

Ohne Stau und Stress auf Wasserwegen

Hybrider und elektrischer ÖPNV auf Seen und Flüssen

Dipl. pol. Kurt Metz, Luzern

Schiffe und Fähren leisten schon heute wertvolle Dienste in der Personenbeförderung und werden es in Zukunft noch vermehrt tun dank erprobter hybrider und rein elektrischer Antriebe: Nahezu lautlos, ökologisch sauber und ökonomisch im Betrieb – damit angenehm für Passagiere und Beatzung und günstiger für die Reeder.

So legen schon heute jeden Werktagmorgen um sieben Uhr über ein Dutzend Schiffe auf Schweizer Seen mit Fahrgästen an Bord ab. Ihre Ziele sind unter anderen Anlegestellen in Lausanne, Evian- und Thonon-Les-Bains, Luzern, Locarno, Romanshorn, Friedrichshafen und entlang dem Zürichersee. Mit ihren Querverbindungen über die Gewässer verkürzen sie Reisewege und -zeiten und bieten den Passagieren eine komfortable Fahrt ohne Stress und Stau.

Von der Ampère...

Pionier und Referenz für elektrisch betriebene Schiffe ist die norwegische „MF Ampère“ der Reederei Norled. Sie ist die erste vollständig elektrisch und damit emissionsfrei betriebene Fähre. Um die Last der Batterien von über zehn Tonnen zu kompensieren, ist der Rumpf des Katama-

rans aus Aluminium statt Stahl gebaut mit dem zusätzlichen Effekt, dass das Gesamtgewicht gegenüber konventionellen Fähren um die Hälfte reduziert ist. Gleichzeitig erhöht sich die Lebensdauer und senkt die Wartungskosten. Die Ampère nahm im Mai 2015 den Betrieb zwischen Lavik und Oppedal im westnorwegischen Sognefjord auf. Sie verfügt über eine Kapazität von 120 Personenwagen und 360 Passagieren und verkehrt täglich bis zu 34 Mal in zwanzig Minuten über eine Strecke von 6 km. Pro Überfahrt verbraucht sie lediglich 150 kWh. Die installierte Leistung der Batterien an Bord beträgt 1040 kWh. Den Strom aus Wasserkraftwerken bezieht sie über Batterieladestationen in den beiden Häfen – die Direktversorgung aus dem Netz ist in dieser ruralen Gegend nicht dauernd sicher gestellt.

In den beiden ersten Betriebsjahren erzielte sie eine Kostenreduktion bei der Energie von sechzig Prozent gegenüber einer klassischen, dieselbetriebenen Einheit. Jährlich spart sie 1 Mio Liter Diesel, 2680 t CO₂ und 37 t NO_x. Nach einer zurückgelegten Strecke, die mehr als der eineinhalbfachen Länge des Äquators entspricht, lautet das Fazit: 95 Prozent weniger CO₂ und 80 (achtzig!) Prozent weniger Kosten für Energie, Unterhalt und Ersatzteile – ausgegangen

war man von einer Reduktion von sechzig Prozent.

... zur Elektra...

FinFerries Geschichte reicht bis ins Jahr 1799 zurück und ist ein aus der staatlichen Finnish Road Enterprise hervorgegangenes Unternehmen, das heute über vierzig Fährstrecken in Finnland betreibt. Ihre neueste Einheit ist die elektrisch betriebene Fähre „Elektra“: Im Juni 2017 nahm sie den Regelbetrieb zwischen Nauvo und Parainen in den Schären westlich von Turku auf. Sie ist Finnlands größte Autofähre: Mit einer Länge von fast 98 m, der Breite von 16 m und den fünf Ladespuren von total 450 m transportiert sie pro Fahrt bis 90 Straßenfahrzeuge und 375 Passagiere. Sie pendelt alle 15 Minuten auf der 1,6 km langen Strecke.

Ihre beiden Batteriepakete mit einer Energiekapazität von zusammen über einem Megawatt werden in den Häfen über landseitige Ladestationen mit Energie direkt aus dem Starkstromnetz versorgt. Sie dienen als Primärenergiequelle für den Antrieb. Im Falle von Eisbildung unterstützen sie zwei Dieselmotoren, die auch als Notstromaggregate bereit stehen. Die Batterien werden in rund fünf Minuten in den beiden Häfen während des Fahrgast- und Fahrzeugwechsels über absenkbare, große Stecker (landseitig) und Buchsen (schiffsseitig) aufgeladen. Ihre Autonomie – sollte einmal der Ladestrom nicht vorhanden sein – beträgt fünf Überfahrten.

... und zur Bürgenstock

Über die modernste kombinierte Hybridanlage für Antrieb und Stromversorgung an Bord verfügt das Ende Mai 2018 in Betrieb gestellte MS Bürgenstock auf dem Schweizer Vierwaldstättersee. Es pendelt als reines öffentliches Personenschiff zwischen Luzern und der Talstation der Standseilbahn auf



Abb. 1: Die Motorfähre Ampère der Reederei Norled pendelt als erste elektrische Fähre im westnorwegischen Sognefjord.

Foto: zVg

den Bürgenstock in Kehrsiten. Die MS Bürgenstock verlässt die Anlegestelle im Seebecken von Luzern mit elektrischer Kraft. Bei Erreichen des offenen Sees wechselt sie auf Dieselbetrieb und lädt bei Bedarf die Batterien mit überschüssiger Energie der Motoren wieder auf. Sie bringt sowohl Angestellte morgens früh hin (und abends spät wieder zurück) wie Gäste den ganzen Tag an den Fuss des prominenten Ausflugs- und Aufenthaltsbergs mit vier Hotels mit 383 Zimmern, 67 Appartements und bis zu 800 Arbeitsplätzen in Sichtweite der Leuchentstadt. Das MS Bürgenstock ist als Katamaran in Aluminium-Leichtbauweise ausgelegt und erreicht die hohe Reisegeschwindigkeit von 32 km/h (V_{max} liegt bei 35 km/h). Das erlaubt, die 7,3 km lange Strecke in etwas mehr als zwanzig Minuten zu meistern, und stellt so den Stundentakt zwischen morgens um sechs Uhr und Mitternacht sicher. Mehr dazu im Interview mit Schiffsdesigner Martin Einsiedler auf Seite 55.



Zum Autor

Dipl.-Pol. Kurt Metz (66) ist Marketing- und Kommunikationsberater für Mobilität, Logistik und Tourismus. Er befasst sich seit über dreißig Jahren mit Themen der Verkehrsverlagerung und des Modalsplits. Er organisiert weltweit Studienreisen für Medienschaffende und Meinungsbildner im Mobilitätsbereich.



Abb. 2: Die Elektra von FinFerries ist Finnlands größte und erste elektrische Fähre. Sie verkehrt westlich von Turku.

Foto: zYg

Fünzig Seemeilen im Visier

Noch diesen Sommer erhält die 1996 gebaute, zwischen Göteborg und Fredrikshaven pendelnde „Stena Jutlantica“ eine 1-MWh-Batterie. Dank ihr werden in einem ersten Schritt ihre Bugstrahler beim Ab- und Anlegen im Hafen elektrisch ab Batterie betrieben. Dann plant die Reederei Stena Line den Batterieantrieb mittels 20 MWh auf die ersten zehn Seemeilen auf Hoher See auszudehnen. Schließlich hat sie vor, die Kapazität auf 50 MWh zu erhöhen. Dann kann die Fähre die gesamte Distanz von 50 Seemeilen (zirka 90 km) zwischen den schwedischen und dänischen Häfen mit dem an Bord vorhandenen Strom zurücklegen. Das Batterievorhaben von Stena Line basiert auf der Plug-In-Hybrid-Technologie. Die Batterien werden in

den Häfen an die Ladestromanlage angeschlossen. Zudem können sie im normalen Schiffsbetrieb über die Generatoren geladen werden, was eine Optimierung der Dieselmotorleistung ermöglicht.

„Nachhaltigkeit ist eines unserer strategischen Kernziele, wir suchen ständig nach neuen Wegen um die Auswirkungen unseres Betriebs auf die Umwelt zu minimieren“, erklärt Niclas Mårtensson, CEO der Stena Line. „Seit 2015 setzen wir zum Teil Methanol auf der Stena Germanica zwischen Göteborg und Kiel ein. Wir arbeiten an über 300 verschiedenen Energiespar-Projekten. Mit wachsenden Batteriekapazitäten wird elektrischer Antrieb eine interessante Alternative für Fähren, bei der Emissionen vermieden werden können“.

Starke Perspektiven

Im Januar 2018 nahmen zwei Einheiten von Fjord1 den Pendelverkehr auf der Europaroute 39 in Westnorwegen über eine Strecke von 2,4 km auf. Fjord1 hat weitere sieben Elektrofähren bestellt, die fortlaufend geliefert und ab 2020 im Regelbetrieb eingesetzt werden. Bereits 2019 gehen zwei Fähren für Fosen Nansos Sjø im Raum Trondheim in Betrieb.

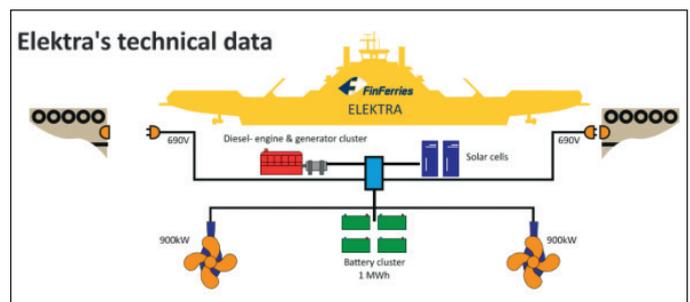
Wasserbus in Konstanz

Von Juni bis Mitte September 2018 pendelt das MS Reichenau samstags im Halbstundentakt zwischen dem Steg am Bodenseeforum mit großem Parkplatz und dem Konstanzer Hafen, Eingangstor zum Einkaufsparadies. Die Verbindung zur Entlastung der Innenstadt ist ein innerstädtisches ÖPNV-Angebot. Als Vision sehen die Stadtobere „zwei Elektroschiffe, die im 15-Minuten-Takt kursieren“ (Quelle: Südkurier).



Foto: Kurt Metz

Abb. 3: Die Elektra steuert die Anlegestelle von Parainen an.



Grafik: FinFerries

Abb. 4: Schematische Darstellung des Antriebssystems der Elektra.

Autorenbeleg Dipl.-pol. Kurt Metz, für persönliche Nutzung, DVV Media 2018

Das Potenzial für batteriegetriebene und hybride Fähren ist enorm: So hat eine Studie in Norwegen ergeben, dass von den 180

Fähren, deren 84 kürzere Überfahrtszeiten ab 35 Minuten auf 61 Routen aufweisen und mindestens zwanzig Fahrten innerhalb

24 Stunden absolvieren. Diese sind geeignet für reinen Batteriebetrieb. Weitere 43 Schiffe auf 32 Routen haben ein operatives Profil für hybriden Antrieb, also eine Kombination von Batterie und Gas- oder Dieselantrieb. Somit könnten über siebzig Prozent der Fähren in Norwegen in Zukunft profitabel mit den umweltfreundlichen Antrieben verkehren.

In Dänemark verkehren noch 52 mit fossilem Brennstoff betriebene Fähren, die weniger als 2000 kWh pro Fahrt verbrauchen und unter einer Stunde unterwegs sind. Sie qualifizieren sich bei den gegenwärtig vorhandenen Technologien für einen vorteilhaften elektrischen Betrieb.

Somit ist es nur eine Frage der Zeit, wann Fähren des öffentlichen Verkehrs und Schiffe in ökologisch sensibler Umgebung wie in dichtbesiedelten Städten und Seen im Alpenraum ihren Antrieb auf die kostengünstige und umweltfreundliche Elektro- oder auf Hybrid-Technologie umstellen.

Fazit

Die Mehrinvestitionen in Hybrid- und reine Elektroschiffe gegenüber klassischen Dieselmotorschiffen halten sich in überschaubaren Grenzen. Ökonomisch schlagen vor allem die deutlich niedrigeren Life-Cycle-Kosten zu Buche und kompensieren die Zusatzaufwände für den Einsatz der neuen Technologien in kurzer Zeit. Unbeantwortet bleibt noch die Frage, inwieweit die Umweltbilanz für die „graue Energie“ beim Bau der Batterienpakete und deren zukünftige Entsorgung aussieht. Wasserwege eignen sich ideal für energieeffiziente, nahezu CO₂-lose, lärmfreie, geruchsfreie und vibrationsarme Transporte – Vorteile für Umwelt, Passagiere, Besatzungen und Reeder.

Foto: zVg



Abb. 5: Die MS Bürgenstock ist das neueste Hybridschiff für den öffentlichen Verkehr und pendelt zwischen Luzern und Kehrsiten-Bürgenstock auf dem Vierwaldstättersee.

Eine elektrisierende Geschichte



Elektrisch angetriebene Schiffe gibt es seit über 130 Jahren. 1881 verkehrte ein mit Akkumulatoren betriebenes Boot auf der Seine. Ein Jahr später fuhr eines auf der Themse und 1883 ein weiteres auf der Donau. Die erste „Elektra“ baute Siemens & Halske 1886. Achtzig Akkumulatoren mit einem Gewicht von zwei Tonnen wurden innert acht Stunden geladen. Dynamomaschine und Schraube liefen mit gleich vielen Umdrehungen, nämlich 800 pro Minute und trieben das Boot mit einer Geschwindigkeit von 10 bis 11 km/h an. Die Elektra erfreute auch die Besucher der Frankfurter Ausstellung 1891 durch ihre Fahrten auf dem Main. Ein erheblich größeres Schiff der Firma Escher, Wyss & Co aus Zürich bestückt mit 56 Akkumulatoren der Oerlikon-Fabrik führte ebenfalls regelmässige Fahrten durch. (Quelle: Die Akkumulatoren für Elektrizität. Von Edmund Hoppe. Zweite, vermehrte Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, 1892)

Auf dem bayrischen Königsee verkehren seit 1909 Elektromotorboote. Das erste hieß „Accumulator“, stammte von Siemens-Schuckert, war 12 m lang, 2,15 m breit und fasste 38 Personen. Die Motorleistung betrug etwa 15 PS. Die Energie lieferte eine Bleibatterie, was bei einer Geschwindigkeit von 10 km/h einen Aktionsradius von 100 km ermöglichte. Als Begründung für den rein elektrischen Ganzjahresbetrieb – außer bei zu starker Eisbildung im Hochwinter – wurden angeführt: „... völlig geräuschloses Dahergleiten, absolute Freiheit von Abgasen und wegen der geringeren Betriebskosten.“ Heute umfasst die Königseeflotte 18 Elektroschiffe. 17 davon sind nahezu baugleich und bieten je 85 Personen Platz. Die Batterien wiegen vier Tonnen und verfügen über eine Lebensdauer von sieben Jahren. Ihre Kapazität beträgt 800 Ah, was für den ganztägigen Fahrbetrieb mit einer Strecke von 120 km bei einer Entladung von achtzig Prozent reicht. Die Motorleistung liegt bei 8,8 kW und die Durchschnittsgeschwindigkeit bei 12 km/h. Aufgeladen werden die Batterien über Nacht. (km)

Zusammenfassung/Summary

Ohne Stau und Stress auf Wasserwegen

Schiffe und Fähren leisten schon heute wertvolle Dienste in der Personenbeförderung und werden es in Zukunft noch vermehrt tun dank erprobter hybrider und rein elektrischer Antriebe: Nahezu lautlos, ökologisch sauber und ökonomisch im Betrieb – damit angenehm für Passagiere und Besatzung und günstiger für die Reeder. Pionier und Referenz für elektrisch betriebene Schiffe ist die norwegische „MF Ampère“ der Reederei Norled. Sie ist die erste vollständig elektrisch betriebene Fähre und kreuzt seit 2015 im Sognefjord. FinFerries neueste Einheit ist die elektrisch betriebene Fähre „Elektra“: Im Juni 2017 nahm sie den Regelbetrieb zwischen Nauvo und Parainen in den Schären westlich von Turku auf. Über die modernste kombinierte Hybridanlage für Antrieb und Stromversorgung an Bord verfügt das Ende Mai 2018 in Betrieb gestellte MS Bürgenstock auf dem Schweizer Vierwaldstättersee. Es pendelt im Stundentakt als öffentliches Personenschiff zwischen Luzern und der Talstation der Standseilbahn auf den Bürgenstock.

Without traffic jams and stress on waterways

Ships and ferries play an important part in passenger services and will do so even more in the future thanks to hybrid and fully electric propulsion. Almost noiseless, ecologically clean and operationally economic – all this is in favour of the wellbeing of passengers, crews and operators. Pioneer and reference for electrical vessels is the Norwegian „MF Ampère“ of Norled plying the Sognefjord since 2015. She is the very first fully electrically driven and therefore operationally emission free ferry. FinLines latest acquisition in 2017 is the electric „Elektra“, shuttling between Nauvo and Parainen in the archipelago west of Turku. The most up-to-date hybrid ship is the MS Bürgenstock on the Lake of the Four Cantons in Central Switzerland. She links since the end of May 2018 Lucerne every hour from six in the morning till midnight with the bottom station of the cable car to the Bürgenstock resort at a speed of 32 km/h. The additional costs for hybrid or fully electric ships compared to classic diesel powered units are within acceptable limits.

Für mehr hybride Schiffe im öffentlichen Verkehr

Interview mit Martin Einsiedler

DER NAHVERKEHR: Herr Einsiedler, welche Erfahrung hat Shiptec als Tochter der Schifffahrtsgesellschaft des Vierwaldstättersees (SGV) mit elektrisch betriebenen Schiffen gemacht?

Martin Einsiedler: Bis heute haben wir rund ein halbes Dutzend hybride Schiffe gebaut, drei für unsere Mutter SGV, nämlich das MS Saphir, MS Diamant und die neue MS Bürgenstock. Drei kleinere Einheiten verkehren in Österreich und bei einem privaten Eigner auf dem Vierwaldstättersee. Zudem bestehen diverse andere Projekte in der Schweiz.

Wann macht der Einsatz von Schiffen mit elektrischem oder hybridem Antrieb Sinn?

Ganz oben stehen der Umweltgedanke und damit der Umweltschutz, dem wir im Rahmen strengerer Vorschriften gerecht werden müssen. Dazu gehören alle Formen von Emissionen, vorab natürlich der CO₂-Ausstoss, dann Lärm, Rauch und andere Abgase wie NO_x. Passt ein für jedes Schiff individuell analysiertes Lastprofil zu einer der diversen Systemmöglichkeiten, so macht der Einsatz eines elektrischen oder hybriden Systems Sinn. Zumal sich dann auch attraktive Kosteneinsparungen im Betrieb verwirklichen lassen können.

Wie gelingt Ihnen dies?

Bei Shiptec kennen wir einen spezifischen Auslegungsprozess mit zwei klaren Zielen: Einerseits das Energie- und Antriebssystem optimal in Bezug auf seine Effizienz auszuliegen. Das wird durch „Downsizing“ der verschiedenen Komponenten erreicht wie beispielsweise keine unnützen Reserven einzubauen. Sowie andererseits diese Auslegung mit möglichst geringem Risiko ans Optimum zu bringen. Man muss also den Betrieb der Schiffe, sowie die Schiffe selbst sehr gut kennen. Für die dafür notwendige Detailauslegung wählen wir einen ganzheitlichen Ansatz, in dem wir den Antrieb und die Onboard-Verbrauchsquellen als Einheit



Zum Interviewpartner

Dipl. Ing. HTL/MBE Martin Einsiedler ist Leiter Schiffsentwurf & Engineering sowie Mitglied der Geschäftsleitung der Shiptec AG in Luzern.

betrachten. Also nebst dem Fahren geht es auch darum, die Versorgung von Küche, Klimatisierung, Beleuchtung und weiteren stromabhängigen Verbrauchern gleichzeitig und gemeinsam sicherzustellen sowie zu optimieren. Dafür haben wir spezifische Messmittel wie auch Simulationswerkzeuge entwickelt.

Welche Erfahrungen machen Sie mit hybriden Schiffen im Alltagsinsatz?

Die Systeme funktionieren sowohl im Fahrplanverkehr wie bei den ad-hoc Fahrten problemlos. Die Kosten lassen sich deutlich senken. Durch den sogenannten Peakshaving-Betrieb, also das Vermeiden von hohen Lastspitzen am Dieselantrieb bei gleichzeitiger besserer Auslastung der Hauptmotoren im kontinuierlichen Fahrbetrieb zwischen den Stationen, sowie der Versorgung aller elektrischer Verbraucher an den Stationen durch die Batterien und dem sehr seltenen Start der Spitzenlastgeneratoren, spart unsere bisher größte Einheit, das MS Diamant mit einer Kapazität von 1100 Personen, bis zu 25 Prozent Treibstoff im Fahrplaneinsatz. Ziehen wir die Gesamtbetriebskosten inklusive Unterhalt und Wartung aber exklusiv der Crew-Kosten in Betracht, so liegt die Ersparnis bei rund vierzig Prozent. Für den neuen Bürgenstock-Shuttle in Katamaranbauweise, reinem ÖV-Einsatz und als quasi Plug-In-Hybrid haben wir noch keine Erfahrungswerte. Wir sind gespannt, wie sich die hybride Technik auf dieser relativ kurzen Strecke von 7 km und gut zwanzig Minuten Fahrzeit im getakteten Pendelverkehr verhält. Unsere Simulationen gehen von einer Reduktion der Wartungskosten für Energie-

und Antriebskomponenten von bis zu 55 Prozent aus.

Wie wird sich das auf die Fahrpreise auswirken?

Bei der Shiptec AG, als Technologieunternehmen für Schiffbau und als Spezialisten für die Auslegung solcher Systeme, mischen wir uns nicht in die Preispolitik der Schifffahrtsgesellschaften ein. In wieweit diese Kosteneinsparungen Einfluss auf die Fahrpreise hat, liegt ganz in den Händen unserer Kunden.

Wann wird Shiptec das erste vollelektrische Schiff im Stil von Ampère und Elektra bauen?

Hoffentlich schon bald. Wir sind dafür bereit! Unser Vorteil ist, dass wir die meisten Anwendungsfälle in der Schweiz und im umliegenden Ausland sehr gut kennen. Wir kennen die entsprechenden Fahrstrecken und Lastprofile, haben diese zum Teil schon vermessen und dazu auch schon Berechnungen und Simulationen erstellt. Zudem erlaubt uns die modulare Bauweise des MS Bürgenstock, diesen Schiffstyp an einem beliebigen Ort zusammenzubauen, denn die einzelnen Elemente lassen sich auf Standard-Lkw befördern. Technisch mögliche und ökonomisch sinnvolle Anwendungen gibt es nicht nur in der Schweiz und Skandinavien, sondern auch in ganz Zentraleuropa. Gut Ding will aber auch hier Weile haben! Wir sind davon überzeugt, dass es nicht um die Frage des „ob“ sondern nur um die Frage des „wann“ geht.

Das Gespräch führte Kurt Metz.