



IHATEC
Innovative
Hafentechnologien



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

ZETT – Zero Emission Terminal Tractor



Motivation

Die deutschen See- und Binnenhäfen stellen eine zentrale Schnittstelle für den nationalen und internationalen Warenverkehr dar und sind daher unerlässliche Partner für die gesamte deutsche Wirtschaft. Der Transport von Containern innerhalb des Hafens bzw. eines Terminals oder Logistikzentrums erfolgt zumeist mit dieselbetriebenen Zugmaschinen (auch Terminal Tractor genannt, im Folgenden als TT bezeichnet).

Bei heutigen dieselbetriebenen Zugmaschinen ist der Betrieb immer mit Abgas- und Lärmemissionen verbunden. Dies führt vor dem Hintergrund eines steigenden Umweltbewusstseins zu Interessenskonflikten innerhalb der Gesellschaft.

Derzeit existiert noch keine alternative Antriebsstrangtechnologie für TTs, die eine erforderliche technische Reife für einen industriellen Einsatz aufweist und wirtschaftlich betrieben werden kann.

Projektziel

Das Hauptziel des Vorhabens ist es, eine Systemlösung für den batterie-elektrischen innerbetrieblichen Transport zu entwickeln, mit der Umweltvorteile mittelfristig zu wirtschaftlichen Konditionen erzielt werden können.

Im Mittelpunkt stehen dabei der batterie-elektrische Antriebsstrang des Fahrzeugs und die erforderliche Ladetechnologie. Sowohl Fahrzeug als auch Ladetechnologie sollen so konzipiert sein, dass ein sehr breites Anwendungsspektrum abgedeckt werden kann. Die sich daraus ergebenden Skaleneffekte unterstützen das Ziel, einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen.



Lösungsansatz

Durch Modularisierung der Batterie- und Ladegerätechnik kann ein breites Anwendungsfeld erreicht werden. Beispiele hierfür sind Reach Stacker, Straddle Carrier, Forklift Trucks, Empty Container Handler und Automated Guided Vehicle. Die daraus resultierenden Skaleneffekte, z. B. Umlegen von Entwicklungskosten auf größere

Stückzahlen, bessere Einkaufskonditionen, eingespielte Fertigungsprozesse bis hin zur (teil-) automatisierten Fertigung ermöglichen wirtschaftlich attraktive Preise.

Durch geeignete Betriebs- und Ladestrategien sowie durch leistungsfähige Ladetechnik können batterie-elektrische TTs ohne nennenswerte Einschränkungen dauerhaft im Ein- und Mehrschichtbetrieb genutzt werden.

Ergebnisse

Das Hauptziel des Vorhabens bestand darin, eine Lösung für den batterie-elektrischen innerbetrieblichen Transport zu entwickeln, mit der die Umweltvorteile mittelfristig zu wirtschaftlichen Konditionen erzielt werden können.

Im ursprünglich beantragten Projekt bestand die Aufgabenstellung darin, sowohl den batterie-elektrischen Antriebsstrang des Fahrzeugs als auch die erforderliche



IHATEC
Innovative
Hafentechnologien



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

Ladetechnologie zu entwickeln und zu realisieren. Sowohl Fahrzeug als auch Ladetechnologie sollten so konzipiert sein, dass ein sehr breites Anwendungsspektrum abgedeckt werden kann. Bedingt durch notwendig gewordene Projektänderungen konzentrierte sich die Aufgabenstellung jedoch schließlich auf die Entwicklung der Batterietechnologie. Diese Batterietechnik war durch ihren modularen Aufbau so zu konzipieren, dass sie neben dem TT als möglichem Anwendungsfall in einem breiten Spektrum von Terminalequipment eingesetzt werden kann. Beispielhaft seien hier AGVs, StraddleCarrier, Lift Trucks, Hafenmobilkrane und gummbereifte Stapelkrane (RTGs) genannt. Eine Zugmaschine (Zero Emission Terminal Tractor) und die Ladetechnik wurden im Projekt aufgrund der Änderungen nicht mehr aufgebaut.

Im Projekt wurde durch den Projektpartner BMZ ein Batteriemodul für ein leistungsstarkes, modulares und skalierbares Batteriesystem für Schwerlastanwendungen entwickelt und aufgebaut. Die Konzeption und Auslegung des Batteriesystems erfolgte unter Berücksichtigung der langfristigen Verfügbarkeit von Zelltechnologien und Zelltypen. Als kleinste Einheit des Traktionsenergiespeichers wurden Module entwickelt und aufgebaut, die in variabler Anzahl und passend zu den Anforderungen des elektrischen Antriebs in das Fahrzeug integriert werden können. Dieses Baukastenprinzip erlaubt eine flexible Anordnung der Module bei geometrisch skalierbaren Batteriegehäusen aufgrund sich ändernder Bauraumbedingungen. Weiterhin sollte die Abdeckung wechselnder Anforderungen bezüglich Spannungslevel, Energieinhalt oder Leistungsdichte möglich sein. Für die Verwendung im Modul wurden verschiedene Zelltypen (High power, high energy und balanced) untersucht. Weiterhin wurde als Bestandteil des Demonstrators auch ein Batteriemanagementsystem realisiert.

Das Batteriemodul wurde im Labor durch das ika umfangreichen Tests unterzogen, die eine Batteriecharakterisierung und den Test von Lastzyklen beinhalten. Die Tests dienten weiterhin einer Validierung von Simulationsergebnissen, nachdem zuvor u.a. eine Antriebsstrangsimulation für den Einsatz der

Batterie in elektrifizierten Hafengeräten durchgeführt worden war. Weitere Projektschwerpunkte im Projektteil des ika waren neben der Simulation von Betriebs- und Ladestrategien auch eine technisch-wirtschaftliche Betrachtung. Hierbei wurde ein Total-Cost-of-ownership-Modell (TCO) aufgebaut, mit dem die Gesamtkosten einer Fahrzeugflotte und ihrer benötigten Infrastruktur unter Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen (z.B. Flottengrößen, Einsatzzeiten, Betriebsstrategie, Batteriegröße, Energiekosten) ermittelt werden können. Dieses Modell hat unmittelbar Verwendung bei einem am Projekt beteiligten Terminalbetreiber gefunden, um eigene Auslegungen validieren zu können.

Seitens Konecranes wurden zunächst Fragestellungen zu Betriebs- und Ladestrategien für den Einsatz von Terminal Trucks und zur Gestaltung der neuen Terminal Zugmaschine untersucht. Nach der Projektänderung lag der wesentliche Projektschwerpunkt in den Anwendungsmöglichkeiten für das modulare und skalierbare Batteriesystem. Gemeinsam mit den Fachbereichen anderer Produkte wurden die spezifischen Anforderungen verschiedener Umschlaggeräte detailliert zusammengetragen. Es zeigte sich, dass der Einsatz eines modularen Batteriesystems, das sich hinsichtlich der Energie- und Leistungsanforderungen skalieren lässt, für ein breites Produktspektrum grundsätzlich möglich ist. Auf Basis dieser Diskussionen ergab sich als Nebenergebnis, dass ein bestehendes modulares Batteriesystem neben dem AGV auch in zwei anderen sich deutlich unterscheidenden Gerätetypen zum Einsatz kommt. Bedingt durch die Kompatibilität wurde auch eine Grundlage geschaffen, dass das ZETT-Batteriesystem in einem breiten Anwendungsfeld zum Einsatz kommen kann.



IHATEC
Innovative
Hafentechnologien



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

Verbundkoordinator

Konecranes GmbH

Projektvolumen

3.405.436,62 €
(davon 56% Förderanteil durch BMVI)

Projektlaufzeit

11/2018 – 01/2022

Projektpartner

- BMZ GmbH
- Ika-RWTH Aachen
- CTA-HHLA GmbH
- REFU GmbH (assoziierter Partner)
- NTM GmbH (assoziierter Partner)
- DCH GmbH (assoziierter Partner)

Ansprechpartner

TÜV Rheinland Consulting GmbH
Lennart Korsten
Tel.: +49 221 – 806 3210
E-Mail: lennart.korsten@de.tuv.com