aufmerksamkeit bei den industriellen / gewerblichen Unternehmen und in der Logistik erzeugen wird, die positive Effekte für die weitere Ansiedlung und Ausweitung der Geschäftstätigkeit am Hafenstandort Bohmte erwarten lässt.

Mit der Erstellung eines Marketingkonzeptes werden auch die entscheidenden Vorteile und positiven Effekte für den Hafenstandort und die Logistik dargestellt und pressewirksam aufbereitet.

Im Rahmen der weiteren Ausarbeitung des Marketingkonzeptes sollte das Thema Elektromobilität auch für eine stärkere Vernetzung im Raum Osnabrück genutzt werden. Die Stadt und Landkreis Osnabrück sind bereits seit geraumer Zeit im Bereich der nachhaltigen Mobilität sehr aktiv. Deshalb bietet es sich an, das Thema „Elektromobilität im Hafen Wittlager Land“ auch mit anderen Aktivitäten in dieser Region zu verknüpfen.

Im Rahmen der Ausarbeitung des Elektromobilitätskonzeptes wurde bereits eine Veranstaltung mit den Stakeholdern durchgeführt. Die Arbeiten und Ziele des Hafen Wittlager Land wurden vorgestellt und diskutiert. Die Ergebnisse der Diskussion wurden bei der Ausgestaltung der Maßnahmen eingebunden. Die Veranstaltung wurde sehr gut aufgenommen, sodass es empfehlenswert wäre dieses Format auch in Zukunft fortzuführen.

5 Berechnung des CO₂-Einsparpotenzials für den Maßnahmenkatalog

Beim Elektromobilitätskonzepts für den Hafen Wittlager Land wurden neben den Maßnahmen zur Elektrifizierung des LKW-Verkehrs auch Maßnahmen zur Elektrifizierung des Hafenumschlags sowie des Binnenschiffstransport entwickelt. Damit diese drei Bereiche adäquat miteinander verglichen werden können, wurde auf die Kennwerte des Umweltbundesamts zurückgegriffen.

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen sind vom Umweltbundesamt (UBA) im Jahr 2022 aktualisierte Kennwerte veröffentlicht worden. Die in der nachfolgenden Tabelle ausgewiesenen CO₂-Emissionsdaten werden für den Vergleich der verschiedenen Verkehrsträger herangezogen.

Gemäß der UBA-Tabelle ergibt sich ein Emissionswert von 103 g pro tonnenkilometrische Leistung für den Schwerlast-LKW-Verkehr und 36 g pro tonnenkilometrischer Leistung für das Binnenschiff. Hierbei wird mit einem durchschnittlichen Containergewicht (brutto) von 30 t gerechnet; die jeweilige Kilometerleistung ist in den vorangegangenen Berechnungen bereits ermittelt worden.

Die Annahme eines durchschnittlichen Gewichts von 30 t liegt am oberen Ende der zulässigen Gewichtsskala für 40“-Container. Da die Container in der Regel ein geringeres Gesamtgewicht aufweisen, daher ist dieses Ergebnis als oberer Grenzwert der CO₂-Emissionen anzusehen.

Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Güterverkehr in Deutschland 2022

Quelle: Umweltbundesamt, TREMOD 6.51

Verkehrsmittel		Treibhausgase ¹	Stickoxide	Partikel ⁴
Lkw gesamt²		121	0,198	0,010
^L davon Lkw 3,5-7,5 t	g / tkm	569	1,775	0,068
^L davon Lkw 7,5-12 t		398	1,115	0,041
^L davon Lkw >12 t		253	0,604	0,022
^L davon Last- & Sattelzüge		103	0,139	0,008
Güterbahnen³		16	0,032	0,001
^L davon Dieseltraktion		28	0,242	0,007
^L davon Elektrotraktion		15	0,018	0,001
Binnenschiffe		36	0,415	0,011

g/tkm = Gramm pro Tonnenkilometer, inkl. der Emissionen aus der Bereitstellung und Umwandlung der Energieträger in Strom, Diesel, Flüssig- und Erdgas

¹ CO₂, CH₄ und N₂O angegeben in CO₂-Äquivalenten gemäß AR5 (5. Sachstandsbericht des IPCC)

² Lkw ab 3,5 t zGG, Sattelzüge, Lastzüge

³ Die in der Tabelle ausgewiesenen Emissionsfaktoren für die Bahn basieren auf Angaben zum durchschnittlichen Strom-Mix in Deutschland. Emissionsfaktoren, die auf unternehmens- oder sektorbezogenen Strombezügen basieren, können daher von den in der Tabelle dargestellten Werten abweichen.

Abbildung 10: Emissionsdaten der Verkehrsträger (Umweltbundesamt UBA, 2022)

Die für die verschiedenen Logistikbereiche ermittelten CO₂-Emissionswerte werden nachfolgend bereichsspezifisch angegeben.

In der Literatur werden auch andere Berechnungsmethoden angewendet, die auf anderen Grundannahmen basieren. So wird vom Projektträger des BMDV eine Methode zum Vergleich der CO₂-Emissionen herangezogen, die keine gewichtsbezogene Komponente beinhaltet. Hier werden Klassifizierungen hinsichtlich der Fahrzeugklassen verwendet, die nachfolgend dargestellt sind:

Fahrzeugklasse	E-Faktor [g CO ₂ e/km]
PKW, Klasse M1 (max. 8 Sitzplätzen ohne Fahrersitz);	156,1461487
leichtes Nutzfahrzeug (INfz)	227,9674835
schweres Nutzfahrzeuge (sNFZ)	699,9567261
Linienbus (Lbus)	642,2242432
Reisebus (Rbus)	902,2938232
Leichtfahrzeug	78,07307435

Abbildung 11: Vorgaben des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA), Umweltbundesamt Österreich

Für diese Berechnungen werden die Vorgaben des Handbuches für Emissionsfaktoren (HBEFA) verwendet. Das Handbuch für Emissionsfaktoren ist von dem Österreichischen Umweltbundesamt herausgegeben und ermittelt die CO₂-Emissionen möglichst realitätsnah, z.B. mit unterschiedlichen Betriebstemperaturen für die Motoren.

Bei der Verwendung dieser Berechnungsmethode muss – ebenso wie bei der UBA-Methode – eine praxisbezogene Umrechnung für den Betrieb des Reachstackers und des Binnenschiffs auf die Kategorie der schweren Nutzfahrzeuge gewählt werden. Im Unterschied zu der Berechnungsmethode des UBA werden die CO₂-Emissionen nach HBEFA ohne Berücksichtigung der Gewichtsanteile ermittelt.

Die verschiedenen Ergebnisse der CO₂-Emissionen werden der Vollständigkeit halber in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt.

Logistikbereich	CO ₂ -Emissionen pro Jahr	
	UBA-Berechnung	HBEFA-Methode
	CO ₂ to/a	to CO ₂ e/a
Hafenumschlag mit Reachstacker	941	213,2
Binnenschiff-Shuttlesystem	1.577	152,6
Vor- und Nachlauf Region Bohmte/HWL	3.105	693,0
LKW-Shuttle Bohmte - Minden	3.337	800,4

Schlussfolgerungen

Auf dem Weg zur CO₂-armen Logistik spielt der unmittelbare Umschlag der Container mithilfe eines Reachstackers nicht die entscheidende Rolle zur Minderung der CO₂-Emissionen.

Die Straßentransporte per LKW haben den größten Einfluss auf die CO₂-Emissionen. Der LKW-Transport im Nahbereich des Hafens zur regionalen Ver- und Entsorgung der Container ist nicht zu vermeiden und hat daher den größten Einfluss auf die regionale Minderung der CO₂-Emissionen.

Die Verlagerung der Transporte zwischen Bohmte und Minden auf das Binnenschiff halbiert schon bei Einsatz konventioneller Technologie an Bord der Schiffe (Dieselmotoren) die CO₂-Emissionen auf die Hälfte. Sofern auch – wie in anderen Projekten nachgewiesen – eine Umstellung der Schiffsantriebe auf Elektromobilität erfolgt, kann auch dieser deutlich verringerte Anteil an CO₂-Emissionen weiter eliminiert werden.

Auch wenn sich die Berechnungsergebnisse für die CO₂-Emissionen in den beiden Berechnungsmethoden unterscheiden, liegen doch die Ergebnisse für den Straßentransport mit LKW in einer vergleichbaren Größenordnung und können daher als gesichert angenommen werden.

Die deutlich höheren Emissionswerte für den Reachstacker-Betrieb nach den UBA-Kennwerten lassen sich plausibel mit der Berücksichtigung der Gewichtskomponente beim Hafenumschlag erklären, da naturgemäß das Be- und Entladen der Binnenschiffe bzw. der LKWs mit erheblichen Ladungsgewichten einen signifikanten Einfluss auf den Verbrauch des Reachstackers hat. Vor diesem Hintergrund werden die Ergebnisse nach der Methode des Handbuchs für Emissionsfaktoren für diesen Anwendungsfall als weniger realistisch angesehen.

6 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse

Mit der Erstellung eines Elektromobilitätskonzeptes für den neuen Hafenstandort in Bohmte beschreitet der Hafen Wittlager Land (HWL) Neuland, indem in der aktuellen Notwendigkeit, den Einsatz von fossilen Brennstoffen zu reduzieren oder zu vermeiden, von Beginn an auf die zukunftsweisende Technologie der Elektromobilität gesetzt wird.

Die Möglichkeiten, die Elektromobilität im Hafenbetrieb einzusetzen, gilt grundsätzlich für alle Güterarten, sowohl für den Schüttgutbereich als auch für den Containerbereich. Für den Hafenstandort in Bohmte wird im Transport mit Containern das größere Zukunftspotenzial gesehen, weil diese Transporte nach wie vor große Zuwachsraten und zugleich die höchste Wertschöpfung bei der Erbringung der Transportdienstleistung aufweisen. Demgegenüber ist der Umschlag von trockenem Schüttgut und landwirtschaftlichen Produkten als zweites Standbein für HWL als die Basisauslastung anzusehen, die sich im Binnenschifftransport durch eine geringe Volatilität auszeichnet.

Für den Containertransport bzw. -umschlag wurden vier Szenarien betrachtet:

- das Umschlagsgeschäft im Hafenbereich mit einem Reachstacker zur Entladung bzw. Beladung von LKWs und Binnenschiffen,
- der Transport von Containern im Regionalbereich vom Hafen und zum Hafen mit einem Aktionsradius von 30 km,
- der Shuttletransport mit Containern zwischen Bohmte und Minden mit dem Binnenschiff zur Anbindung an die überregionalen Containerlinien und
- der Shuttletransport mit LKW zwischen Bohmte und Minden als Alternative zum Schifftransport.

Für alle drei Transportszenarien wurden auf der Grundlage der zu erwartenden Containermengen – nach der Anfangsphase im Hafenbetrieb – die notwendigen Transportkapazitäten und die zugehörigen Kilometerleistungen im LKW-Bereich bzw. Transportzeiten mit dem Schiff ermittelt.

Aus der Analyse der sich daraus ergebenden Verbräuche an fossilen Brennstoffen (Diesel bzw. Gasöl) konnten die zugehörigen CO₂-Emissionen berechnet werden. In der ersten Berechnungsmethode wurden die jährlich aktualisierten Emissionskenndaten des Umweltbundesamtes (UBA) für den Schwerlastverkehr mit LKW sowie für den Binnenschiffs-transport mit konventionellen Gasölantrieb ermittelt. Die zweite Berechnungsmethode wurde angewendet, um nach dem Handbuch für Emissionsfaktoren des österreichischen Umweltbundesamtes die Vergleichswerte nach Maßgabe des Projektträgers für den Ver-

gleich der CO₂-Emissionen zu ermitteln. Die zuletzt genannte Berechnungsmethode berücksichtigt keine Transportgewichte und ist daher für die Ergebnisse der Umrechnung von Verbräuchen der Reachstacker und der Binnenschiffe möglicherweise weniger aussagekräftig.

In dem Elektromobilitäts-Konzept für den Hafen Wittlager Land liegt der Schwerpunkt der Überlegungen auf einem Konzept für eine möglichst klimaneutrale Abwicklung der Transporte vom und zum Hafen sowohl im Regionalbereich als auch im überregionalen Shuttle-Transport sowie für den Betrieb der Umschlagsgeräte im Hafenbereich. Mit den Ergebnissen kann auch ein Vergleich der Kosten für den Ressourcenverbrauch beim Betrieb der Transportmittel vorgenommen werden; die kalkulatorischen Gesamtkosten sind jedoch fahrzeugspezifisch und werden aus diesem Grund in diesem Zusammenhang nicht berechnet.

Auf dieser Grundlage ergeben sich folgende Vergleichszahlen:

Logistikbereich	Reachstacker	LKW Regional	Binnenschiffs- Shuttle	LKW-Shuttle Bohmte-Minden
km-Leistung [km/Jahr]	---	1.005.000	----	1.080.000
Einsatzzeit pro Jahr [Std]	3.500	---	1.600	---
Verbrauch Diesel / Gasöl [Liter/Jahr]	100.500	331.650	71.498	356.400
Verbrauch Strom [MWh/Jahr]	251	1.407	1.512	387
CO₂-Emissionen [to CO ₂ / Jahr]	941	3.105	1.577	3.337

Aus dem Vergleich der vorstehenden Zahlen lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- Gegenüber dem LKW-Verkehr aus der Region des Hafens Wittlager Land zu den bestehenden Containerlinien ab dem RegioPort in Minden können bis zu 80 % des Dieserverbrauchs der LKW durch den Transport mit dem Schiff eingespart werden.
- Damit geht einher eine Reduktion der CO₂-Emissionen durch die Nutzung des Binnenschiffs-Shuttles nach Minden bei Nutzung konventionell angetriebener Binnenschiffe mit Dieselmotoren um ca. 55 %.
- Die Nutzung von e-Lkw im Regionalverkehr für den Zu- und Ablauf zum Hafen Wittlager Land statt konventioneller LKWs führt zu einer Reduktion der CO₂-Emission von über 3.000 t CO₂ pro Jahr.
- Die Nutzung von elektrisch angetriebenen Reachstackern für den Umschlag der Container im Hafen Wittlager Land vermeidet einen Dieserverbrauch von über 100.000 Litern Diesel im Jahr und reduziert die CO₂-Emissionen um knapp 1.000 t CO₂ pro Jahr.
- Bei einer vollständigen Umsetzung des Elektromobilitäts-Konzeptes für den Hafen Wittlager Land und einer Elektrifizierung aller Logistikvorgänge ergibt sich ein Gesamtbedarf an elektrischer Energie von ca. 3.100 MWh pro Jahr.

Diese Berechnungen und Annahmen basieren auf der prognostizierten Menge an Containern, die voraussichtlich in dieser Größenordnung jedoch erst nach einiger Zeit der betrieblichen Tätigkeit des Hafens erreicht werden können.

Zusätzliche Einspareffekte an CO₂-Emissionen ergeben sich in der Einbeziehung auch des Schüttgutbereiches, der in den vorangegangenen Berechnungen nicht berücksichtigt worden ist. Sowohl der Binnenschiffsverkehr als auch der LKW-Verkehr beim Abtransport der umgeschlagenen Schüttgutmengen bietet weitere Potenziale an Einsparungen.

Insgesamt ist festzuhalten, dass sich vor dem Hintergrund dringend notwendiger Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen die vorgeschlagenen Maßnahmen als sehr wirksam für die Zielerreichung darstellen.

Des Weiteren werden auch mittel- bis langfristig die wirtschaftlichen Vorteile der Elektromobilität an Bedeutung gewinnen, wenn die Kosten für die Nutzung fossiler Brennstoffe weiter steigen und die benötigte Energie für den Betrieb des Hafens und der logistischen Prozesse ganz oder überwiegend aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden kann.