

## Transkript der Audiodatei

### Nächster Halt meets mobility move: Herausforderungen bei der Umstellung auf lokal emissionsfreie Antriebe

#### Intro:

Hallo und herzlich willkommen zum Podcast der VDV-Akademie. Der Podcast rund um Weiterbildung und Lernen in der Mobilitätsbranche.

#### Catharina Goj:

Nächster Halt meets mobility move:  
Herausforderungen bei der Umstellung auf lokal emissionsfreie Antriebe. Hallo und herzlich willkommen zur dritten Folge im Jahr 2026. Mein Name ist Catharina Goj.

Eine Sache, die ich an der mobility move sehr mag, ist, dass wir immer neue Perspektiven erhalten. So ist auch dieses Jahr wieder ein Teil des Fraunhofer Instituts dabei, diesmal für Verkehrs- und Infrastruktursysteme. Und bei mir ist Professor Dr. Thoralf Knotte. Und wir wollen heute über die Herausforderungen bei der Umstellung auf lokal emissionsfreie Antriebe sprechen.

Schön, dass Sie da sind.

#### Dr. Thoralf Knotte:

Ja, vielen Dank für die Einladung.

#### Catharina Goj:

Wo stehen wir denn eigentlich gerade?  
Was ist der Status quo bei der Umstellung auf lokal emissionsfreie Antriebe?

#### Dr. Thoralf Knotte:

Wo stehen wir? Es ist immer eine Frage



der Perspektive. Vergleichen wir uns mit anderen Ländern oder vergleichen wir uns mit dem Zustand von vor zehn Jahren? Oder vergleichen wir uns mit dem Zustand, den wir glaubten vor zehn Jahren zum heutigen Zeitpunkt erreicht zu haben? Wenn ich speziell den hinteren, den letzten Bezugspunkt hernehme, muss ich ganz ehrlich sagen, sind wir weiter, als wir es vor zehn Jahren angenommen haben. Einfach, weil auch die Technik weiter ist.

Wir verfügen heute über Batteriebusse, die verglichen mit den Fahrzeugen von vor, sagen wir mal zehn oder zwölf Jahren über ungefähr das vier bis fünffache an nutzbarer Energie verfügen und mit denen wir auch ganz andere Betriebskonzepte heute fahren können.

#### Catharina Goj:

Okay, Batteriebusse oder Elektrobusse benötigen eine spezielle Infrastruktur, also die Elektrobusse zu haben und die zu fördern ist denke ich das eine.

Wir haben auch heute vom Bundesverkehrsministerium wieder gehört, dass die auch weiter dahinter

stehen und Busse fördern wollen. Aber es braucht natürlich auch die Infrastruktur, da vielleicht einmal ein paar Zahlen. Aktuell sind das circa 1/8. Ich habe es jetzt nicht ganz ausgerechnet auf die hinterste Stelle, aber 1/8 der gesamten Busse fahren in Deutschland erst elektrisch. Wie bekommen wir da ein gutes Gleichgewicht? Zum einen die Infrastruktur aufzubauen und zum anderen ja die Flotten zu elektrifizieren?

**Dr. Thoralf Knot:**

Na ja, was heißt Gleichgewicht? Wir werden einfach gezwungen sein oder man ist einfach gezwungen, parallel zur Beschaffung der Fahrzeuge auch die Ladeinfrastruktur aufzubauen. Um die Nummer kommt man nicht drumherum. Ein Verkehrsbetriebshof, ein Busbetriebshof, der ursprünglich mal für Diesel-Busbetrieb, gerne auch für Erdgas-Busbetrieb aufgebaut wurde, ist Stand: Beginn der Elektrifizierung nicht in der Lage gewesen, mehr als eine vielleicht Hand voll von Ladegeräten mit entsprechender elektrischer Leistung zu versorgen. Da steht also jeder Betriebshof vor der Herausforderung, entsprechenden Netzreserven für sich erschließen zu lassen.

Wenn man den Hochlauf betrachtet, dann sollte man mit mindestens einer Vorlaufzeit von zwei Jahren beginnen, mit der Fahrzeugbeschaffung und parallel dazu idealerweise sogar vorher schon mit der Errichtung der Ladeinfrastruktur. Denn leider bestehen für viele Komponenten der Ladeinfrastruktur heute sehr lange Lieferzeiten. Dazu kommen die Planungszeiten, die Genehmigungszeiten.

Man tut also gut daran, mit entsprechendem Vorlauf zu arbeiten.

Das Gute daran ist Wir verfügen heute über Infrastruktur oder über die Möglichkeit, Infrastruktur aufzubauen mit Komponenten, mit Ladegeräten, mit Transformatoren, die technisch weitgehend ausgereift sind. Es gibt immer noch Probleme mit Ladeabbrüchen. Ja, es gibt immer noch Probleme mit der Kommunikation. Aber das ist verglichen mit dem, was wir vor noch vier, fünf Jahren gesehen haben, heute deutlich besser geworden. Und das ist einfach auch eine der Grundlagen dafür, warum wir soweit mit der Elektrifizierung sind.

**Catharina Goj:**

Es gibt immer größere Batterien in der Entwicklung. Das ist sicherlich auch ein wichtiger Punkt, gerade auch für die Nutzung der Busse. Wir haben eine höhere Reichweite. Aber Sie haben auch aufgezeigt, dass vollelektrische Umlaufpläne nur begrenzt möglich sind. Sie sind besser geworden, aber was mich auch so ein bisschen erstaunt hat, wenn ich die Grafik richtig verstanden habe, dass es in Großstädten am schwierigsten ist. Habe ich das richtig verstanden?

**Dr. Thoralf Knot:**

Ja, das ist richtig. In Großstädten hat man im Gegensatz zum Regionalverkehr weniger sogenannte geteilte Umlaufpläne.

Viele Verkehrsunternehmen, in denen in den ländlichen Räumen die dort - Das wurde heute schön beschrieben - die Daseinsvorsorge sicherstellen. Fahren frühmorgens die Schüler, die Schülerinnen und Schüler zur Schule, Berufstätige zur

Arbeit, dann haben die lange, viele dieser Busse haben dann keine Einsatzzeiten, kehren zu den Betriebshöfen zurück und können in dieser Zwischenzeit aufgeladen werden, fahren dann am Nachmittag wieder raus um die Fahrgäste in der entgegengesetzten Richtung wieder zu befördern. Und dies hat man häufig in den Städten in dieser ausgeprägten Form nicht. Dort fahren viele Linien in einem Taktfahrplan den Tag über durch oder der Takt wird nicht so stark ausgedünnt. Und das hat zur Folge, dass man dort deutlich längere Umlaufpläne hat. Und dann kommt dazu Im Stadtverkehr braucht ein Batteriebus pro Kilometer deutlich mehr als im Regionalverkehr. Das sind ganz einfache fahrdynamische, physikalische Zusammenhänge und insofern ist es in der Stadt, vor allen Dingen in den Großstädten immer noch schwieriger, die Elektrifizierung mit sogenannten Vollladern, also mit Bussen, die nur im Betriebshof nachgeladen werden, umzusetzen.

Aber auch hier muss man mal ehrlich sagen wenn man mal fünf, sechs, sieben Jahre zurückschaut, dann hätten diese Tortendiagramme, die ich heute gezeigt habe, völlig anders ausgesehen. Da hätte dann der rote Anteil, also der Anteil der nicht bedienbaren Umlaufpläne irgendwas um die 50 % betragen. Und da sind wir weit von entfernt.

Aus meiner Perspektive und da schreibe ich jetzt nur die Entwicklung der letzten zehn, zwölf Jahre vorsichtig in die Zukunft fort. Wird das Thema Bedienbarkeit von Umlaufplänen am Ende dieses Jahrzehnts ist durchdekliniert. Da werden wir, das wird kein Thema mehr sein.

### **Catharina Goj:**

Das sind, denke ich, gute Perspektiven, aber Sie haben ja auch von den Herausforderungen heute gesprochen. Also, wenn man in die Zukunft blickt, das wird, es wird sich alles fügen, so ein bisschen. Vor welchen Herausforderungen stehen wir noch, von denen wir jetzt noch nicht gesprochen haben? Also Betriebshöfe, der Umbau, ist sicherlich ein wesentlicher Punkt. Worauf muss man sich einstellen? Welche Herausforderungen gibt es noch zu lösen?

### **Dr. Thoralf Knot:**

Ganz einfach: Das lässt sich mit dem mit dem Wort Euros, sprich Kosten relativ leicht zusammenfassen. Die Umstellung auf emissionsfreie Antriebe. Ich würde ganz gerne da auch ein bisschen neutral sprechen. Ich spreche dem Brennstoffzellenbus hier auch nicht seine Rolle ab. Die Umstellung auf emissionsfreie Fahrzeuge ist mit deutlichen Mehrkosten verbunden. Man braucht sich einfach nur die Kosten für einen Dieselbus hernehmen und die Kosten, die Beschaffungskosten, für einen Batteriebus. Da ist man irgendwo mit Faktor 2,2 bis 2,5 als Differenz dabei bzw. in den Absolutkosten dabei.

Dazu kommen noch die Kosten für die Ladeinfrastruktur, die notwendigen Anpassungen in den Betriebshöfen. Und das summiert sich auf mehrere, wahrscheinlich im dreistelligen Bereich Milliardenbeträge. Und das muss einfach gestemmt werden und das ist die größte Herausforderung.

Wir werden dann in der Zukunft einen weiteren Punkt sehen, der am Horizont

schon deutlich auftaucht. Das kann man so ein bisschen wenn ich zurückblicke, vergleichen mit den Jahren so Anfang der Zehnerjahre, als das Thema Elektrifizierung des Linienbusverkehrs aufgetaucht ist. Und das ist die Automatisierung von Busverkehren, angefangen wahrscheinlich auf den Betriebshöfen bis hin zum völlig autonomen Betrieb von Bussen im Linienverkehr.

Man tut gut daran, die Betriebshöfe heute schon auf eine Automatisierung vorzubereiten, wenn sie eh angepasst werden müssen.

**Catharina Goj:**

Okay, also sprich, dass die Busse sich dann einfach selber aufladen mit, dass man da Sensoriken dran macht, dass die das auch können, die Pantographen und alles, was man da so aktuell vorfindet.

**Dr. Thoralf Knote:**

Man kann es relativ einfach umschreiben. Stellen Sie sich einfach vor, die Fahrerin oder der Fahrer übergibt das Fahrzeug am Betriebshofeingang, am Tor und übernimmt es irgendwann mal wieder, wenn der neue Umlaufplan zu fahren ist und alles zwischendurch macht der Bus alleine.

Natürlich manche Dinge, die Innenreinigung, die wird sich nicht automatisieren lassen, aber das Verfahren zwischen den einzelnen Stationen auf einem Busbetriebshof bis hin zum automatischen Andocken an eine Ladeinfrastruktur, das ist aus unserer Sicht und ich weiß, ich bin da noch ein bisschen visionär. Das ist aus unserer Sicht keine

Frage des Ob, sondern nur des Wann. Weil einfach der Kostendruck in den Verkehrsbetrieben zu hoch ist.

**Catharina Goj:**

Und man irgendwann amortisieren sich dann die Kosten. Aber das ist wahrscheinlich erstmal, haben Sie selber gesagt, stehen wir vor einer riesigen Investitionswelle mit der Spitze. 2031, habe ich mir gemerkt.

Sie sind aber auch daran, Lösungen zu entwickeln, wie man ja noch eine weitere Lösung hat für den automatisierten Betriebshof. Da möchte ich noch einmal zum Schluss kurz drauf eingehen, und zwar das Unterflur-Ladesystem.

Was ist daran so besonders oder vielleicht sogar besser, wenn wir das mit den heutigen Pantographen vergleichen?

**Dr. Thoralf Knote:**

Na ja, es ist einfacher in ein Fahrzeug zu integrieren. Es ist deutlich leichter und es ist aus unserer Sicht, je nachdem über welche Variante wir reden, auch relativ einfach im Bus Betriebshof unterzubringen.

Der Vorteil ist, es handelt sich um ein vollständig automatisierbares System, bei dem der Bus in eine bestimmte Stellung fahren muss, in eine bestimmte Position fahren muss. Und wenn er diese Position erreicht hat und die Kommunikation aufgenommen hat. Mit der Ladestation läuft der Ladevorgang vollständig automatisiert und sicher ab, so dass dort niemand dabei stehen muss, um irgendwelche Steckverbindungen herzustellen oder dergleichen mehr.

Natürlich hat der Pantograph auch seine Berechtigung, ob er jetzt auf Vollladern die richtige, das richtige Mittel ist, um die Fahrzeugautomatisierung zu realisieren, Da möchte ich ein Fragezeichen dran setzen. Aber dort, wo sowieso mit Zwischenlandung, sprich Gelegenheitsladung gearbeitet wird, dort hat der Pantograph auf jeden Fall auch seine Bedeutung für die Automatisierung im Betriebshof.

**Catharina Goj:**

Okay, vielen Dank für das Gespräch heute. Ich bin ganz gespannt, welche Entwicklung wir da in den nächsten, ich sag mal, 5 bis 10 Jahren sehen werden.

**Dr. Thoralf Knot:**

Gerne vielen Dank für die Einladung und viel Spaß noch.

**Outro:**

Bei Fragen und Anmerkungen sind wir unter [podcast@vdv-akademie.de](mailto:podcast@vdv-akademie.de) erreichbar.