Die Mobilität der Zukunft wird ein Zusammenspiel vieler Systeme werden

Daimler Buses

Der Antriebswandel nimmt Fahrt auf

Das Aus für Verbrennungsmotoren rückt immer näher. Auch wenn dieses ab 2035 erst einmal für Pkw und Transporter gelten soll, hat auch bei der Busindustrie längst der Antriebswandel eingesetzt.

Zielsetzung:

Von derzeit gut 35.000 Bussen sollen im Jahr 2030 rund 17.500 einen elektrischen Antrieb besitzen.

Es ist eine Ansage, die es in sich hat: Bis zum Jahr 2030 soll jeder zweite Stadtbus elektrisch fahren. Das erklärte Bundesverkehrsminister Volker Wissing Mitte dieses Jahres. Der Hintergrund dieses durchaus ambitionierten Ziels ist klar: Es geht um das Erreichen der Klimaschutzziele im Straßenverkehr. Elektrisch angetriebene Busse sind ein zentraler Baustein, dem Klimawandel zu begegnen. Bei einer Jahresfahrleistung von 50.000 bis 60.000 Kilometern und einem je nach Einsatzzweck, Topografie und Fahrzeugvariante variierenden Verbrauch von 36 bis 49 Litern Diesel pro 100 Kilometer lassen sich mit einem E-Bus 60 bis 80 Tonnen CO_2 pro Jahr einsparen.

Vorreiter bei der Elektrifizierung ihrer Busflotten sind die öffentlichen Verkehrsunternehmen. Seit August 2021 müssen sie verbindliche Beschaffungsquoten für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben einhalten. Deutschland setzt damit eine EU-Richtlinie, die Clean Vehicles Directive, in deutsches Recht um. Die Regelung sieht vor, dass 45 Prozent der von öffentlichen Verkehrsbetrieben bis Ende 2025 bestellten Busse emissionsfrei sein müssen.

Ab 2026 steigt der Anteil auf 65 Prozent. Dennoch wird das Erreichen des 50-Prozent-Ziels ein finanzieller und organisatorischer Kraftakt. Anfang 2022 waren 1287 Busse mit E-Antrieb registriert, 3600 Hybridbusse und 849 Erdgasbusse. In Deutschland sind aktuell rund 80.000 Omnibusse zugelassen. Diese Zahl beinhaltet Mini-, Midi- und Großbusse. Seriöse Schätzungen gehen von derzeit etwa 37.500 zugelassenen reinen Stadtbussen aus, die anderen verteilen sich auf den Überland- und Reisebussektor. Im Jahr 2021 wurden in Deutschland 555 Elektrobusse neu zugelassen, Tendenz stark steigend. Der Marktanteil dieser Fahrzeuge beträgt aktuell 14,4 Prozent.

Große Hersteller entdecken den Markt für Elektrobusse

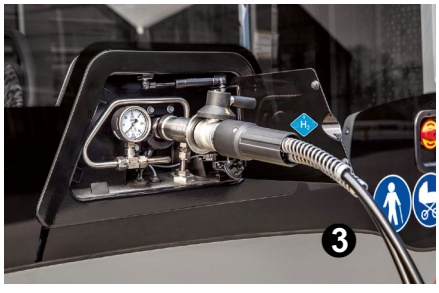
Um einen E-Bus-Anteil von 50 Prozent im Bestand zu erreichen, müssen mehrere Faktoren berücksichtigt werden. An erster Stelle steht die Verfügbarkeit von Bussen mit alternativen Antrieben. Waren es am Anfang des Elektrobus-Hochlaufs eher Nischenanbieter und Bushersteller aus dem europäischen Ausland, die hierzulande Erfolge feiern konnten, haben nun auch die beiden großen deutschen Bushersteller MAN und Mercedes-Benz ihr Elektro-Portfolio erheblich ausgebaut. So schob sich Mercedes-Benz im Jahr 2021 mit 251 zugelassenen eCitaro an die Spitze der Zulassungsstatistik, vorbei am polnischen Bushersteller Solaris, der es im Vorjahr noch auf Platz 1 geschafft hatte. Den zweiten Platz holte sich der niederländische Busbauer VDL mit 123 Neuzulassungen, gefolgt von MAN, der es auf immerhin 68 Lion's City E schaffte.

Noch keine große Rolle spielen chinesische Bushersteller, die aber dabei sind, die Märkte in Europa aufzumischen. Am Beispiel von BYD lässt sich das trefflich ablesen. Innerhalb von zehn Jahren hat der Konzern 70.000 Elektrobusse produziert. Davon sind rund 1800 in Europa unterwegs. Die Tendenz auch hier: stark steigend. Dabei verfolgen die Chinesen unterschiedliche Ansätze, wie die Kooperation mit Alexander Dennis (ADL) aus Großbritannien zeigt. ADL nutzt die E-Chassis von BYD und setzt auf diese ein eigenes Fahrzeug.

Mit der Fahrzeugverfügbarkeit ist es jedoch nicht getan. Zu berücksichtigen sind die nicht unerheblichen Kosten für die Busse selbst, den Aufbau einer Ladeinfrastruktur sowie eine mögliche Anpassung der Linienumläufe. Diese geht oft mit einem Mehrbedarf an Bussen einher, da batterieelektrische Busse aktuell noch nicht die Reichweite ihrer dieselbetriebenen Geschwister erreichen. Muss ein Diesel im städtischen Einsatz nach etwa 500 Kilometern nachgetankt werden, benötigt ein Elektrobus bereits nach 200 bis 250 Kilometern eine Stromtankstelle. Bisher wird davon ausgegangen, dass Verkehrsbetriebe bei gleichem Angebot etwa 15 Prozent mehr Elektrobusse benötigen.

Daimler Buses

Daimler Buses

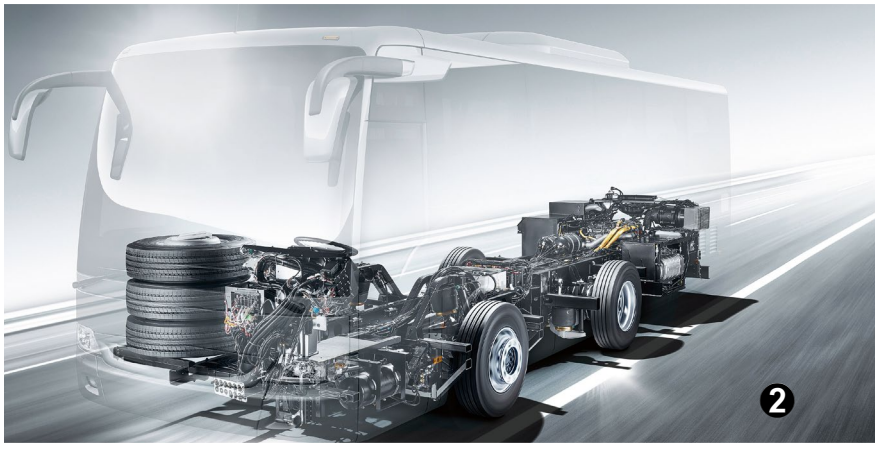


Daimler Buses (3); MAN (4)

1. **Ladestation im Evobus-Werk Mannheim. Sämtliche Ladekonzepte werden hier genutzt**
2. **Trafostation der Duisburger Verkehrsgesellschaft AG zum Laden mit Pantografen**
3. **Betankung eines E-Busses mit Wasserstoff**
4. **Ladevorgang eines E-Busses per Combo-2-Stecker**

Öffentliche Förderung soll hohe Preise ausgleichen

Ein batterieelektrischer Bus schlägt etwa mit dem doppelten Anschaffungspreis eines Dieselbusses zu Buche. Handelt es sich um einen Brennstoffzellenbus, steigt der Preis noch einmal. Moderne Dieselbusse kosten in der 12-Meter-Variante rund 220.000 Euro, bei einem Gelenkbus sind es etwa 300.000 Euro. Der Aufbau der teilweise sehr komplexen Ladeinfrastruktur am eigenen Betriebshof und entlang der Strecke sowie die Ertüchtigung der eigenen Werkstätten für Service- und Reparatur-



Daimler Buses

Daimler Buses (3 + 4)

1. **Elektrobusse werden unter freiem Himmel geladen, was grundsätzlich kein Problem ist**
2. **Elektrobus-Fahrgestelle spielen für die weltweite Elektrifizierung eine entscheidende Rolle**
3. **Wasserstofftanks auf dem Dach eines Stadtbusses**
4. **Eine Brennstoffzelle hinter einer Schutzabdeckung, sie kann als Reichweiten-Verlängerer dienen**
5. **Auf Busmessen dominieren ganz klar Stadtbusse mit Elektroantrieb**

Solaris

arbeiten stellen zwar einmalige Investitionen dar, für die aber die notwendigen Mittel bereitgestellt werden müssen. Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) unterstützt die Nahverkehrsunternehmen und hat bis 2024 insgesamt 1,25 Milliarden Euro eingeplant. Gefördert wird die Beschaffung von Bussen mit alternativen Antrieben, zu denen Batteriebusse, Batterie-Oberleitungsbusse, Brennstoffzellenbusse (auch als Range Extender) und Biomethanbusse gehören.

Das Verkehrsministerium setzt auf einen breiten Antriebsmix, zu dem erklärtermaßen auch die sogenannten E-Fuels zählen, also synthetische Kraftstoffe für Verbrennungsmotoren. Diese sind insbesondere für den Bereich der Überland- und Reisebusse eine Option. Sobald ein Bus Entfernungen über 250 Kilometer zurückzulegen hat, sind derzeit Alternativen wie Bioethanol oder auch Biogas notwendig. Wenn ab dem Jahr 2030 mittels erneuerbarer Energien erzeugter Wasserstoff auch für den Verkehrssektor in ausreichenden Mengen zur Verfügung steht, sollte auf diese Energiequelle gesetzt werden, betont Jannis Dörhöfer, Head of New Mobility beim TÜV-Verband.

Bis dahin sollte auch die Busindustrie in Sachen Wasserstoff gut gerüstet sein. Von 2012 bis 2021 wurden in ganz Europa erst 259 „Hydrogen City Buses“ zugelassen, die größten Lieferanten waren in diesem Zeitraum der belgische Hersteller Van Hool mit 96 Bussen, gefolgt von Wrightbus aus Nordirland mit 71. Solaris aus Polen lieferte 38 Einheiten aus, der portugiesische Bushersteller Caetano kommt auf 24 Busse sowie Safra auf 19. Ab 2030 soll es von Daimler Buses den ersten Reisebus mit elektrischem Antrieb geben, der seine Energie aus einer wasserstoffgespeisten Brennstoffzelle bezieht. „Bis dahin muss die Wasserstoffinfrastruktur stehen und die Anschaffungskosten müssen so weit sinken, dass H_2-Busse wettbewerbsfähig sind“, sagt Dörhöfer.

Umrüstung als Alternative zur Neuanschaffung

Ein weiterer, wichtiger Baustein beim Umstieg auf Elektromobilität ist die Umrüstung bestehender Dieselbusse auf batterieelektrische oder wasserstoffgetriebene Stadtbusse. Führend auf diesem Gebiet ist in Deutschland Pepper Motion, das mit seinem Etrofit-Konzept eine wirt-

schaftliche und ökologische Alternative zum Neukauf bietet. Damit die Sicherheit der Fahrzeuge gewährleistet wird, müssen die Umrüster bestimmte Auflagen erfüllen. „Nachdem der Antriebsstrang geändert wurde und aus einem Verbrennerbus ein Hochvoltfahrzeug geworden ist, muss die Betriebserlaubnis neu erteilt werden", erläutert Dörhöfer. „Dafür geben wir mit dem TÜV-Verbands-Merkblatt 766 den Unternehmen ein Hilfsmittel an die Hand, das den gesamten Prozess erleichtert. Das gilt sowohl für die Umrüstung auf einen Wasserstoffbus als auch für Batteriebusse."

Mit steigenden Zulassungszahlen von E-Bussen rücken Faktoren wie Haltbarkeit, Zuverlässigkeit und Wiederverkäuflichkeit in den Fokus. Zentrales Kriterium dafür ist der Zustand der Stromspeicher. Batterien durchlaufen einen Alterungsprozess, in dessen Folge sich ihre Kapazität und somit auch ihre Leistungsfähigkeit verringert. Der „State of Health" (SOH) beschreibt diesen Alterungszustand im Vergleich zu dessen Nenn- beziehungsweise Neuwert. Ein SOH von 90 Prozent bedeutet beispielsweise, dass eine Batterie im Vergleich zur Ursprungskapazität von 200 kWh nur noch über einen Energiegehalt von 180 kWh verfügt.

> „In Sachen Nachhaltigkeit ist es wichtig, die Batterie im Blick zu behalten."
>
> **JANNIS DÖRHÖFER,**
> HEAD OF NEW MOBILITY TÜV-VERBAND

Der aktuelle Zustand einer Batterie spielt nicht nur beim Gebrauchtfahrzeugkauf eine wichtige Rolle, sondern auch, wenn Busbatterien ein zweites Leben als stationäre Speicher bekommen sollen. Die TÜV-Unternehmen haben inzwischen Systeme entwickelt, mit denen der SOH einfach ermittelt werden kann. Dörhöfer: „Gerade in Sachen Nachhaltigkeit ist es wichtig, die Batterie im Blick zu behalten. Wer über den Zustand der Batterie Bescheid weiß, kann Aussagen darüber treffen, wie lange der Mobilitätsbedarf noch erfüllt werden kann und welchen stationären Einsatzzwecken man die Batterie zuführen kann."

Insgesamt befindet sich die Busbranche in einem tiefgreifenden Wandel. Doch sowohl die Busindustrie als auch Verkehrsunternehmen und mittelständische Busunternehmen haben verstanden, dass es ein „Weiter so" nicht geben wird. Entsprechend verabschieden sich immer mehr Unternehmen von Pilot- und Schaufensterprojekten und führen die Elektromobilität in die Praxis über. Ob in Berlin, Hamburg, Köln oder Osnabrück, die Liste der Städte, in denen Elektrobusse inzwischen das Stadtbild prägen, wird stetig länger. Und so steht der Omnibus wie kein zweites Verkehrsmittel für einen funktionierenden Um- und Einstieg in Richtung Nachhaltigkeit. *Sascha Böhnke*

Van Hool

MAN

MAN

1. **Der ExquiCity von Van Hool ist bereits seit einigen Jahren lokal emissionsfrei unterwegs**
2. **MAN hat während einer Verbrauchsfahrt gezeigt, wie effizient der Lion's City E wirklich ist**
3. **Mit regenerativer Energie im Einsatz und daher absolut nachhaltig: der Lion's City E von MAN**