

Leuchtturmprojekt an der Förde

Kiel investiert über 100 Mio Euro in die Zukunft des ÖPNV

Dipl.-Betriebswirt (FH) Hauke Evers, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Thomas Mau, Kiel;
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jörg Steinhoff, Bad Homburg v. d. Höhe

Kiel wird zu einem der Vorreiter bei der Elektromobilität: Bis Mitte 2021 sollen 36 Elektro-Gelenkbusse Fahrgäste klimafreundlich befördern. Weitere neun E-Gelenkbusse sowie 20 E-Standardbusse folgen bis Ende 2021. Geladen werden die Stromer an ausgewählten Endhaltestellen, dank eines besonderen Ladekonzeptes. In diese nachhaltige Zukunftsvision investiert die KVG Kieler Verkehrsgesellschaft mbH gemeinsam mit ihren Partnern der Deutschen Leasing und der Förde Sparkasse.

Kiel plant den ÖPNV der Zukunft – und bringt ihn bereits auf die Straße: Anfang September 2020 wurden die ersten batterieelektrischen Gelenkbusse des niederländischen Herstellers VDL ausgeliefert. Die ersten High-Power-Charger (HPC) mit 450 kW Leistung stehen auf dem Betriebshof und sind bereits an zwei Endhaltestellen errichtet. Die Ladeinfrastruktur kommt vom deutschen Hersteller SBRS – Efficiency GmbH der Schaltbau Holding AG.

Das Gemeinschaftsprojekt, dessen Grundlagen bereits vor ein paar Jahren in Form eines Konzeptentwurfes der KVG und den darauf basierenden Gremienbeschlüssen in Ratsversammlung und Aufsichtsrat gelegt wurden, wird alle Projektpartner noch die kommenden Jahre beschäftigen. Flankiert werden diese Projekte der KVG von dem Neubauprogramm der Schwestergesellschaft Schlepp- und Fährgesellschaft Kiel mbH (SFK), die derzeit drei Hybrid-Fahrgastsschiffe und eine vollelektrische Fähre in den Einsatz bringt. Die Umstellung des Kieler ÖPNV auf Elektromobilität hat gerade erst begonnen.

Starkes Signal – Umstellung der gesamten Flotte bis 2031

Gemäß der internen Planung der KVG, die auf den laufenden Regionalen Nahverkehrsplan der Landeshauptstadt Kiel abgestimmt ist, erfolgt die Umstellung der gesamten Flotte von derzeit insgesamt 185 Bussen bis zum Jahr 2031.

Um hierfür gerüstet zu sein, errichtet die Landeshauptstadt Kiel derzeit gemeinsam mit der KVG ein neues Hauptwerkstattgebäude auf einem der beiden Betriebshöfe mit einem Investitionsvolumen von knapp 30 Mio Euro. Dieses Werkstattgebäude bietet neben den klassischen Funktionsbereichen Platz für drei Instandhaltungsstränge der Hochvolttechnik und der Klimaanlage unter einer sogenannten „zweiten Ebene“ als Dacharbeitsstand. Dieses neue Werkstattgebäude ist zudem für Fahrzeuglängen bis zu 25 m (Doppelgelenkbusse) konzipiert.

Das Projekt wird die Zukunft des ÖPNV in den kommenden Jahren prägen – und ist ein starkes Signal auch im Hinblick auf aktuelle gesellschaftliche Entwicklungen wie Klimaschutz, Abkehr von fossilen Brennstoffen und ÖPNV-Verkehrswende. Schließlich werden nach der kompletten Umstellung der Flotte rund 6 Mio l Dieselkraftstoff pro Jahr im Kieler ÖPNV nicht mehr verbrannt. Dies entspricht einer Treibhausgasemissionsreduzierung von circa 13.800 tCO₂ pro Jahr.

Ökologischer Anreiz – Masterplan 100 Prozent Klimaschutz

Ein Grund der Flottenumstellung sind mit Sicherheit die äußeren Umstände: Kiel hat seit Jahren ein Problem mit schadstoffbelasteter Luft – die Stickoxid-Grenzwerte am Theodor-Heuss-Ring werden regelmäßig deutlich überschritten. Die Deutsche Umwelthilfe hat das Land Schleswig-Holstein daraufhin verklagt. Fahrverbote für ältere Dieselfahrzeuge stehen im Raum. Somit steigt auch der politische Handlungsdruck – und die Bereitschaft, schnell aktiv zu werden. In Kiel wuchs die Einsicht, dass ein umweltfreundlicher ÖPNV ein entscheidender Baustein ist, damit die Mobilitätswende



Abb. 1: Ladetest mit drei VDL Citea SLFA-187E auf dem Betriebshof Wertstraße.

gelingt. Daher stellte die Landeshauptstadt die Weichen in Sachen ÖPNV früh auf Klimaschutz: Die Ratsversammlung hatte bereits schon vorher den „Masterplan 100 Prozent Klimaschutz“ beschlossen und nun jüngst den Klimanotstand ausgerufen. Das heißt, der Klimaschutz fließt in die Bewertung von Investitions- und Ausgabenvorhaben ein.

Als kommunales Unternehmen stellt sich die KVG dieser Aufgabe mit großem Selbstverständnis. Entscheidend dafür ist auch die persönliche Motivation der Mitglieder der Geschäftsleitung, sich in ihrem Wirkungsbereich für den zwingend notwendigen Klimaschutz einzusetzen. Dabei möchte die KVG als großes kommunales Verkehrsunternehmen eine Vorbildfunktion übernehmen.

Das Bekenntnis und die Unterstützung für die Elektromobilität im ÖPNV sind da. Doch sie sind nur die eine Seite. Welche Schwierigkeiten bei der Umsetzung eines solchen Vorhabens lauerten, zeigte sich bei der detaillierten Planung.

Herausfordernde Rahmenbedingungen – ein umfassendes Gesamtkonzept

Während man früher einen neuen Bus gekauft hat und wusste, der funktioniert wie der alte, geschieht nun alles zum ersten Mal. Die Realisierung eines solch komplexen Projektes ist Maßarbeit – von der Entscheidung über die Planung und die Finanzierung bis hin zur Umsetzung. Doch das Kieler Beispiel zeigt auch, dass der Weg hin zum klimafreundlichen ÖPNV alternativlos ist.

Schon bei der Konzeptionierung stellte sich heraus, dass die zu beachtenden Anforderungen sehr ambitioniert und komplex waren. Die wichtigsten Punkte im Überblick:

- Im Zuge der Baugenehmigung für den Neubau der Hauptwerkstatt wurde aus Schallemissionsgründen die Auflage vorgegeben, mittelfristig nur noch elektrotechnisch angetriebene Linienbusse

Der Status quo

Zurzeit besitzt die KVG 187 Fahrzeuge, davon 41 Normalwagen, 142 Gelenkwagen, und vier Kleinbusse. Von 2017 bis 2019 hat das Unternehmen 33 Hybridbusse mit Kraftstoffreduzierung von 24 Prozent gekauft – ein erster Schritt hin zu umweltfreundlichen Antrieben. Nun folgen die vollelektrischen Busse, die schon bald auf den Linien 6, 11, 31, 32, 34, 42, 52 und 81 zum Einsatz kommen sollen. In 2019 wurden die letzten Hybrid-Fahrzeuge mit fossilen Antrieben gekauft. Die Zukunft des ÖPNV in Kiel ist elektrisch.

auf diesem Betriebshof einzusetzen – insgesamt 80 Busse.

- Die unter Denkmalschutz stehende Abstellhalle ist für die Ausrüstung mit jedweder Ladeinfrastruktur nicht geeignet. Insofern konnten nur Fahrzeuge beschafft werden, die schnellladefähig (400 bis 450 kW) sind und deren Batteriezellen zudem nicht mit



Zum Autor

Dipl.-Betriebswirt (FH) Hauke Evers (49) ist Prokurist und seit 2008 Kaufmännischer Leiter bei der KVG Kieler Verkehrsgesellschaft mbH (KVG).



Zum Autor

Dipl.-Wirtsch.-Ing. für Seeverkehr (Kapitän AG), Dipl.-Wirtsch.-Ing. für Transportwesen Thomas Mau (59) ist Prokurist und seit 2008 Leiter Betrieb und Technik bei der KVG Kieler Verkehrsgesellschaft mbH (KVG).



Zum Autor

Jörg Steinhoff (51) ist Vertriebsleiter Transport und Logistik der Deutschen Leasing und seit 2017 im Unternehmen tätig.

externer Energiezuführung über längere Zeiträume regelmäßig kalibriert und ausbalanciert werden müssen. Dieses Konzept kann bislang nur ein Bushersteller in sehr geeigneter Weise begleiten: VDL aus den Niederlanden.

- Die Fahrzeuge müssen an Endhaltestellen nachgeladen werden, da momentan immer noch die Diskrepanz zwischen Reichweite und Schnellladefähigkeit besteht. Hierzu bedarf es Linien mit entsprechenden Umlaufstrukturen, geeigneter Linienlänge und sinnvoller Fahrzeuganzahl. Zudem werden Endhaltestellen benötigt, die den notwendigen

Platz und sonstige Voraussetzungen bieten.

- Aufwendige Koordination der Antragstellung verfügbarer Fördermittel der Bundesministerien: BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit; BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur und/oder des Landes Schleswig-Holstein.
- Zudem sind bei der betrieblichen Umsetzung eine Vielzahl allgemeiner Anforderungen zu beachten, wie Qualifizierung des Werkstattpersonals, Schulung des Fahrdienstes und der Funkleitstelle, Herstellung geeigneter Arbeitsstände in der Instandhaltung (Neubau der Hauptwerkstatt), gegebenenfalls Ausbau der Anschlussleistung des Betriebshofes an das Mittelspannungsnetz, Implementierung von Last- und Lademanagement und vieles mehr.
- Es galt, eine geeignete Losgröße für diese ersten Umstellungsschritte zu finden. Als praktikabler Ansatz wurde gewählt: Jetzt zunächst drei bis vier Ersatzbeschaffungsjahre zusammenzufassen, um danach eine leichte „Entwicklungspause“ eingehen zu können. Der darauf-

folgende Umsetzungsschritt sollte mit einer ähnlich geeigneten Beschaffungsgröße unter Einbeziehung der dann zwischenzeitlich erfolgten technologischen Entwicklungen konzipiert werden.

Das Ergebnis

Im Ergebnis sind die 45 E-Gelenkbusse mit Batterien der Zellchemie LpCO, mit 169 kWh Kapazität (135 kWh netto, end of life) und 420 kW Ladeleistung reine Opportunity-Charger. Geladen werden sie mit vier High-Power-Charger (HPC) auf dem Betriebshof und insgesamt 14 HPC verteilt über fünf Endhaltestellen.

Die 20 zusätzlichen 12-m-Busse, die im Herbst 2021 den Fuhrpark ergänzen sollen, laden an Depotstationen mit jeweils 150 kW (Ladehauben unter Traversen und ebenfalls Pantographen auf dem Dach der Fahrzeuge). Sie weisen eine Reichweite von rund 200 km auf – sind aber auch schnellladefähig mit etwa 250 kW, sodass sie auch an den HPC der Endhaltestellen nachgeladen werden können.

Das Betriebskonzept soll diese Kompatibilität auch flexibel mit einbeziehen. Daher werden für diese Fahrzeuge zwei weitere Endhaltestellen mit zusammen drei HPC ausgestattet, um weitere Linien bestücken zu können, auf denen sowohl die 18,75-m-Gelenkbusse, als auch die letztbeschafften 12-m-Standardbusse eingesetzt werden.

Das Projekt ist wirtschaftlich und ökologisch gut begründet

Die wirtschaftlichen und ökologischen Folgewirkungen des Projektes zeigte der erste Sachstandsbericht der KVG (Januar 2020) – nachzulesen auf www.e-bus.kvg-kiel.de. Unter Einbeziehung der Investitionskosten für die E-Busse und Ladeinfrastruktur (LIS), Effekten aus Laufzeitverlängerungen, gegen Beschaffungskosten für Dieselbusse, Dieselposten (inklusive CO₂-Steuer) und Berücksichtigung der Strombezugskosten, erreicht das Projekt auf den ersten Blick noch keinen Break-Even.

Die Effekte für die KVG bei Berücksichtigung der erreichbaren Fördermittel und einer eventuellen Reduzierung des EEG-Zuschlages auf den Strombezugspreis (derzeit in der Diskussion zur Gleichstellung mit schienengebundenem ÖPNV) lassen die ökonomische Seite hingegen positiv werden.



Foto: KVG Kieler Verkehrsgesellschaft

Abb. 2: Ladetest in der Adalbertstraße.

Weitere positive Wirkungen ergeben sich aus der Optimierung des Energiebezugspreises und den gegebenenfalls geringeren Instandhaltungsaufwendungen. In allen Berechnungen wurde ein einmaliger Tausch der Batteriesätze während der Bus-einsatzdauer berücksichtigt.

Zu spannenden Erkenntnissen führt die Detailbetrachtung der Effekte, die durch die ökologischen Zielsetzungen bei der Monetarisierung entstehen:

- Die Nutzen-Kosten-Untersuchung-(NKU)-Parameter „Lärmvermeidung“ und „Umweltkosten für Rohölgewinnung“, „Second-Use“ und/oder „Recycling“ konnten von den Autoren des Sachstandsberichts nicht konkret erfasst werden und werden lediglich redaktionell ausgewiesen.
- Hingegen können die vermiedenen Treibhausgasemissionskosten differenziert ausgewiesen werden: Die „Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten“ des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2016 hatte einheitliche Maßstäbe und standardisierte Verfahren für fachliche Bewertungen umweltrelevanter Kosten entwickelt und die Transparenz von Schätzungen verbessert.
- Auf Basis der Grundlagenstudie haben die Autoren Astrid Matthey und Björn Bünger nachfolgend die „Kostensätze (Best-Practice-Kostensätze) für Treibhausgase, konventionelle Luftschadstoffe, Lärm, Verkehr, Strom- und Wärmeerzeugung, Ökosysteme, Baustoffe,

Stickstoff, Phosphor sowie Emissionen von Treibhausgasen in der Landwirtschaft einschließlich der Auswirkungen von Landnutzungsänderungen“ abgeleitet.¹⁾

- Auf dieser Basis erfolgte die Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Verwendung eines „Treibhausgas-Kostensatzes“ (THG-Kostensatz) von 180 Euro₂₀₁₆/tCO_{2äq} für das Jahr 2016 – in der Zeitreihe fortgeschrieben auf 205 Euro₂₀₃₀ bis 240 Euro₂₀₅₀.
- Die Empfehlungen des Umweltbundesamtes gehen noch einen wesentlichen Schritt weiter: „Da es sich bei Schäden durch den Klimawandel um generationsübergreifende Schäden handelt, empfehlen wir eine Sensitivitätsanalyse mit einem Wert von 640 Euro₂₀₁₆/tCO_{2äq} (670 Euro₂₀₃₀ bis 730 Euro₂₀₅₀), da dieser eine Gleichgewichtung der Nutzen heutiger und zukünftiger Generationen widerspiegelt.“²⁾ Hier wird angenommen, dass Schäden, die in der nächsten und der übernächsten Generation ursächlich der in der heutigen Zeit produzierten Schadensereignisse entstehen, nicht abgeschwächt sind, sondern zu 100 Prozent wirksam gerechnet werden.

Auf Basis dieser Berechnungen entsteht ein positives Ergebnis, das ökologisch und wirtschaftlich überzeugt: Die zugrundeliegenden Kostensätze zusammen mit den durch die Umstellung der Busflotte vermiedenen Treibhausgasemengen von circa

13.800 tCO_{2äq} per anno entsteht ein monetarisierter Effekt von 2,8 Mio Euro bis zu 9,3 Mio Euro jährlich – jeweils bezogen auf das Basisjahr 2030.

Erfahrung und Know-how als Erfolgsfaktoren für die Finanzierung

Auch die Finanzierung für das Vorhaben der ersten 36 vollelektrischen Gelenkbusse stellte eine enorme Herausforderung dar. Ein Grund dafür war, dass die verschiedenen Finanzierungsinstrumente wie Fördermittel, Darlehenssumme und Eigenanteil miteinander in Einklang gebracht werden mussten. Zudem ging es darum, auf Basis der eingeholten Angebote, die erste Fördermittelzusage des BMU in Höhe von 21,2 Mio Euro zu erhalten und auch zum vereinbarten Zeitpunkt abrufen zu können.

Als diese Informationen feststanden, konnten konkrete Gespräche geführt und Vereinbarungen getroffen werden, wie die fehlende Summe von 14 Mio Euro finanziert werden. In der Finanzierungsanfrage haben sich die Förde Sparkasse und die Deutsche Leasing durchgesetzt. Den Ausschlag gab letztlich auch die fundierte Branchenkenntnis, da sie bereits mehrere solcher ÖPNV-Großprojekte begleitet haben und langjährige Erfahrung besitzen – auch im Hinblick auf Beantragung und Abruf möglicher Fördergelder. Dieses Know-how brachte die Deutsche Leasing in die gemeinsamen Gespräche ein und wies darauf hin, welche Fallstricke es bei solch

¹ Kostensätze, Stand 02/2019.

² Kostensatz-Studie, Stand 02/2019, S. 9.

komplexen Projekten gibt und wie sie sich umgehen lassen.

Vertrauensvolle Zusammenarbeit

Die erfolgreiche Zusammenarbeit bei der Finanzierung zwischen KVG, Förde Sparkasse und Deutscher Leasing hat Tradition. „Als Hausbank haben wir bereits beim Kauf der Hybridbusse mit der KVG zusammengearbeitet. Die Umrüstung der Busflotte ist ja ein Prozess, der mehrere Jahre dauert. Wir freuen uns sehr, nun auch die Umstellung hin zur E-Mobilität begleiten zu können. Und so gemeinsam dem Ziel eines nachhaltigen und klimafreundlichen ÖPNV in Kiel ein gutes Stück näher zu kommen“, sagt Marco Schulz, stellvertretender Direktor Unternehmenskunden der Förde Sparkasse. Für die KVG besitzen diese Investitionen eine enorme Tragweite: Allein durch diese ersten 36 Fahrzeuge ergibt sich eine Verdopplung der Buchwerte im Sachanlagenvermögen. Als kommunales Verkehrsunternehmen mit der Unterstützung der zahlreichen Partner solch einen Weg gehen zu können, ist für die KVG keine Selbstverständlichkeit.

Nachhaltiger ÖPNV in Kiel als Auftakt für mehr

Während der erste Elektrobus Anfang September ausgeliefert wurde, wird an der Förde weiter an der Zukunft des ÖPNV gearbeitet. Dank neuer Förderzusagen werden aus den 36 vollelektrischen Gelenkbussen bis Ende 2021 bereits 45 Fahrzeuge. Dazu kommen dank weiterer Fördermöglichkeiten nach einer laufenden Ausschreibung noch 20 batterieelektrische Normalwagen. Damit bringen im Jahr 2022 schon 65 vollelektrische Busse in Kiel die Fahrgäste an ihr Ziel. Und damit soll noch längst nicht Schluss sein. „Wir haben uns gemeinsam mit der KVG auf den Weg gemacht. Doch es wird in Zukunft nicht nur darum gehen, wie wir den nächsten Bus finanzieren – ganz egal, ob

der vollelektrisch oder vielleicht eines Tages mit Wasserstoff betrieben wird“, sagt Götz Bormann, Vorstandsvorsitzender der Förde Sparkasse. „Wir wollen künftig noch stärker mit regionalen Partnern zusammenarbeiten, um den Bürgern einen Mehrwert zu bieten. Die Kooperation für einen nachhaltigeren ÖPNV in Kiel zwischen KVG, Förde Sparkasse und Deutscher Leasing ist dafür ein gutes Beispiel – und für uns alle eine tolle Motivation für die Zukunft.“

Ausblick – die nächsten Schritte

Die folgenden Ersatzinvestitionen mit dem KVG-Projekt E-Bus 3.0 sind für 2024/2025 geplant. Bislang wurden die ersten beiden Projektstufen konzipiert, politisch diskutiert und in sehr kurzer Zeit umgesetzt. Für den nächsten Schritt, der circa 40 bis 60 weitere Fahrzeuge betrifft, steht nun etwas mehr Zeit zur Verfügung, um die eintretenden Entwicklungsschritte der technologischen Komponenten zu beobachten, um entsprechende Schlüsse daraus zu ziehen.

Ein interessanter Ansatzpunkt könne beispielsweise die Erzeugung von Wasserstoff sein, mit dem zertifizierten, ökologischen Anteil aus der Stromgewinnung der Müllverbrennung Kiel GmbH & Co.KG (MVK) im Sinne der „Sektorenkopplung“. Diesen selbst erzeugten Wasserstoff für batterieelektrische Linienbusse mit einer Brennstoffzelle als „Range-Extender“ zu nutzen, könnte zweckmäßig sein. Die Konzeptvariante wird nun in Bezug auf die technische Machbarkeit und wirtschaftliche Sinnhaftigkeit genau geprüft.

Weitere entscheidende Punkte für die Strategie der Zukunft

■ In der Variantendiskussion muss beachtet werden, dass die Energiespei-

cher hinsichtlich ihrer Energiedichte (Kapazität/Gewichtseinheit) als auch ihrer Leistungsaufnahmefähigkeit weiterentwickelt werden. So könnten die Fahrzeuge dann auch Tagesumläufe von mehr als 350 km ohne Nachladung absolvieren und nachfolgend zur Wiedervollladung eine kurze Zeitdauer von nur zwei bis drei Stunden benötigen.

- Genau diese Eigenschaften stehen sich bei heutigem Entwicklungsstand noch entgegen. Zusammen mit Erhöhung der Anschlussleistung und dynamischem „Peak-Shaving“ im Lastmanagement lässt sich die Reichweite somit auf jeden Fall zukunftsfähig weiter ausbauen.
- Bereits jetzt ist absehbar, dass keine technologischen Hürden bestehen und die geplanten Projektideen realisierbar sein könnten.
- Und das ist eine positive Nachricht: Denn noch vor einigen wenigen Jahren war dies noch nicht so eindeutig ersichtlich.

Fazit: Die erreichten Erfolge als Motivation und Ansporn für künftige Projekte

Am Ende steht das Fazit: Die bereits erzielten Erfolge mit dem umfassenden Gesamtkonzept der KVG – von der Entscheidung über die Planung und die Finanzierung bis hin zur Umsetzung bei außergewöhnlichen Rahmenbedingungen – weisen in die richtige Richtung. Die Elektrifizierung der Busflotte in Kiel kann positives Beispiel für andere sein und großer Ansporn für alle zukünftigen Projekte an der Förde. Für das Erreichen der gemeinsamen klimapolitischen Ziele ist die Fortführung der Fördermöglichkeiten zur Finanzierung der Investitionen im ÖPNV durch Bundes- und Landesprogramme weiterhin erforderlich.

Zusammenfassung/Summary

Leuchtturmprojekt an der Förde

Kiel wird zum Vorreiter der Elektromobilität: Bis 2031 stellt die KVG Kieler Verkehrsgesellschaft mbH ihre gesamte Flotte auf nachhaltige Antriebe um. Anfang September 2020 wurden bereits die ersten batterieelektrischen Gelenkbusse ausgeliefert. Bis Mitte 2021 folgen 36 Elektro-Gelenkbusse, die dann bis zum Jahresende um weitere neun E-Gelenkbusse sowie 20 E-Standardbusse ergänzt werden. In dieses Großprojekt der umweltfreundlichen Mobilität investiert die KVG gemeinsam mit ihren Partnern der Deutschen Leasing und der Förde Sparkasse.

Lighthouse project at the Kiel Fjord

Kiel is becoming a pioneer in electro mobility: By 2031, the KVG, Kieler Verkehrsgesellschaft mbH, will shift its entire fleet to sustainable drives. The first battery electric articulated buses were delivered at the beginning of September 2020. By mid-2021, 36 electric-articulated buses will follow which will then be supplemented by a further nine e-articulated buses as well as 20 e-standard buses by the end of the year. KVG is investing in this major project of environmentally friendly mobility with its partners of Deutsche Leasing and Förde Sparkasse.