

Ökologische Busantriebe

Oliver Morel | Abteilung Verkehr | 062 835 33 30

Wer den öffentlichen Verkehr nutzt, verursacht statistisch gesehen weniger Schadstoffausstoss als jene, die Autofahren. Dies, obwohl es Züge, Busse, ja ganze Linien gibt, die nur schwach ausgelastet sind. Aber der öffentliche Verkehr bündelt an Vorsprung ein, mahnen Experten. Denn die Automobilindustrie macht grosse Fortschritte bei der Entwicklung von alternativen, ökologischeren Antriebstechniken. Da Autos in grösserer Stückzahl produziert werden und einen kürzeren Lebenszyklus haben, können Innovationen dort tatsächlich schneller Wirkung zeitigen. Die Entwicklung lässt den Autobus aber keineswegs links liegen. Längst verkehren auf den Aargauer Linien diverse Busse mit alternativen Antrieben.

Die allermeisten Busse, die im Kanton Aargau im Einsatz stehen, haben einen Dieselmotor. Das kantonale Mehrjahresprogramm öffentlicher Verkehr von 2007 legt fest, dass neue Busse mit Russpartikelfilter ausgerüstet werden müssen. Das war seinerzeit fortschrittlich, ist heute aber Stand der Technik; Russwolken beim Anfahren sind längst Geschichte. Zudem sollte der bessere Wirkungsgrad moderner Motoren zu einem reduzierten Treibstoffverbrauch führen. Die selbstverständlich gewordene Klimaanlage zehrt diese theoretische Einsparung aber wieder auf. Steigende Anforderungen an die Bordelektronik – Billettdrucker, Informationssystem, Auswertung von Echtzeitdaten zur Anschlussicherung – lassen auch für die nächste Zukunft keine

Reduktion des Energiebedarfs erwarten. Ein Verzicht auf Klimaanlage und Informationssystem wäre der Attraktivität des öffentlichen Verkehrs abträglich, er könnte sein Potenzial kaum ausschöpfen.

Es ist aber davon auszugehen, dass Diesel zu knapp und zu teuer wird, um langfristig Basis-Energieträger für den Busverkehr bleiben zu können. Ausserdem legen Umweltaspekte schon heute die Suche nach alternativen Energieträgern nahe, denn dank Partikelfilter wird zwar die Schadstoffwolke unsichtbar, ist aber doch weiterhin in ökologisch nicht vertretbarem Ausmass vorhanden.

Im Kanton Aargau sind bereits heute einige Busse mit sogenannten «alternativen Antrieben» unterwegs.

Linienbusse mit alternativen Antrieben im Kanton Aargau

seit 2004	8 Erdgasbusse	Agglolinien im Raum Olten/Wiggertal
seit 2008	2 Erdgas-Kleinbusse	grenzüberschreitend im Stadtverkehr Rheinfelden
seit 2007	1 Hybrid-Gelenkbus	Überlandlinien im Raum Lenzburg
seit 2010	1 Hybridbus	Agglolinien im Raum Aarau
ab 2012	5 Brennstoffzellenbusse	Agglo- und Überlandlinien im Raum Brugg

Autobusse mit Gasantrieb

Gasbetriebene Fahrzeuge gab es schon etwa zwei Jahrzehnte vor den ersten Benzin- oder Dieselmotoren, denn in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts war Gas einfacher verfügbar als raffiniertes Erdöl. Zur Verbrennung eignen sich verschiedene Gasarten: nebst Erdgas auch Bio-, Holz- oder Koksgas. Transport und Lagerung von Gas sind allerdings umständlicher als von Flüssigtreibstoff, weshalb sich schliesslich Benzin- und Dieselmotoren für Strassenfahrzeuge durchsetzten. In einigen Ländern gab es wirtschaftliche Gründe, die zu einer grösseren Verbreitung der Gasantriebe führten, bei uns waren es ökologische: Im Vergleich zum Dieselmotor verbrennt das Gas praktisch ruffrei, und der Ausstoss an Stickoxid (NO_x) reduziert sich auf weniger als die Hälfte. Der Gasbus trägt somit durchaus zu besserer Luft in den Stadtzentren bei. Seit 2008 betreibt SBG SüdbadenBus in Rheinfelden die grenzüberschreitende Stadtbuslinie durch das historische Städtchen mit gasbetriebenen Kleinbussen. Der Busbetrieb Olten Gösgen Gäu setzt schon seit 2004 Gasbusse ein, die auf der Linie nach Oftringen auch in den Aargau gelangen.

Warum aber haben sich die Gasbusse nicht stärker durchgesetzt? Dafür gibt es neben der ökonomischen auch eine ökologische Antwort: Der Ausstoss des klimarelevanten Kohlendioxids (CO₂) ist beim Gasbus kaum geringer als beim Dieselbus. Um den Gasbus zumindest CO₂-neutral zu betreiben, dürfte ausschliesslich Bio- oder Kompogas verwendet werden.

Hybridbusse

Der Begriff «hybrid» wird unterschiedlich gebraucht. Im Bereich von Fahrzeugantrieben bedeutet er ungefähr das, was bei der Bahn Mehrsystemfahrzeuge sind: Der Hybridbus hat neben dem Dieselmotor noch ein

zweites – elektrisches – Antriebssystem. Dahinter steckt die Idee, die Bremsenergie nicht einfach zu verheizen, sondern zu nutzen. Auch dieses Prinzip ist altbekannt: Bereits die Krokodil-Lokomotiven aus den Zwanzigerjahren des letzten Jahrhunderts konnten elektrisch bremsen und die so gewonnene Energie ins Fahrleitungsnetz zurückspeisen. Um die Bremsenergie eines Autobusses zu nutzen, braucht es einen Energiespeicher an Bord. Dazu eignen sich Batterien oder Kondensatoren: Bei der Einfahrt in eine Haltestelle wird elektrisch gebremst und die Batterie resp. der Kondensator geladen, beim Anfahren kommt dann der Elektroantrieb zum Einsatz. Der Dieselmotor wird erst wieder zugeschaltet, wenn die zuvor gewonnene Bremsenergie aufgebraucht ist. Dadurch wird der Verbrennungsmotor an sich nicht umweltfreundlicher, aber es lässt sich erheblich Treibstoff sparen, weil gerade das Anfahren am meisten Energie benötigt.

Regionalbus Lenzburg war 2007 der erste Busbetrieb in der Schweiz, der einen Hybridbus in den fahrplanmäßigen Einsatz brachte. Dabei handelte es sich um ein Exemplar aus einer kleinen Gruppe von Testfahrzeugen. Nach zwei Jahren wurde es durch eine Weiterentwicklung der zweiten Generation ersetzt. Eine weitere Premiere folgte bei AAR bus+bahn in Aarau, wo 2010 landesweit der erste Serien-Hybridbus in Betrieb kam. Die Betriebserfahrung zeigt, dass der Hybridbus im Stadt- und Agglomerationsverkehr Aarau gegenüber einem vergleichbaren Autobus rund ein Viertel Diesel einspart, im Regionalverkehr um Lenzburg sind es etwa 10 Prozent. Die Differenz mag unter anderem darauf zurückzuführen sein, dass das Serienfahrzeug in Aarau ausgereifter ist, auch die unterschiedliche Konstruktion des Antriebsstrangs kann eine Rolle spielen. Die Einsparungen basieren jedoch in erster Linie darauf, dass die Haltevorgänge – und damit die Rückgewinnung von Bremsenergie – im Stadtverkehr viel häufiger sind als im Überlandverkehr.

Brennstoffzellenbusse

In einer Brennstoffzelle wird nicht im herkömmlichen Sinn ein Treibstoff verbrannt. Vielmehr besteht sie aus Elektroden, die durch einen Elektrolyten voneinander getrennt sind. Werden nun über die eine Elektrode Sauerstoff und über die andere Wasserstoff (oder ein anderer geeigneter «Brennstoff») zugeführt, so entstehen aus der chemischen Reaktion Wasserdampf und eine elektrische Spannung, die als Elektroenergie genutzt werden kann. Während der Energiespeicher des Hybridbusses lediglich den Hauptmotor entlastet, stellt die Brennstoffzelle eine Alternative zum Verbrennungsmotor dar. Im Fahrzeug sind nur elektrische Antriebsmotoren installiert und die Antriebsenergie wird in Form von Wasserstoff anstatt Mineralöl zugeführt. Selbstverständlich ist aber auch die Herstellung von Wasserstoff mit Energieaufwand verbunden.

Im Rahmen eines mehrjährigen Versuchs, an dem sich europaweit verschiedene Verkehrsunternehmen beteiligen, kommen voraussichtlich ab



Foto: Oliver Morel

Solaris-Hybridbus des Regionalverkehrs Lenzburg im Überlandeinsatz am ehemaligen Bahnhof Fahrwangen

Ende 2011 im Raum Brugg fünf Brennstoffzellenbusse zum Einsatz. Betrieben werden sie von PostAuto Nordschweiz. Ein wichtiger Forschungspartner ist das Paul-Scherer-Institut (PSI) in Villigen. Eigens für diesen Versuch wird derzeit in Brugg eine Wasserstoff-Tankstelle errichtet.

Ausblick

Bereits heute bewegt sich der Hybridbus mit Dieselmotor und Bremsenergiespeicher in der Nähe der betriebswirtschaftlichen Rentabilität. Entscheidend ist, wo das Fahrzeug eingesetzt wird. Im typischen Stadtverkehr mit kurzen Brems- und Anfahrzyklen werden wesentlich grössere Einsparungen erzielt als auf Überlandlinien mit wenigen Halten oder auf Linien mit grossem Gefälle. Dort kann der Energiespeicher wegen seiner begrenzten Kapazität nur einen kleinen Teil der Bremsenergie aufnehmen. Aufgrund der weltweit steigenden Nachfrage nach fossilen Energieträgern ist eine substantielle Erhöhung des Dieselpreises nur eine Frage der Zeit. Spätestens dann werden sich spürbare

Kosteneinsparungen realisieren lassen, die Abhängigkeit vom Erdöl bleibt jedoch bestehen.

Der grossflächige Einsatz von Gasbussen kommt vor allem dort in Frage, wo in enormen Mengen Gas anfällt, beispielsweise bei grossen Kompostieranlagen. Allerdings wird es häufig wirtschaftlicher sein, das Gas ins vorhandene Leitungsnetz einzuspeisen, als zusätzliche Infrastruktur für die Busbetankung zu erstellen.

Wird Wasserstoff eigens für den Busantrieb aus einem Primärenergieträger produziert, so ist der Wirkungsgrad mit demjenigen des Dieselantriebs vergleichbar und somit nicht sonderlich hoch. Interessant wird der Einsatz von Brennstoffzellenbussen dort, wo ohnehin Wasserstoff vorhanden ist, etwa als bisher ungenutztes Abfallprodukt der Chemieindustrie. Für die Testbusse im Raum Brugg soll zumindest teilweise Wasserstoff aus der Industrie Schweizerhalle genutzt werden, für einen definitiven Einsatz von Brennstoffzellenbussen böte sich folglich eher der Raum Basel als der Aargau an.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass sich prinzipiell auch alle genannten Antriebsarten miteinander kombinieren lassen, denn selbstverständlich erlaubt ein elektrischer Bremsenergiespeicher auch Einsparungen beim Biogas- und Brennstoffzellenbus.

Um sich von fossilen Energieträgern zu lösen – sei es aus ökologischen oder ökonomischen Gründen –, stellt der elektrische Antrieb die einzige realistische Alternative dar. Er ist universell einsetzbar, weil Elektroenergie in verschiedenster Form auf dem Fahrzeug mitgeführt bzw. erzeugt werden kann. Der Bus kann auch sehr einfach konstruiert werden, wenn auf ein weiteres altbekanntes Prinzip zurückgegriffen wird: den Trolleybus an der Fahrleitung.



Foto: Oliver Morel

MAN-Hybridbus von AAR bus+bahn in Aarau

