



Der Transport von alternativ angetriebenen Fahrzeugen auf Fähren erfordert neue Sicherheitskonzepte

Quelle für alle Abbildungen: ISV e.V.

# Alternativ betriebene Fahrzeuge an Bord von RoPax-Schiffen

**E-MOBILITÄT** Der Transport von Pkw ist ein wesentlicher Bestandteil des Geschäftsfeldes von Fährreedereien. Diese müssen sich neuen Bedingungen stellen, die einerseits durch Umwelt, Gesellschaft, Politik und Gesetzgebung vorgegeben werden, aber auch technologiegetrieben sind. Eine dieser Herausforderungen ist die Veränderung der Mobilität. Neben konventionellen Fahrzeugen müssen seit einiger Zeit gasbetriebene und nun auch elektrisch angetriebene Fahrzeuge vermehrt auf RoRo-Schiffen transportiert werden, was unter anderem neue Sicherheitskonzepte an Bord erfordert.

Jeannette Edler

Während in Skandinavien – allen voran in Norwegen – die Zahlen von E-Fahrzeugen durch staatliche Subventionierungsmaßnahmen und die scheinbar unendliche Verfügbarkeit von Strom schon seit einigen Jahren in die Höhe schnellen, steigen auch die Zahlen in Deutschland kontinuierlich an. So hat sich nach Angaben des Center of Automotive Management, Bergisch Gladbach, die Anzahl der in Deutschland zugelassenen Elektrofahrzeuge im Vergleich zum Vorjahreszeitraum auf 63 000 Fahrzeuge verdoppelt. Auch hierzulande haben staatliche Förderungen der E-Mobilität und das Interesse am Erreichen der CO<sub>2</sub>-Ziele großen Anteil an den gestiegenen Zulassungszahlen. In Deutschland fällt die Wahl dabei vermehrt auf Plug-in-Hybride.

Diese neuen gesellschaftlichen Erfordernisse müssen auch die Fährreedereien meistern. Neben der hauptsächlichen Beförderungsleistung für den Pkw und seiner Passagiere wird weiterer Service durch den Kunden nachgefragt und durch Reedereien und Häfen angeboten. Dazu gehört beim Thema Elektromobi-

lität unter anderem das Laden des Autos, vorzugsweise während der Standzeit an Bord eines RoPax-Schiffs.

Sowohl der Transport alternativ betriebener Fahrzeuge über das Meer als auch das erwünschte Laden von Batterien während der Überfahrt sind komplexe Themen, die auch die Schiffssicherheit betreffen.

Der Transport von alternativ betriebenen Fahrzeugen bedarf besonderer Vorüberlegungen. Solche Fahrzeuge haben nämlich ihrer Natur nach andere Eigenschaften und Gefahrenprofile als herkömmlich angetriebene Fahrzeuge, so z.B. die verwendeten Werkstoffe, das Gewicht usw., die z.B. das grundsätzliche Verhalten im Brandfall (z.B. durch austretende Gase, die Art und Weise eines Batteriebrandes), die Brandlast (durch leistungsstarke Batterien etc.) jeweils beeinflussen. Auch ist die gleichzeitige Beförderung mehrerer Fahrzeuge derselben alternativen Antriebsart oder auch die potenzielle Wechselwirkung von unterschiedlich (alternativ und herkömmlich/ein Mix verschiedener alternativ)

angetriebenen Fahrzeugen im Vergleich zu einem homogenen Gefahrenpotenzial konventioneller Fahrzeuge in die Risikoanalyse miteinzubeziehen.

Für das Laden an Bord stellen sich für das Schiff – im Unterschied zu bereits an Land etablierten Ladesäulen und Ladeinfrastruktur – weitere Fragen, die zunächst auf die spezifischen Eigenschaften des bordeigenen Elektrizitätsnetzes und der Verfügbarkeit von Strom zielen. Einen nicht zu vernachlässigenden Faktor bei der Bemessung der möglichen Ladekapazität für batteriebetriebene Fahrzeuge stellen herkömmliche Lastkraftwagen mit vom Bordstrom versorgten Kühleinheiten dar. Auch die Bereiche der (Brand-)Sicherheit durch Bau und Ausrüstung, der Umgebung mit salzhaltigem Wasser und salzhaltiger Seeluft sind bei der Entwicklung von Ladekonzepten zu beachten. Zu guter Letzt müssen zudem die Bewegungen des Schiffs je nach Wind- und Wetterlage durch Stampfen, Rollen und Gieren und durch den Schiffsantrieb verursachte Vibrationen in die Überlegungen mit einbezogen werden. Es sind demnach schiffsinterne Bedingungen aber auch äußere Einflüsse, die bei der Anpassung der Landladesäulen eine große Rolle spielen. Vergessen werden dürfen auch die rechtlichen Fragestellungen nicht, denn z.B. die Ladesäulenverordnung und das Eichrecht als deutsche Vorgaben dürften auf Schiffen mit deutscher Flagge grundsätzlich Anwendung finden.

Diesen Herausforderungen stellt sich das Verbundprojekt „Transport alternativ betriebener Fahrzeuge auf RORO-Fährschiffen“ (ALBERO), das durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Programm „Forschung für die Zivile Sicherheit“ mit einer Laufzeit von August 2018 bis Juli 2021 finanziert wird. Das Forschungskonsortium besteht aus einem interdisziplinären Team, das die Themengebiete rund um alternativ betriebene Fahrzeuge, RoRo-Fahrgastschiffe und Sicherheit bearbeitet und einen ganzheitlichen Ansatz verfolgt. Das Konsortium kooperiert auf der Arbeitsebene mit dem deutschen Projekt SUVEREN, das sich mit der Sicherheit in unterirdischen städtischen Verkehrsbereichen bei dem Einsatz neuer Energieträger beschäftigt und mit dem EU-Projekt LASHFIRE, das sich der rechtlichen Bewertung der Gefahren für die Sicherheit durch Feuer und Innovationen in einer RoRo-Schiff-Umgebung widmet.

Themengebiete der Forschung von ALBERO sind im Einzelnen:

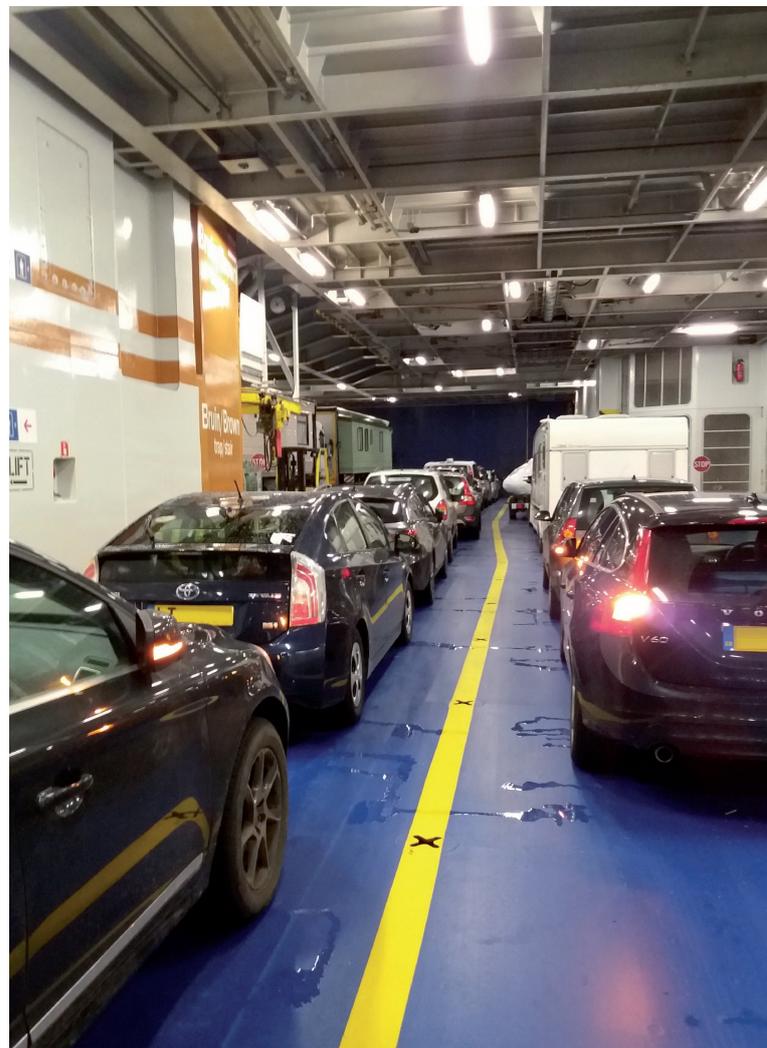
- › ein Stellplatzkonzept für den Hafenterminal, das Buchungssystem, Vorsortierung und Verkehrsleitsystem umfasst, aber auch für das Schiff einen geeigneten Standort an Bord vorgibt und die Fahrzeuge für die Crew auf der Brücke visualisiert;
- › ein geeignetes Branderkennungs- und Brandlöschkonzept mit Maßnahmen für einen sicheren Transport, welches verschiedene Branderkennungssysteme (z.B. Gassensorik, Temperaturüberwachung) und unterschiedliche Löschsysteme (herkömmliche und auf alternativ betriebene Fahrzeuge maßgeschneiderte Lösungen) umfasst;
- › der bauliche Brandschutz (z.B. Trennflächen, Ventilation, Explosionsschutz);
- › Vorschläge von geeigneten Maßnahmen für den Havariefall;
- › die Benennung von Voraussetzungen für ein sicheres Laden unter Berücksichtigung der besonderen Umgebung an Bord (wie Stromnetz, bauliche Ausführung, von für Landsäulenbetrieb abweichende Bedingungen);
- › ein umfassendes Schulungskonzept für die Mannschaft und das Hafenspersonal.

Die Aufgaben werden durch das Institut für Sicherheitstechnik/Schiffssicherheit e.V. (ISV) aus Rostock-Warnemünde (zugleich Koordinator für das Gesamtprojekt), das Fraunhofer Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie in Bonn-Wachtberg, das Institut für Sicherheitsforschung der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg in Rheinbach, die GTE Industrieelektronik GmbH aus Viersen, das Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren in Stuttgart und die Klassifikationsgesellschaft Lloyd's Register mit Sitz in Hamburg bearbeitet. Das Projekt unterstützen die drei Fährreedereien: TT-Line GmbH & Co. KG, Lübeck-Travemünde, Stena Line GmbH & Co. KG, Rostock und Scandlines Deutschland GmbH, Rostock-Warnemünde, das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, der Verband Deutscher Reeder und das Hafen- und Seemannsamt Rostock.

Erste Ergebnisse liegen nach der Hälfte der Projektlaufzeit vor und geben Anlass zu erfüllbaren Erwartungen auf praktikable Lösungen und die Erhöhung der Sicherheit. Im Folgenden werden einige Ergebnisse dargestellt.

### Antriebsart

Alternativ betriebene Fahrzeuge können anhand ihres Gefährdungsprofils in Hybride, batterie-elektrische Fahrzeuge >



Eine koordinierte Stellplatzvergabe ist notwendig

(rein elektrische und Brennstoffzellenfahrzeuge) sowie in alternative Flüssigkraftstoffe wie Ethanol E85, E100 oder auch Gas nutzende Fahrzeuge – LPG (sog. Autogas), CNG (komprimiertes Erdgas), LNG (verflüssigtes Erdgas) und Wasserstoff – unterschieden werden. In den rein elektrischen Fahrzeugen werden Akkumulatoren mit Nickel Metall Hydriden oder Lithium-Ionen in einer typischen Speichergröße für 14 bis 100 kWh verwendet. Der am häufigsten verwendete Ladestrom ist Wechselstrom (AC), eine weitere Möglichkeit ist das Laden mit Gleichstrom (DC).

Ein grundsätzliches Problem stellt in diesem Kontext allerdings bereits das sichere Erkennen von alternativ betriebenen Fahrzeugen dar, da es keine europaweit einheitliche Kennzeichnung gibt; so sind in Deutschland z. B. die E-Kennzeichen nicht verpflichtend. Zudem wird in den Buchungsvorgängen und am Check-in durch die Fährreedereien nicht immer die Antriebsart der Fahrzeuge erfasst. Das ist jedoch für eine verbesserte, sichere Stellplatzvergabe nicht nur für elektrisch betriebene Fahrzeuge, sondern auch für Fahrzeuge relevant, die einer besonderen Beurteilung bedürfen wie Hybridfahrzeuge oder Gas betriebene Autos.

### Brandgefahr

Ein weiteres Ergebnis ist die Differenzierung in der Betrachtung der Brandgefahr: Wenn auf einem Fahrzeugdeck (von einem Brand oder durch sonstige heiße Oberflächen) über eine Zeit von mehr als 30 Minuten Temperaturen von 80°C und mehr an der häufig am Fahrzeugunterboden angebrachten Fahrzeugbatterie erreicht werden, entsteht ein erhöhtes Gefahrenpotenzial. Ab ca. 80°C muss mit kritischen Prozessen in einer Batterie gerechnet werden; so kann eine Zelle aufplatzen, können Gase freigesetzt und der thermal runaway (eine unaufhaltsame Selbsterwärmung) ausgelöst werden. Sofern möglich sollte die Gefahrendetektion die Temperaturüberwachung als Parameter

mit einbeziehen. Während die Zusammensetzung der Gase, welche bei einem thermal runaway freigesetzt werden, zunächst von der Zellchemie abhängig ist, ist die Menge und auch die konkrete Zusammensetzung abhängig vom Ladezustand der Batterien. Das Volumen der Gase, die freigesetzt werden können, nimmt mit höherem Ladestand zu und enthält vor allem Kohlendioxid und -monoxid, Wasserstoff und kurzkettige Kohlenwasserstoffe, aber auch geringere Anteile von verschiedenen organischen und fluororganischen Verbindungen sowie anorganische Phosphor- und Fluorverbindungen. Diese sind aufgrund ihrer Toxizität für den Menschen und die Umwelt gefährlich.

Da auch die äußeren Wetterbedingungen für den sicheren Transport und das sichere Laden in dem Projekt zu betrachten sind, wurden folgende Parameter für die Ostsee bestimmt: erwartete Wellenhöhen der Ostsee bis zu 5,5 m (im Normalfall 1 m), ein maximaler Rollwinkel von 27° (im Normalfall 5° mit ca. 60 Sekunden Rollzeit), maximal 117 Sturmtage (Normalfall 39 Sturmtage), 88 Prozent Luftfeuchtigkeit (Normalfall 83 Prozent) bei einem Salzgehalt des Wasser von 0,5 bis maximal 2 Prozent und der Luft von 1mg/m<sup>3</sup>. Die Vibrationen des Motors werden mit 3-100 Hz in die Betrachtungen mit einbezogen. Auch die Frage der Häufigkeit und damit für die Zukunft zu prognostizierende Wahrscheinlichkeit von Gefahrguttransporten mit entzündbaren Flüssigkeiten der Klasse 3, Klasse 3 Verpackungsgruppe (VG) III, ätzenden Stoffen der Klasse 8 mit VG III, der Meeresschadstoffe und Sonstiges der Klasse 9, der giftigen Stoffe aus Klasse 6.1 und der entzündbaren festen Stoffe aus Klasse 4 an Deck und unter Deck, aber auch entzündend wirkende Stoffe der Klasse 5.1 an Deck wurden umfangreich statistisch untersucht. Eine Analyse von Schäden an auf Schiffen transportierten Fahrzeugen bei Vorfällen in Europa für den Zeitraum 2010 bis 2019 hat ergeben, dass Kollisionen, Brände und schweres Wetter die häufigsten Ursachen für Fahrzeugschäden an Bord waren. Zudem wurden



Das E- Kennzeichen ist in Deutschland nicht verpflichtend



Das Verbundprojekt ALBERO erarbeitet Lösungen zum sicheren Transport von gas- und batteriebetriebenen Fahrzeugen an Bord

Brände von Elektrofahrzeugen von 2014 bis Februar 2020 statistisch ausgewertet. Zusammenfassend konnte man dort ableiten, dass die Wahrscheinlichkeit eines Brandes eines Elektrofahrzeuges nicht höher ist als bei konventionellen Fahrzeugen. Derzeit scheint es, dass sie sogar geringer ist. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die Anzahl der Elektrofahrzeuge zurzeit bei weitem geringer ist als die der konventionellen Fahrzeuge. Ebenso ist das Alter der in Betrieb befindlichen batterie-elektrischen Fahrzeuge im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen gering.

Die Gefahren allerdings, die von brennenden Elektrofahrzeugen ausgehen, sind sehr vielschichtig. Das Löschen von brennenden Batterien ist bereits an Land sowohl hinsichtlich der Wahl der Löschtaktik als auch bezüglich der einzusetzenden Löschmittel eine Herausforderung. Es gibt z.B. spezielle Löschdecken, die über das Auto gezogen werden und ein Übergreifen des Brandes verhindern sollen und Löschcontainer für brennende Fahrzeuge, die mit Wasser befüllt werden. Letztere sind jedoch an Bord nur sehr eingeschränkt einsetzbar. Es gibt auch mobile Lösungen wie Löschrohre zum Kühlen oder faltbare Boxen. Ein Brand eines E-Fahrzeuges dauert außerdem im Vergleich zu einem konventionellen Auto länger an. Außerdem besteht nach dem (vermeintlichen) Löschen von einem Brand eines E-Fahrzeugs die Gefahr der erneuten Entzündung der Batterie, weshalb diese Fahrzeuge an Land entweder auf einen besonders gesicherten Abbrennplatz zur Beobachtung (Quarantäne) gestellt oder in einen Löschcontainer mit Wasser getaucht werden. Zum Kühlen wird sehr viel Wasser über einen langen Zeitraum benötigt, wobei zu bedenken ist, dass auf einem Schiff dafür – anders als an Land – die Schiffsstabilität die Rahmenbedingung vorgibt. Bei Fehlfunktionen der Batterie oder auch bei deren Bränden können, wie bereits oben erwähnt, hochgiftige Gase freigesetzt werden und durch (kleinere) Explosionen kleinere Teile fliegen, was zu Gesundheitsschäden der Personen an Bord, zumindest aber im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugbränden zu einer

risikoreicheren Brandbekämpfung und höherem Eigenschutzbedarf der Schiffsmannschaft führt. Zudem ist die grundsätzliche Gefahr der Brandausbreitung auf einem RoRo-Fährschiff wegen der beladungsabhängig besonderen Stausituation und der daraus folgenden höheren Brandlast zu beachten.

Das in Erarbeitung befindliche Schutzkonzept umfasst die Gefahren durch fehlerhafte Ladevorgänge, Defekte in der Fahrzeugelektronik, den thermal runaway der Batterie, den Kraftstoffaustritt, die Wärmeentwicklung wie auch den Brand in der Umgebung. Nach diesen Erkenntnissen zeichnet sich ab, dass durch Ergänzungen der vorgeschriebenen Branderkennungs- und Brandbekämpfungssysteme wie auch der Vorgehensweisen eine (weitere) Risikominimierung erreicht werden kann. Ein Konzept zum sichersten Stellplatz für jede Art von Fahrzeug unter dem Aspekt des eigenen und weiterer Gefahrenpotenziale anderer Fahrzeuge und der Ladung muss zudem erstellt werden. Sämtliche Informationen über alternativ betriebene Fahrzeuge an Bord sollten, nicht nur für die Notfallbekämpfung, auf der Brücke und bei den verantwortlichen Personen verfügbar sein. Ebenso muss die Crew in der Beladungs- aber auch in der Havariesituation unterstützt werden. Dazu gehören neben technischen und baulichen Maßnahmen auch angepasste Verladeverfahren sowie Schutz- und Schulungskonzepte für die Besatzung und das Personal an Land.

Während der laufenden Projektlaufzeit sind Brandlöschversuche vorgesehen, und für den Sommer 2021 ist die Vorstellung der Ergebnisse geplant. Weitere Informationen sind unter [www.alberoprojekt.de](http://www.alberoprojekt.de) zu finden.

Die Autorin:  
**Jeannette Edler, LL.M., Vorstandsvorsitzende, Rechtsanwältin;**  
**Institut für Sicherheitstechnik / Schiffssicherheit e.V., (ISV e.V.)**  
**Rostock-Warnemünde**

Das ALBERO Projekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung finanziert.